



## Die Module eines kompletten Vermessungssystems

E. Baumann <sup>1</sup>, Fritz K. Brunner <sup>2</sup>, H. Ehbets <sup>3</sup>, W. Piske <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Wild Heerbrugg AG, CH-9435 Heerbrugg

<sup>2</sup> Wild Heerbrugg AG, CH-9435 Heerbrugg

<sup>3</sup> Wild Heerbrugg AG, CH-9435 Heerbrugg

<sup>4</sup> Wild Heerbrugg AG, CH-9435 Heerbrugg

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie **72** (3), S.  
101–114

1984

Bib<sub>T</sub>E<sub>X</sub>:

```
@ARTICLE{Baumann_VGI_198409,  
Title = {Die Module eines kompletten Vermessungssystems},  
Author = {Baumann, E. and Brunner, Fritz K. and Ehbets, H. and Piske, W.},  
Journal = {{\u00}sterreichische Zeitschrift f{\u00}r Vermessungswesen und  
Photogrammetrie},  
Pages = {101--114},  
Number = {3},  
Year = {1984},  
Volume = {72}  
}
```



## Die Module eines kompletten Vermessungssystems

Von *E. Baumann, F. K. Brunner, H. Ehbets*  
und *W. Piske*, Heerbrugg

### Zusammenfassung

Ein komplettes Vermessungssystem besteht aus den folgenden Modulen: elektronischer Theodolit, Distanzmesser und Datenregistriergerät. Die charakteristischen Eigenschaften der einzelnen Module (T2000, DI5, GRE3) und des Systems von Wild Heerbrugg werden besprochen. Die Hardware wird durch die entsprechende Software (PROFIS) vervollständigt, die es möglich macht, die Meßdaten schon im Felde zur Lösung der verschiedenen vermessungstechnischen Aufgaben zu verarbeiten.

### Abstract

A complete surveying system consists of the following modules: electronic theodolite, distance meter and data terminal. The characteristic features of the individual modules (T2000, DI5, GRE3) and of the system of Wild Heerbrugg are described. The hardware is completed by a special software package (PROFIS) for processing the measurements according to the various surveying tasks immediately in the field.

### 1. Einleitung

Unter einem Vermessungssystem soll hier ein Gerät verstanden werden, mit dem Winkel und Distanzen gemessen und die anfallenden Meßdaten sowie Zusatzinformationen auf einem geeigneten Datenspeicher aufbereitet werden können. Die Verschiedenartigkeit der praktischen Vermessungsaufgaben ergibt eine große Bandbreite der Meßgenauigkeit und Systemintelligenz.

Zwei instrumentelle Gestaltungskonzepte sind heute vorherrschend: der modulare und der integrale Aufbau. Im allgemeinen werden die Module Theodolit, Distanzmeßgerät und Datenregistriergerät unterschieden. Diese Module sind noch durch die entsprechende Software sinnvoll zu ergänzen, und erst dadurch ergibt sich ein komplettes Vermessungssystem.

Abhängig von den Beurteilungskriterien wird man entweder dem modularen oder dem integralen Instrumententyp den Vorzug geben. Ganz allgemein kann aber festgestellt werden, daß das modulare System allen Meßanforderungen gerecht werden wird, die ein entsprechendes integrales System erfüllen kann. In den folgenden Aspekten bieten modulare Systeme Vorteile (1). Die Flexibilität des Vermessungssystems wird durch die Austauschbarkeit der Module bei verschiedenen Aufgabenstellungen erhöht. Durch gezielte Investitionen kann das System aufgewertet, ergänzt und ausgebaut werden. Durch den Service an einzelnen Modulen fällt nicht das gesamte Vermessungssystem für den Einsatz aus. Die Transportfähigkeit der einzelnen Module ergibt bei schwierigen Umständen gewichtige Vorteile.

Die Wirtschaftlichkeit eines modularen Systems erhöht sich durch die vorher angeführten Aspekte. Aus dem instrumentellen Angebot verschiedener Module läßt sich eine optimale Gerätekombination zusammenstellen, mit der der Praktiker die Vermessung — optimal im Wechselspiel zwischen Aufgabenstellung und finanziellen Rahmenbedingungen — ausführen kann.

In diesem Artikel werden die Module Theomat T2000, Distanzmeßgerät DI5 und Daten-terminal GRE3 der Firma Wild Heerbrugg vorgestellt. Mit dem Software-Paket PROFIS ergibt sich daraus ein komplettes Vermessungssystem.

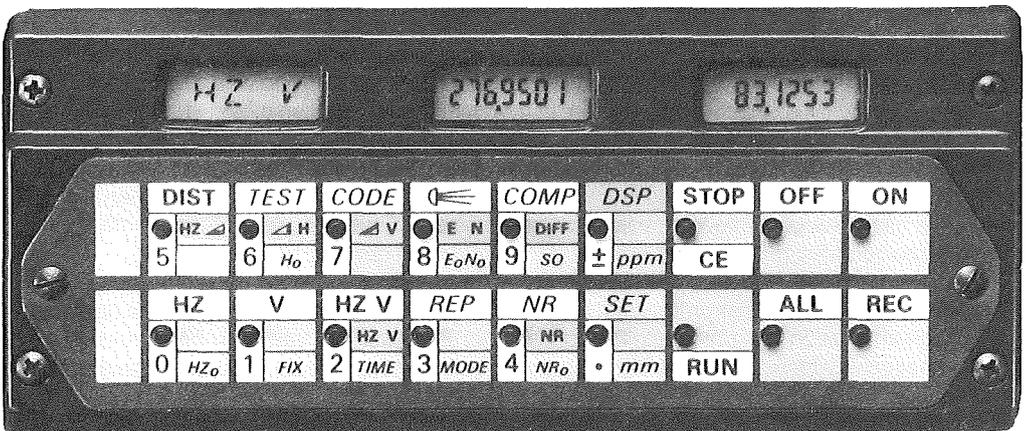
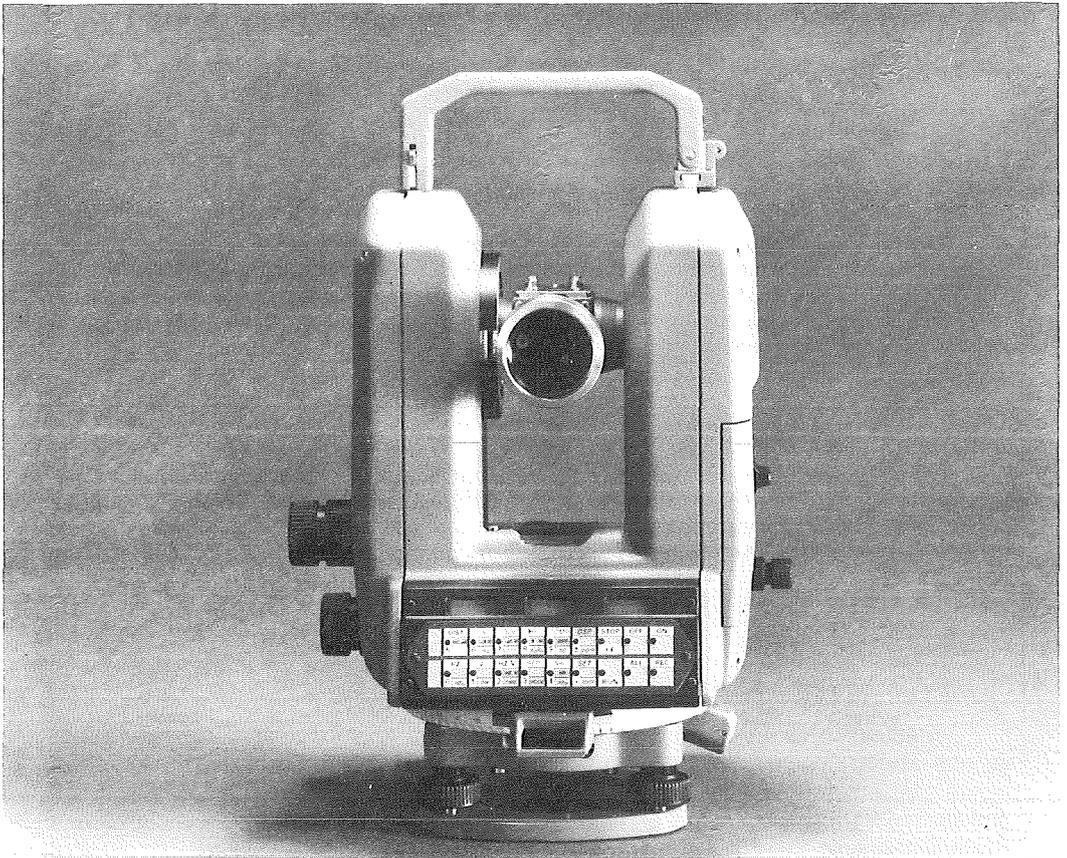


Abb. 1: Theomat T2000 und Board

## 2. Die Module

### 2.1 Theomat Wild T2000

In Abb. 1 wird das Modul elektronischer Theodolit gezeigt. Das Leistungsangebot des Theomat T2000 kann folgendermaßen umschrieben werden: Der T2000 ist kompatibel mit der Wild-Zwangszenrierung. Er hat eine ergonomisch optimierte Anordnung und Ausbildung der koaxialen Klemmen und Triebe. Die Triebe wie auch die Fokussierung sind mit Grob- und Feingang versehen. Das optische Lot dreht sich mit der Alhidade im T2000.

Der T2000 hat eine aufladbare Einschubbatterie, kann aber auch mit Externbatterien verwendet werden. Mit der Einschubbatterie lassen sich ca. 1500 Richtungsmessungen oder ca. 400 Punktaufnahmen ausführen. Das Gewicht inklusive Einschubbatterie ist ca. 10 kg.

Das Instrument hat ein Board, über das der elektronische Theodolit bedient werden kann (Abb. 1). Ein Board besteht aus einer Tastatur mit 18 Tasten und drei beleuchtbaren LCD-Anzeigen (eine zur Benutzerführung mit Buchstaben und Symbolen, zwei zur Anzeige von numerischen Werten). Die Boards können wahlweise in beiden oder nur in einer Fernrohr-lage angebracht werden. Änderungen der Ausstattung mit Boards können auch noch nachträglich durchgeführt werden. Der Stecker für Datenausgang und Externspeisung ist am festen Unterteil angebracht und dient zum Anschluß einer externen Batterie, des Datenterminals oder der direkten Verbindung an einen Rechner über die RS232 Schnittstelle.

Der T2000 besitzt interne Intelligenz, die über die Tastatur angesprochen werden kann. Man kann bestimmte, für Messung und Bedienung wichtige Informationen im T2000 speichern, die auch durch das Ausschalten oder einen Batteriewechsel nicht verloren gehen. Dies sind z. B. Kreisorientierung, Stationskoordinaten, Punktnummer, Indexfehler, Ziellinienfehler.

Selbstverständlich ist der T2000 kompatibel mit den Wild Distanzmessern DI4, DI20 und DI5. Die nun schon seit mehr als zehn Jahren bewährte mechanische Verbindung zwischen Distomat und Theodolit wurde auch beim T2000 beibehalten. Da in das Verbindungsstück des T2000 eine Kontaktplatte eingebaut ist, werden Strom und Daten über dieses elektromechanische Verbindungsstück übertragen, und ein Verbindungskabel ist beim DI5 nicht mehr erforderlich. Der T2000 hat einen aufklappbaren Traggriff, zum Durchschlagen des Fernrohrs bei aufgesetztem Distanzmesser. Über eine zusätzliche Kreiselbrücke kann ein Aufsatzkreisel verwendet werden. Das leistungsstarke Fernrohr hat bei einer freien Objektivöffnung von 42 mm eine 32fache Vergrößerung und besitzt eine regulierbare Sehfeldbeleuchtung. Der T2000S ist eine Ausstattung mit einem Spezialfernrohr, das zur Klasse der T3- und N3-Teleskope zählt. Es ist besonders gut geeignet für Präzisionsmessungen, Deformationsmessungen und Triangulierungsarbeiten höherer Ordnung. Für dieses Spezialfernrohr gibt es einen handlichen Autokollimationszusatz.

Der T2000 hat einen Flüssigkeitskompensator, der gegen Erschütterungen (z. B. Verkehr oder Wind) äußerst unempfindlich ist, was für Präzisionsmessungen sehr wichtig ist. Eine Richtungsmessung wird in weniger als einer Sekunde ausgeführt. Der mittlere Fehler einer Richtung, in beiden Fernrohr-lagen gemessen, liegt bei  $\pm 0,15$  mgon für Horizontalkreis und Vertikalkreis. Die innere Genauigkeit einer Richtungsmessung beträgt  $\pm 0,5$  mgon (2). Es soll noch unterstrichen werden, daß diese hohe Genauigkeit für die Horizontal- wie die Vertikalwinkel-messung gilt.

Der völlig neuartige dynamische Encoder besteht aus einem mit 3 U/sec rotierenden Kreis, der zwei gleichartige konzentrische Teilungen trägt, die jeweils 1024 gleichgroße Intervalle besitzen. Jedes Intervall hat einen lichtdurchlässigen und einen undurchlässigen Bereich.

Jeder Kreis wird mit insgesamt 4 Lichtschranken abgetastet, deren je zwei sich diametral gegenüberstehen. Im Falle des Horizontalkreises macht dabei ein Lichtschrankenpaar die Drehung der Alhidade mit, das andere ist fest mit dem Unterteil verbunden. Analog dazu dreht sich beim Vertikalkreis ein Paar mit dem Fernrohr, das andere ist in einem stützfestem Kompensatorstrahlengang integriert. Eine detaillierte Erklärung findet sich in (2).

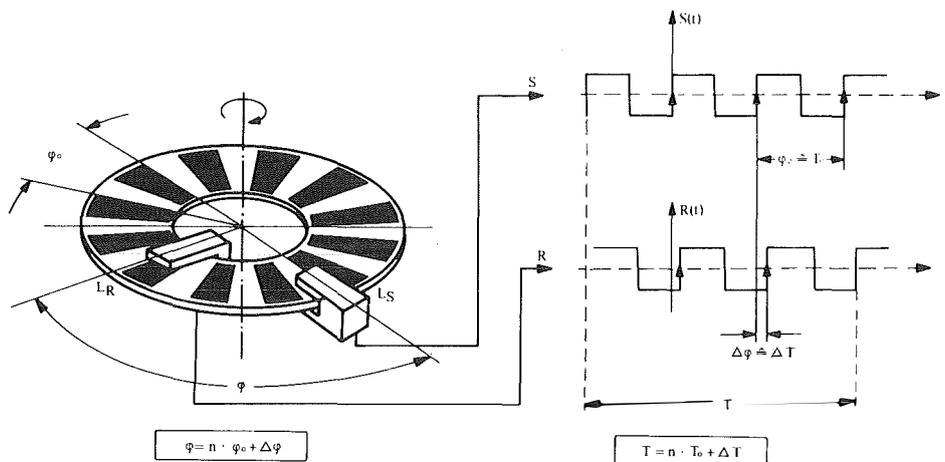


Abb. 2: Prinzip des dynamischen Winkelabgriffs, nach (2)

In Abb. 2 ist das Prinzip der Winkelmessung dargestellt, wobei zur Vereinfachung immer nur ein Abgriff der diametralen Abgriffe gezeigt ist. Der Winkel  $\varphi$ , der vom festen und beweglichen Abgriff eingeschlossen wird, soll gemessen werden. Eine Winkelmessung für  $\varphi$  setzt sich – wie bei der Phasen-Distanzmessung – aus einem ganzzahligen Vielfachen  $n\varphi_0$  des Einheitswinkels  $\varphi_0$  und dem Restwinkel  $\Delta\varphi$  zusammen. Bei der Distanzmessung wird  $n$  mit Hilfe einer zweiten Modulationsfrequenz bestimmt. Für die Winkelmessung muß hier ein anderes Prinzip gewählt werden. Man bringt eine Nullmarke an (eigentlich sind es vier Marken gleichmäßig über den Kreis verteilt). Rotiert nun der Kreis, dann kann die Zahl  $n$  bestimmt werden, indem ausgezählt wird, wieviele  $\varphi_0$  zwischen dem Durchgang einer Referenzmarke am festen und beweglichen Abgriff anfallen.

Die Bestimmung des Restwinkels  $\Delta\varphi$  läßt sich wieder mit Hilfe der Abb. 2 erklären. Die alternierenden schwarzen und weißen Felder des rotierenden Kreises erzeugen am Diodenabgriff ein elektrisches Treppenfunktionssignal. Durch den Vergleich der elektrischen Signale beider Abgriffe kann  $\Delta\varphi$  direkt abgeleitet werden. Da der Kreis rotiert, können alle Teilstriche für eine Winkelmessung benützt werden. Deshalb sind die gemessenen Winkel völlig frei von den Einflüssen der Teilkreisfehler, ja es sind nicht einmal mehr „genaue“ Kreise erforderlich – ein Wunschtraum ging damit für die Geodäten in Erfüllung. Durch die große Anzahl von unabhängigen Elementarmessungen, die zur Meßwertbildung beitragen, ergibt sich die bereits erwähnte außerordentlich hohe innere Genauigkeit von 0,05 mgon (2). Die Messungen werden an diametralen Abgriffen vorgenommen, daher werden auch Exzentrizitätsfehler eliminiert.

Da bei jeder der 1024 Elementarmessungen sowohl der Restwinkel  $\Delta\varphi$  als auch das jeweilige Teilungsintervall mit einem Oszillator ausgezählt, also gemessen und zueinander ins Verhältnis gesetzt wird, haben Drehzahlschwankungen des Kreises keinen Einfluß auf die Messung. Ebenso wenig beeinflusst die absolute Drehzahl das Ergebnis.

Der Kreisabgriff mit dem Höhenkompensator ist in Abb. 3 abgebildet. Wie schon erwähnt, handelt es sich um einen Flüssigkeitskompensator. Die beiden stützfesten Ablesestellen werden über den Kompensator auf je einen Empfänger abgebildet. Dadurch wird der Einfluß der Stehachsschiefe in der Zielrichtung eliminiert.

Typische Anwendungen des T2000 als Einzelmodul sind klassische Triangulierungsarbeiten, Deformationsmessungen und die Ingenieurvermessung hoher Präzision.

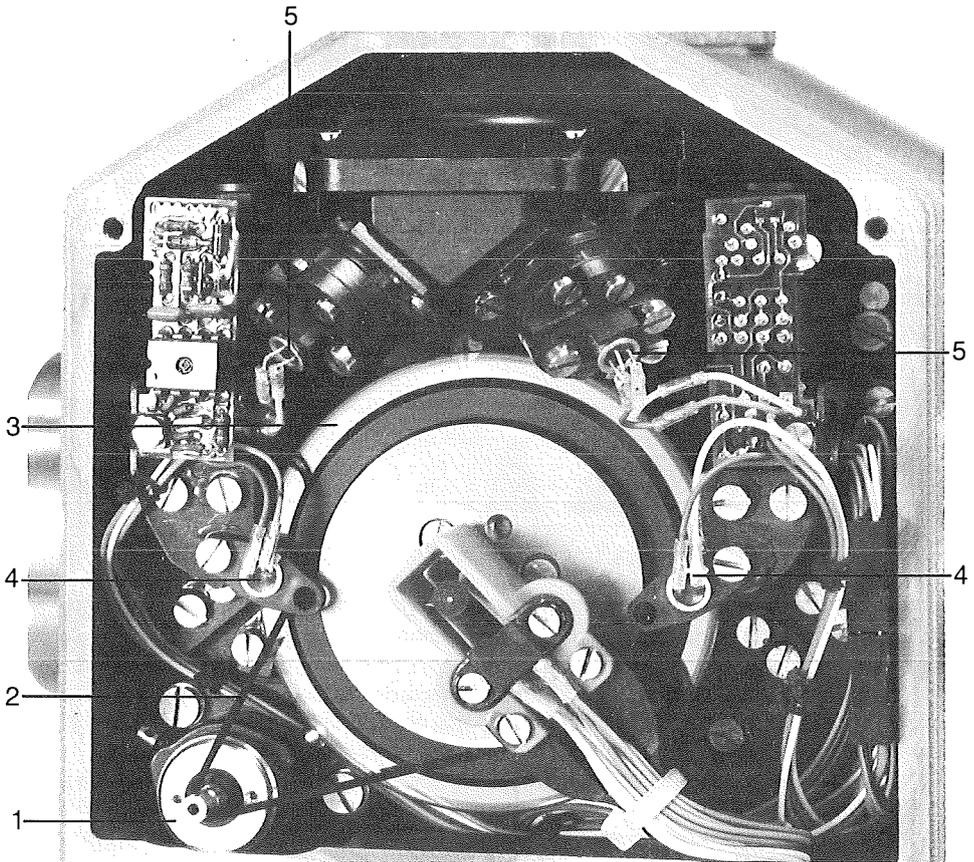


Abb. 3: Vertikalabgriff, (1) Motor, (2) Antriebsriemen, (3) Kreis, (4) Sender, (5) Empfänger

### 2.2 Distomat Wild DI5

In Abb. 4 wird das Modul Distanzmesser gezeigt. Der Distomat Wild DI5 — ein gemeinsames Produkt der Firmen Sercel (Nantes) und Wild Heerbrugg — ist eine Weiterentwicklung des DI4, insbesondere der Version DI4L mit großer Reichweite (3). Beibehalten wurde die Morphologie des DI4, d. h. der DI5 ist ebenso wie sein Vorgänger ein miniaturisierter Aufsatzdistanzmesser, der mit den optischen Theodoliten T1 und T16 sowie mit dem elektronischen Theodoliten T2000 einseitig durchschlagbar ist.

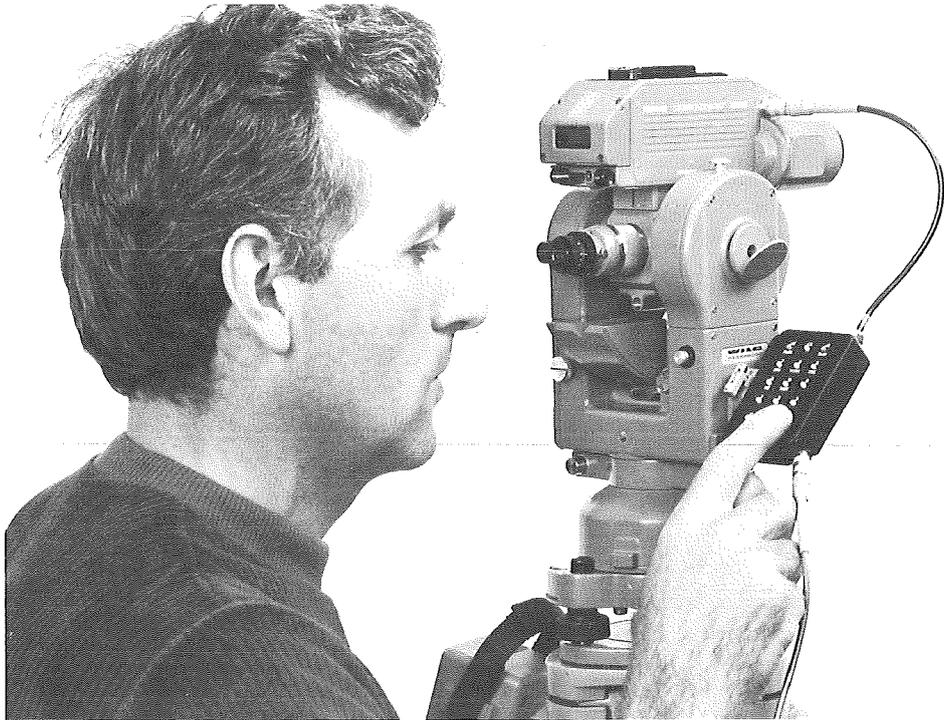


Abb. 4: Distomat DI5 mit Tastatur GTS3

Die Neuerungen und Verbesserungen des DI5 gegenüber seinem Vorgänger DI4L betreffen insbesondere Eigenschaften im Zusammenhang mit der großen Reichweite, die sich schon beim DI4L als wünschbar erwiesen hatten, sowie im Zusammenhang mit der Einführung des elektronischen Theodoliten T2000. Außerdem wurde die Gelegenheit benutzt, einen leistungsfähigeren Mikroprozessor einzubauen, mit dessen Hilfe einige zusätzliche Bedienmöglichkeiten und damit ein höherer Meßkomfort realisiert werden konnten.

Die Reichweite des DI5 beträgt nominell mit einem Reflektorprisma bei mittleren atmosphärischen Sichtbedingungen 2,5 km. Bei sehr guten Bedingungen kann man mit 11 Reflektorprismen ohne weiteres 7 km erreichen. Aus diesem Grunde wurde die Eindeutigkeit der Anzeige auf 10 km erhöht. Am Gerät kann eine Maßstabskorrektur eingestellt werden, und zwar im Bereich von  $-160$  ppm bis  $+150$  ppm.

Die Meßgenauigkeit des DI5 beträgt  $\pm (3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm})$  (Standardabweichung). Diese Steigerung — der DI4 hat einen mittleren Fehler von  $\pm (5 \text{ mm} + 5 \text{ ppm})$  — ist das Resultat einer Reihe von Verbesserungen im optischen und im elektronischen Teil. Insbesondere ist die Herabsetzung des multiplikativen Fehleranteils auf 2 ppm durch die Einführung eines temperaturkompensierten Quarzoszillators möglich geworden.

Die Dynamik des automatischen Abschwächensystem wurde gegenüber der des DI4 erhöht. Damit konnte auf das zusätzlich aufsteckbare Graufilter beim DI4L, das für Strecken unter 100 m verwendet werden muß, verzichtet werden. Lediglich für Strecken unter 20 m ist beim DI5 ein internes Zusatzfilter vorgesehen. Die Logik und Strategie für die Filterwahl wurde beim DI5 dahingehend verbessert, daß insbesondere bei starkem Luftflimmern und dementsprechend großen Fluktuationen des Empfangssignals ein günstigeres Verhalten bei der Distanzmessung und damit eine gegenüber dem DI4L größere Reichweite erzielt wird.

Bei Verwendung des DI5 mit dem elektronischen Theodoliten T2000 ist keine Kabelverbindung nötig. Beim Aufsetzen des DI5 rastet die im mechanischen Befestigungssystem zwischen T2000-Kippachse und DI5 enthaltene elektrische Steckerverbindung ein und verbindet die Stromversorgungs- und Datenleitungen. Weiterhin wurde mit der schmaleren Bauweise des Objektivgehäuses bei Verwendung mit dem T2000 ein größerer Schwenkbereich in der zweiten Lage erreicht.

Im übrigen wurde der DI5 zur erleichterten Bedienung mit der externen Tastatur GTS3 mit einem akustischen Signalgeber ausgestattet, der eingegebene Befehle quittiert, Meß- und Rechenergebnisse ankündigt und auf eine zu niedrige Batteriespannung aufmerksam macht.

Neben den auch beim DI4 möglichen Reduktionsrechnungen (Horizontaldistanz, Schrägdistanz, Koordinatendifferenzen) steht beim DI5 eine Reihe weiterer Bedienungsmöglichkeiten zur Verfügung. So kann unter anderem nach Eingabe eines Vertikalwinkels ein Horizontaldistanz-Tracking ausgelöst werden. Außerdem kann man nach Eingabe einer Soll-distanz die Distanzdifferenz bzw. ein Distanzdifferenz-Tracking erhalten.

Ohne elektronischen Theodolit oder externe Tastatur ist das Modul DI5 ein Schrägdistanzmesser mit zwei Meßarten: normale Distanzmessung und Tracking. Von der externen Tastatur GTS3 können beide Meßprogramme und die Testfunktion ausgelöst werden. Außerdem kann das Tracking-Meßprogramm unterbrochen werden, so daß die Schrägdistanz für weitere Berechnungen zur Verfügung steht.

### 2.3 Datenterminal Wild GRE 3

In Abb. 5 wird das Modul Registriergerät gezeigt. Zum ersten Mal wird bei einem geodätischen Datenterminal, dem Wild GRE3, ein Magnetblasenspeicher verwendet.



Abb. 5: Datenterminal GRE3

Was sind die hervorstechenden Eigenschaften eines Magnetblasenspeichers? Im Vergleich mit anderen Speichermedien haben Magnetblasenspeicher eine schnellere Zugriffszeit als Magnetbänder und eine größere Speicherkapazität als Halbleiter (6). Magnetblasenspeicher haben die besondere Charakteristik, daß bei einem Verlust der Batteriespannung die registrierten Daten nicht verloren gehen. Sie erlauben eine kleine Bauform, eine hohe Störsicherheit und eine hohe Datensicherheit. Sie sind gegen mechanische Einwirkungen unempfindlich und haben eine große Zuverlässigkeit bei extremen Umweltbedingungen. Eine detaillierte technische Abhandlung über Magnetblasenspeicher wurde in (4) gegeben.

**GRE3 mit T2000**

| Punkt-Nr.                                   | Hz-Kreis                           | V-Kreis |  | mm ppm |
|---|------------------------------------|---------|---|--------|
| Automatische Erhöhung oder manuelle Eingabe | Automatische Übertragung vom T2000 |         |   |        |

**GRE3 mit DI4, DI4L, DI5 oder DI20**

| Punkt-Nr.                                   | Hz-Kreis         | V-Kreis |  | mm ppm |
|---|------------------|---------|---|--------|
| Automatische Erhöhung oder manuelle Eingabe | Manuelle Eingabe |         | Automatische Übertragung vom DISTOMAT   |        |

**GRE3 mit anderen Instrumenten**

| Punkt-Nr.                                   | Gemessene Daten   |
|---|---|
| Automatische Erhöhung oder manuelle Eingabe | Manuelle Eingabe, Format wählbar; siehe Beispiel unten. |

**Optische Theodolite mit EDM**

| Punkt-Nr. | Hz-Kreis | V-Kreis |  |
|-----------|----------|---------|---|
| 123       | 156.2522 | 91.1520 | 213.201   |
| 356       | 320.2015 | 88.1610 | 56.240  |

**Triangulation mit optischen Theodoliten**

| Punkt-Nr. | Hz-Kreis |
|-----------|----------|
| 623       | 15.2115  |
| 624       | 89.3218  |

**Nivellement**

| Punkt-Nr. | Rückblick | Vorblick |
|-----------|-----------|----------|
| 25        | 1.639     | 2.052    |
| 26        | 0.889     | 1.250    |

**Präzisions-Nivellement**

| Punkt-Nr. | Rückblick K | Vorblick K | Vorblick R | Rückblick R |
|-----------|-------------|------------|------------|-------------|
| 15        | 134.878     | 172.807    | 474.365    | 436.420     |
| 16        | 169.814     | 155.854    | 457.415    | 471.356     |

Abb. 6: Einige Beispiele der Formatwahl

Das Datenterminal GRE3 hat den folgenden Leistungskatalog (5). Es ist ein autonomes Registriergerät, das speziell für die Datenerfassung im Feld konzipiert wurde. Es hat eine Einschubatterie, die im allgemeinen für einen Arbeitstag ausreicht. Der Mikroprozessor NSC800 zeichnet sich durch seine große Leistung und den kleinen Stromverbrauch aus. Die Daten gehen bei einem Batteriewechsel nicht verloren. Das GRE3 hat eine wasserdichte Tastatur und drei LCD-Anzeigen, die beleuchtbar sind. Es gibt zwei Ausführungen mit unterschiedlichen Kapazitäten: 32 KBytes und 128 KBytes. 32 KBytes entspricht einer Speicherkapazität von ca. 1000 Datenblöcken. Es gibt eine Option für ein BASIC-Programmmodul, in dem 9,5 KByte für Programme, die in der Sprache BASIC geschrieben werden, zur Verfügung stehen.

Im GRE3 hat man die folgenden Software-Möglichkeiten (6): Man hat freie Formatwahl bei manueller Dateneingabe. Beispiele der Formatwahl sind in Abb. 6 graphisch dargestellt. Das erste Beispiel zeigt das Datenformat, das im Datenfluß vom T2000 benützt wird: Punktnummer, Horizontalwinkel, Vertikalwinkel, Schrägdistanz, Maßstabskorrektur und Konstantenkorrektur. Bei Verwendung mit einem optischen Theodolit können z. B. nur die Ablesungen der Horizontalwinkel eingegeben werden. Weitere Beispiele betreffen die Nivellementdaten, einfaches Nivellement und Präzisionsnivellement mit Ablesungen beider Lattenteilungen. Maximal können 10 Worte pro Meßblock registriert werden, wobei pro Wort maximal 8 Ziffern plus dem Vorzeichen Platz haben. Die Daten können in zwei separaten Files registriert werden. Das ist besonders von Vorteil, wenn z. B. die Meßdaten im GRE3 abgelegt werden und vom BASIC-Programmmodul Koordinaten von bekannten Punkten für Berechnungen im Feld benötigt werden.

Der Vergleich des üblichen Feldbuches mit dem elektronischen Registriergerät zeigt, daß im Feldbuch alle Eintragungen sichtbar sind, während im Registriergerät nur wenige Daten gleichzeitig angezeigt werden. Je weiter die Automatisierung der Messungen und die Datenverarbeitung fortschreitet, umso weniger wird dieser Umstand Bedeutung haben.

Einige Eigenschaften des GRE3 sind besonders herauszuheben. Mit dem normalen GRE3 (ohne BASIC-Programmmodul) kann man Daten sichten, Daten suchen (z. B. wurde ein bestimmter Punkt bereits aufgenommen oder eine bestimmte Punktnummer bereits verwendet?), Daten einfügen und korrigieren. Neben den beiden Datenanzeigen dient eine dritte, wie beim T2000, der Benutzerführung. Falsche Datenblöcke können gelöscht und neue Datenblöcke eingefügt werden. Diese Operationen sind im praktischen Einsatz von entscheidender Bedeutung. Es hat sich gezeigt, daß vor allem beim Datenregistrieren, insbesondere der Punktidentifikation, häufig Eingabefehler passieren. Daher muß das Sichten und Suchen ein essentieller Bestandteil eines modernen Datenregistriergerätes sein.

Selbstverständlich soll ein modernes Datenregistriergerät über verschiedene Interface-möglichkeiten zu anderen elektronischen Geräten verfügen. Die Interfaces des GRE3 sind einsteckbar und die Möglichkeiten sind in Abb. 7 graphisch zusammengestellt (1). Über die externe Schnittstelle (RS 232 oder TTY) kann die Datenübertragung zwischen einem Computer und dem GRE3 in beide Richtungen stattfinden. Ähnlich ist die Situation bei der Verwendung eines Kassettenrecorders, falls z. B. die Programme auf Kassette gespeichert sind und in das GRE3 BASIC-Programmmodul geladen werden sollen. Alle Befehle können sowohl von der Tastatur als auch über die Schnittstelle (also direkt vom Computer) im GRE3 eingegeben werden.

Als Einzelmodul ist das GRE3 ein autonomes und mobiles Datenregistriergerät und damit für den allgemeinen Feldgebrauch geeignet und neben den Anwendungen im Vermessungswesen z. B. auch im Forst- und im Bauwesen einsetzbar.

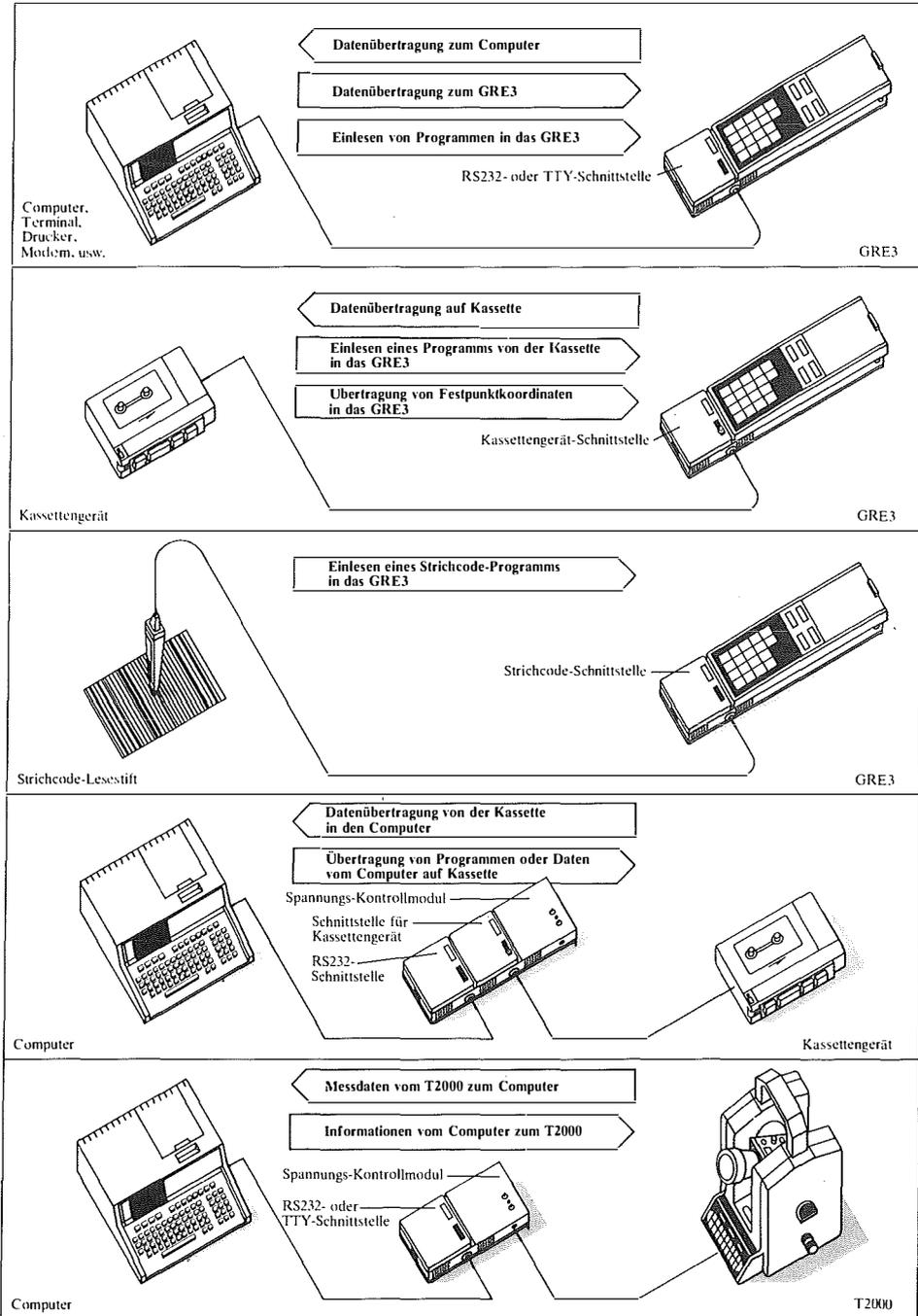


Abb. 7: Verschiedene Interface-Möglichkeiten beim GRE3

### 3. Ein komplettes Vermessungssystem

#### 3.1 Der instrumentelle Aufbau

In Abschnitt 2 wurden die drei Module eines Vermessungssystems als separate Einheiten vorgestellt. Aus der kurzen Beschreibung kann entnommen werden, daß jedes Modul eigenständig verwendet werden kann, z. B. der elektronische Theodolit, der Distanzmesser mit eigener Intelligenz ansprechbar über eine Tastatur und das Datenregistriergerät.

Diese drei Einheiten können zu einem Vermessungssystem zusammengefügt werden. Um die volle Kompatibilität der Module von Wild Heerbrugg zu demonstrieren, wird mit Absicht in Abb. 8 der Distomat DI4L anstelle des DI5 gezeigt.

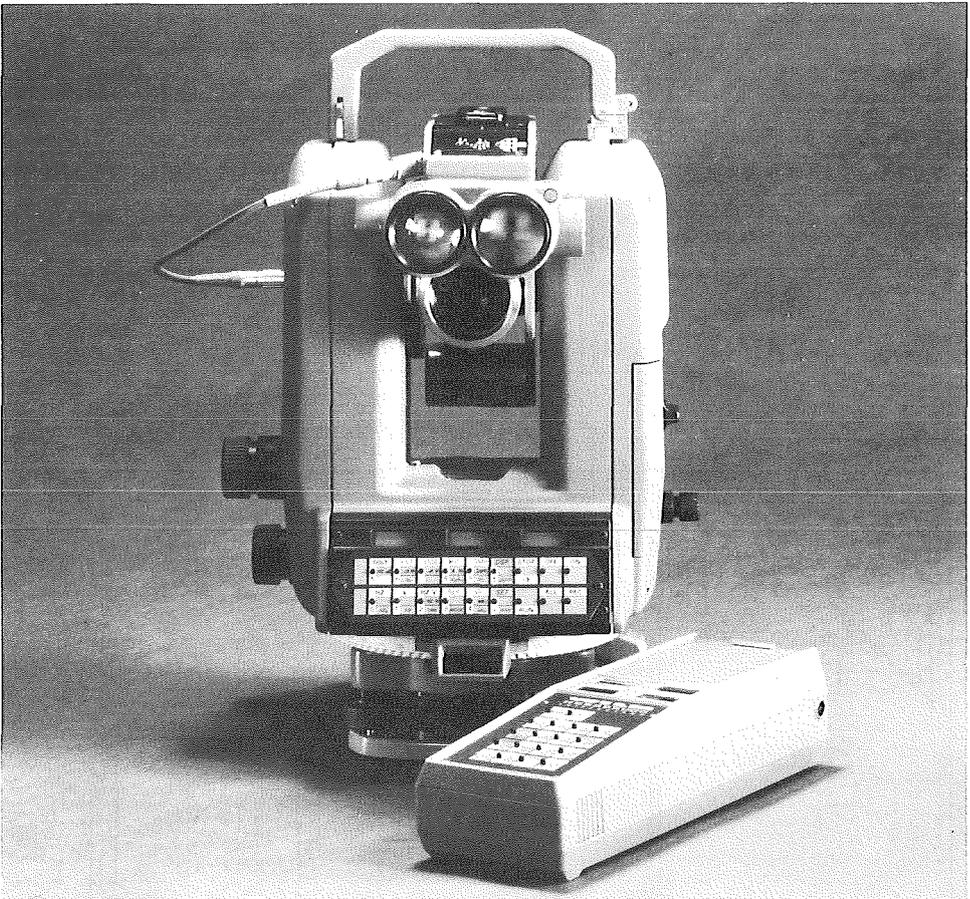


Abb. 8: Das modulare Vermessungssystem

Damit die zusammengefügteten Module umfassend funktionstüchtig werden, sind für die Stromversorgung und den Datentransfer verschiedene Schnittstellen vorzusehen. In Abb. 9 ist die spezielle Schnittstellenaufschlüsselung des Vermessungssystems von Wild Heerbrugg dargestellt. Mit dem justierbaren Adapter ist der DI5 auf den T2000 aufgesetzt. Der Datenfluß wird über die elektrischen Kontakte zum T2000 weitergeleitet, z. B. zu den Tastaturen oder zur

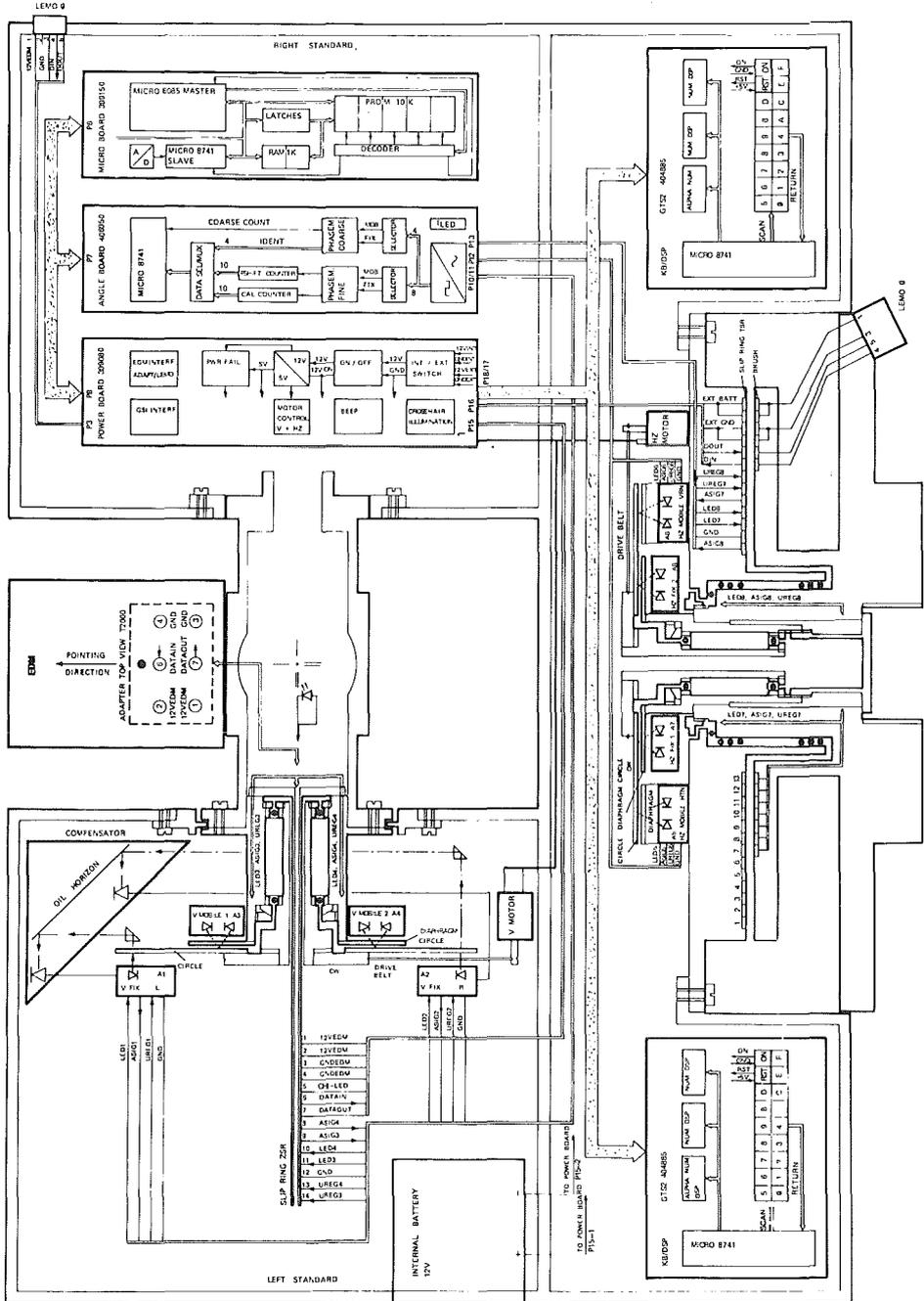


Abb. 9: Aufbau und Schnittstellen des modularen Systems

Schnittstelle zum GRE3. Die Daten, die vom vertikalen Kreisabgriff kommen, müssen über einen Schleifring geführt werden, damit sie im Prozessor weiterverarbeitet werden können. Die elektronischen Hauptelemente des vertikalen Kreisabgriffes (feststehende und bewegliche Abgriffe) sind zusammen mit dem Flüssigkeitskompensator schematisch dargestellt. Die Mikroprozessoren sind auf drei Printplatten untergebracht, die ebenfalls eingezeichnet sind.

### 3.2 Software

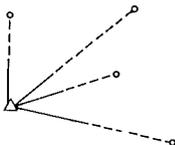
Sicherlich ist es ein entscheidender Fortschritt, wenn die Meßwerte bereits in digitaler Form am Gerät angezeigt werden. Wirtschaftlich und frei von zusätzlichen Übertragungsfehlern wird man erst mit dem Vermessungssystem arbeiten können, wenn die Meßdaten automatisch registriert und für die nachfolgenden geodätischen Berechnungen entsprechend aufgearbeitet werden.

Das vorgestellte Vermessungssystem wird aber erst wirklich leistungstüchtig, wenn das Datenterminal Computerkapazität hat, damit vor Ort bereits die verschiedensten Berechnungen und vor allem Kontrollen durchgeführt werden können. Das Datenterminal GRE3 kann dazu mit einer zusätzlichen Printplatte, dem BASIC-Programmodul, ausgestattet werden, das eine Kapazität von 9,5 Kbyte hat. Das Programmodul wird in der Sprache BASIC wie ein normaler Computer frei programmiert.

Dabei wurde von der Idee ausgegangen, daß der Benutzer die entsprechenden Programme, die er für seine Arbeit benötigt, selbst erstellen wird. Die Programmsammlung PROFIS (Programs For Intelligent Surveying) von Wild Heerbrugg möchte dafür Anregungen

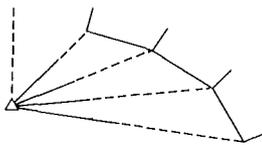
#### Rückwärtseinschnitt oder freie Stationierung

Verwendung von gespeicherten Festpunktkoordinaten

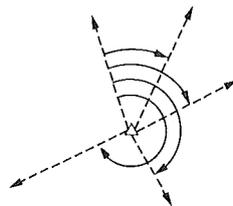


#### Absteckung mit Winkel und Distanz

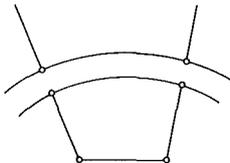
Verwendung von gespeicherten und berechneten Koordinaten



#### Stationsausgleich von Satzmessungen

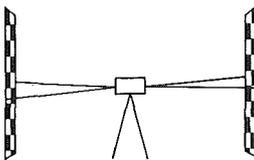


#### Berechnung von Koordinaten

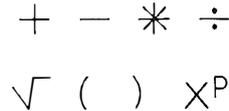


#### Präzisions-Nivellement

Elektronisches Feldbuch, Stationskontrolle, Schleifenschlussfehler, usw.



#### Verwendung des GRE3 als Taschenrechner



#### Umformen des Datenformats

Zum Anpassen an vorhandene Computer-Programme



Abb. 10: Beispiele der Programme PROFIS

und Beispiel aus der Praxis bringen. Einige Beispiele aus PROFIS sind in Abb. 10 schematisch dargestellt: Freie Stationierung, Absteckung, Satzmessung, Koordinatenberechnungen, Präzisionsnivellement. Ein Programm, das sehr viel Beachtung findet, ist die freie Stationierung. Dabei kann das Vermessungssystem nach freier Wahl aufgestellt werden und danach werden aus Messungen zu bekannten Punkten die Koordinaten des Standpunktes über eine Helmert-Transformation abgeleitet. Es gibt ein Programm für die Sonnenazimutbestimmung. Des Weiteren wurde ein Koordinatenmeßsystem entwickelt, bei dem die 3-D-Koordinaten eines Objektes mit zwei T2000 (Mini-RMS) berührungslos eingemessen und on-line im GRE3 direkt berechnet werden können.

#### 4. Abschließende Bemerkungen

Grundlegende Überlegungen des Instrumentenherstellers, welche die Entwicklung des vorgestellten kompletten Vermessungssystems maßgebend beeinflußt haben, sind in dieser Arbeit zusammengestellt worden. Die instrumentellen Module sind T2000, DI5 und GRE3 von Wild Heerbrugg. Die charakteristischen Eigenschaften dieser modernen Module wurden angeführt. Vervollständigt und dadurch zu einem äußerst wirtschaftlichen Vermessungssystem wird die Hardware durch die Software PROFIS, die es möglich macht, die geodätischen Meßdaten im Felde zu überprüfen und in entsprechender Form für die nachfolgende Auswertearbeit im Büro aufzubereiten.

Die Meßdaten werden im kompletten Vermessungssystem bereits in digitale Form umgewandelt und dann automatisch im Datenterminal gespeichert. Die Fehlerquelle, die mit schriftlichen Feldbüchern verbunden ist, wird dadurch eliminiert. Das komplette Vermessungssystem erledigt automatisch mit Hilfe der Mikroelektronik viele Nebenarbeiten der bisherigen Vermessungspraxis und eröffnet gleichzeitig neue Möglichkeiten für die Feldpraxis. Der Vermessungsingenieur kann damit die eigentlichen geodätischen Aufgaben und deren Lösungen mit erhöhter Konzentration, Sicherheit und Effizienz angehen.

#### Literatur

- (1) *P. Jackson* (1983): A modular survey system readily adaptable to any task. Wild Heerbrugg Bericht. 12 p.
- (2) *O. Katowski* und *W. Salzmann* (1983): Das Kreisabgriffsystem im THEOMAT TM Wild T2000. Wild Heerbrugg Bericht. 10 p.
- (3) *J. Gebauer* (1983): Der Wild Distomat DI4. Allg. Vermess. Nachr., 90: 63–70.
- (4) *R. Wenk* (1983): Magnetblasenspeicher. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, 81: 432–437.
- (5) *R. Wenk* (1983): Mobile Datenerfassung. Wild Heerbrugg Bericht. 15 p.
- (6) *E. Baumann* (1983): Datenerfassung im Vermessungswesen. Wild Heerbrugg Bericht. 23 p.

Manuskript eingelangt im Oktober 1984.