



Titelbild: Der Sekundentheodolit Kern DKM 2-A und der aufmontierte Distanzmesser DM 502 im Einsatz bei Vermessungsarbeiten auf dem Filchner Schelfeis (zum Aufsatz von Dr. Ing. K. Lindner auf Seite 6).

Nachdruck erwünscht. Auf Anfrage senden wir Ihnen gerne die notwendigen Druckunterlagen.

- 3 Messungen von Bodenbewegungen im englischen Bergbau
K. P. Bullock, BA FRICS
- 6 Wo kein Südwind bläst
Dr. Ing. K. Lindner, Karlsruhe
- 8 Versuche mit dem motorisierten, trigonometrischen Präzisionsnivellement
M. Kassner, IGN, Paris
- 10 Kern Präzision auf höchster Höhe
R. Wullschleger
- 13 Zeitschriftenschau
- 13 Neues in Kürze
- 16 Das ist das Kern MAPS 200 ...



Kern & Co. AG
Werke für Präzisionsmechanik,
Optik und Elektronik
CH-5001 Aarau, Schweiz
Telefon 064 25 11 11
Telex 981106



1 Das Beobachtungsgebiet über der «Kinsley Drift Mine»

Messungen von Bodenbewegungen im englischen Bergbau

K.P. Bullock, BA FRICS

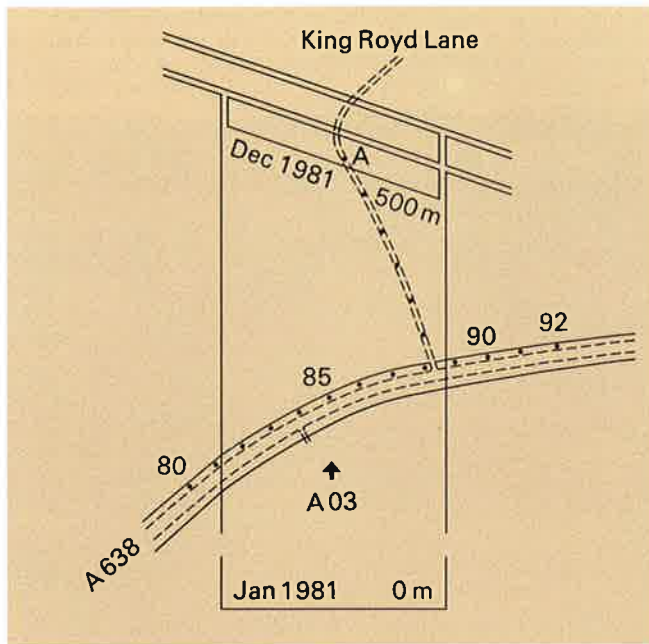
In Verbindung mit der Braunkohleförderung werden schon seit Jahrzehnten, meistens in Tiefen von 100 bis 900 m, Senkungsmessungen gemacht. Wird die Kohle mittels Strebbaumethode abgebaut, so können Terrainpunkte bis zu 90% der Kohlenschichtdicke absinken. Punkte unmittelbar über den Abbaustollen senken sich

vertikal ab. Seitlich der Stollen gelegene Punkte bewegen sich in elliptischer Kurve, spiralförmig in die Tiefe. Es werden also vertikale sowie schräge und seitliche Verschiebungen festgestellt, wobei letztere für den Grossteil der Flurschäden verantwortlich sind. Die in Mitleidenschaft gezogene Oberfläche wird die sogenannte «Einflusszone» genannt und ist immer grösser als das eigentliche, unterirdische Fördergebiet.

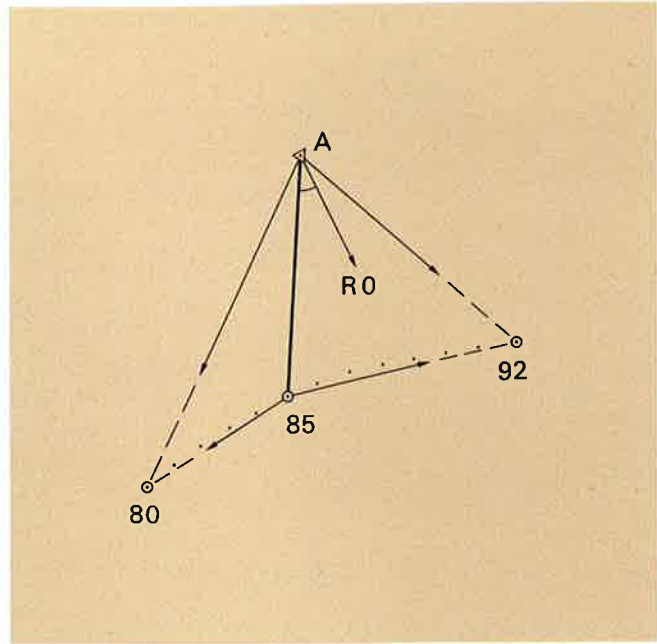
Die traditionelle Überprüfung solcher Senkungen und Verwerfungen geschieht mit Hilfe von Präzisionsnivelements und Bandmessungen entlang fester in anstehendem Untergrund verankerter Stationen. Solche Linien werden am besten rechtwinklig zur Abbaurichtung gelegt. Manchmal wird auch noch eine weitere Linie rechtwinklig zur ersten abgesteckt. Diese Anordnung ermöglicht es Längs- und Querprofile einzuzemessen. Das Aufzeichnen dreidimensionaler Bewegungen der Kontrollpunkte bereitet allerdings auf diese Art schon einige Mühe.

Elektrooptische Messsysteme sind weit verbreitet und haben sich vielfach bewährt (Genauigkeit 5 mm + 5 ppm). Es ist deshalb naheliegend, sie für Senkungsmessungen im Bergbau zu verwenden.

2



3



Messanordnung

Ende 1980 setzte sich der Autor mit dem «National Coal Board» (NCB), Barnsley, in Verbindung, um über einer Kohlenmine mit dem Kern DKM2-A Sekundentheodolit und dem aufgesetzten elektrooptischen Distanzmesser DM 501 die Bodenbewegungen aufzunehmen.

In Ackworth, einem Dorf 20 km östlich von Doncaster, fand man eine geeignete Lagerstätte. Hier, in der kürzlich eröffneten «Kinsley Drift Mine», beabsichtigte man im Strebbauverfahren in einer durchschnittlichen Tiefe von 125 m eine Kohlschicht von 1,05 m Dicke abzubauen. Man plante auf einer Breite von 200 m rund 500 m, hauptsächlich unter Kulturland und unter der Landstrasse A638 hindurch, vorzudringen (Abb. 2, A03).

Um die Senkung der Strasse auf konventionelle Art zu beobachten, hatte die Bergbauabteilung der Grafschaft Yorkshire in einer Linie bereits alle 30 m Punkte in den Asphalt geschlagen. Zusätzlich wurden zahlreiche Kontrollpunkte im Belag des «King Royd»-Weges gesetzt, welcher ungefähr rechtwinklig zur Linie auf der Landstrasse verläuft. Einer dieser Punkte (A) wurde als Messstation mit der Tachymeterkombination Kern

DKM2-A/DM 501 benützt. Die andern Punkte dienten zur Lagekontrolle von A (Abb. 3).

Man vermutete, dass sich durch die Ausbeute der Kohle (ca. 10 ha) an der Oberfläche ca. 22 ha Land in irgend einer Form bewegen würden und errechnete Bodenveränderungen durch Senkungen bis zu 92 cm, durch Dehnungen bis 5 mm/m und durch Pressungen bis 4 mm/m.

Eine Messreihe sollte in einem Tag abgeschlossen sein, da die Punkte, welche weniger als 90 m vom Kohlenvortrieb entfernt waren, sich plötzlich zu verschieben drohten. Es war deshalb notwendig, eine relativ einfache Messanordnung zu finden.

Zwei Messverfahren wurden studiert. Zuerst wollte man mit einem lückenlosen Netz von Winkel- und Distanzmessungen alle Stationen verbinden. Dieses Vorhaben gab man bald einmal auf, da für die komplette Messung viel zu viel Zeit verloren ging.

Das Messschema der zweiten Konfiguration ist in Abb. 3 ersichtlich. Von beiden Enden der Basislinie (A-85) aus wurden Distanzen und Richtungen auf alle Kontrollpunkte gemessen. Mit dieser Messanordnung wurde ein Kompromiss eingegangen, welcher der geforderten Ge-

naugigkeit, Messdauer und vorhandenen Geländeform am ehesten gerecht wurde.

Man wiederholte die Messungen mit der beschriebenen Ausrüstung alle sechs bis acht Wochen. Zusätzlich verwendete man die entsprechenden Reflektoren, die auf den Kern-Zentrierstativen montiert mit dem Zentrierstock in Lage und Höhe genauestens über den Kontrollpunkten eingerichtet werden konnten. Um eine aussagekräftige Kontrolle zu erhalten, nivellierte man sämtliche Punkte. Die Höhen wurden mit dem automatischen Universalnivellier Kern GK2-A mit Mikrometer und einer Kern-Invarlatte gemessen.

Erfahrungen und erste Ergebnisse

Die ersten Messungen im Februar 1981, bei denen es um das Einmessen der Station A ging, wurden vom Kohlenabbau in den Flözen noch nicht tangiert. Station A wurde durch gegenseitiges Beobachten der Distanzen, Horizontal- und Vertikalwinkel von Station 85 und einem Fixpunkt R0 aus versichert. Die Messungen der Horizontal- und Vertikalwinkel sowie der Distanzen von A aus auf sämtliche Kontrollpunkte ermöglichten es, erste Koordinaten und Höhen zu berechnen. Diese Detailpunktaufnahme wiederholt man von Punkt 85 aus mit Kontrollrichtungen nach A. Mit zwei Reflektoren wurden alle Winkel (ausser der Basislinie) in beiden Lagen gemessen. Mehrmaliges Anzielen der Kontrollrichtung (R0) verhinderte ein versehentliches Verschieben des Horizontalkreises.

Die Messungen bezog man auf ein lokales Koordinatensystem. Die x-, y- und z-Koordinaten wurden auf einer HP-97 berechnet. Man erhielt so für jeden Punkt vier Koordinatensätze und zwei Höhenwerte.

Koordinaten

1. Durch Schnittberechnungen der Distanzen
2. Durch Schnittberechnungen der Horizontalwinkel
3. Durch polare Berechnung von Punkt A aus
4. Durch polare Berechnung von Punkt 85 aus

Höhen

1. Durch trigonometrische Berechnung von Punkt A aus
2. Durch trigonometrische Berechnung von Punkt 85 aus

Alle Daten wurden im Institut ausgewertet. Mit magnetkartengespeicherten Programmen wäre eine Auswertung auf dem Felde durchaus möglich gewesen, was eine unmittelbare Kontrolle der Messungen und eventuelle Nachmessungen ermöglicht hätte. Auf einem

«Wang»-Minicomputer und einem angeschlossenen Trommelplotter wertete man die Resultate weiter aus.

Bis September 1981 wurden die Messungen fortgesetzt. Während dieser Zeit fanden auch die meisten Schürfungsarbeiten statt. Die fortschreitende Arbeit im Bergwerk gefährdete bald die Stabilität von Station A. Das Endergebnis zeigte, dass trotz relativ wenig Beobachtungen, die Messgenauigkeit mit der Tachymeterkombination Kern DKM2-A/DM501 von Senkungsmessungen um ± 5 mm und von horizontalen Verformungsmessungen unter 0,2 mm/m liegt. Diese Werte sind innerhalb der üblichen Grenzen für Verschiebungsbeobachtungen in senkungsgefährdeten Gebieten. Mit dem elektrooptischen Tachymeter konnten gegenüber den optisch-mechanischen Instrumenten, in derselben Zeit mit weniger Ausrüstung bedeutend mehr Daten erhoben werden. Zudem erledigten nur zwei Vermesser die ganze Feldarbeit (früher vier).

Der eingesetzte Kern Sekundentheodolit DKM2-A mit elektrooptischem Distanzmesser DM501 hat sich für Senkungsmessungen in Ackworth als ideal erwiesen.

Die Verschiebungsmessungen der einzelnen Stationen werden zur Zeit noch ausgewertet. Die Resultate werden einen zusätzlichen Einblick in die Bewegungsabläufe solcher Senkungen geben.

Die gewählte Ausrüstung wies besonders folgende Vorteile auf:

1. Die Ausrüstung erlaubt reibungsloses Messen von Winkeln in beiden Lagen ohne den Distanzmesser entfernen zu müssen.
2. Der automatische Höhenkreiskompensator ist genau und äusserst zuverlässig.
3. Die Reflektoren sind mittels Zentrier-Stativ und -Stock einfach und genau aufzustellen.

Sicher ist die Strahlenmessmethode wie sie in Ackworth zur Anwendung kam in stark besiedeltem Gebiet, mit Sichtbehinderungen, nicht sehr ideal. Andere Anordnungen der Kontrollmessung sind aber mit diesem Instrumentarium durchaus denkbar.

Als Beispiel sei hier eine geologische Krustenmessung erwähnt, welche der Autor demnächst bearbeiten will. Es ist vorgesehen, beidseits geologischer Verwerfungen, in ungefähr parallelen Linien Stationen anzuordnen. Jeweils zwischen vier Stationen (zwei auf jeder Seite des Bruches) will man alle möglichen Strecken und Winkel messen. Die Kern Tachymeterkombination

DKM2-A/DM501 ermöglicht es dem Vermesser mit mehr als nur einer Referenzlinie rationell zu arbeiten.

Um in geologisch unruhigem Boden eine aussagekräftige Prognose zu stellen, ist es oft wünschenswert, über ein Beobachtungsgebiet ein Netz von Stationen mit Grundplatten im Boden zu verankern.

Schliesslich wird es interessant sein, als nächsten Schritt, modernere Gerätesysteme wie zum Beispiel die elektronische Tachymetereinheit E1/DM502/R48 einzusetzen. Für den Vermesser eine neue, fesselnde Herausforderung.



1 Standorte der eingesetzten Kern-Instrumente

Wo kein Südwind bläst

Dr. Ing. K. Lindner, Karlsruhe

Neueste Ergebnisse der Schelfeisbewegungen in der Antarktis aus dem Jahre 1981

Nach der deutschen Antarktisexpedition 1938/39 unter Alfred Ritscher, in deren Verlauf grosse Teile von Neu Schwabenland von Flugbooten aus photogrammetrisch aufgenommen und anschliessend kartiert worden sind, beschränkte sich die deutsche Antarktisforschung in den letzten 40 Jahren auf die Aktivitäten einzelner Wissenschaftler oder kleinster Gruppen, die ihre Forschungsvorhaben auf ausländischen Antarktisstationen realisieren konnten.

Im Jahre 1979 trat die Bundesrepublik Deutschland dem Antarktisvertrag bei und beschloss ein anspruchsvolles «Antarktisforschungsprogramm». Eine neue Ära der Antarktisforschung hat seitens der Bundesrepublik Deutschland begonnen.

Die neue Antarktisforschungsstation

Seit dem 28. Februar 1981 besitzt die Bundesrepublik Deutschland eine permanente Antarktisforschungsstation. Sie wurde in der für antarktische Verhältnisse unvorstellbar kurzen Zeit von vier Wochen auf dem Ekström-Schelfeis bei der Atka-Bucht ($70^{\circ} 37'$ Süd, $8^{\circ} 22'$ West) als Kompaktstation errichtet. Die Station ist nach «Georg von Neumayer» benannt, dem unermüdlichen Förderer deutscher Antarktistätigkeit um 1900. Die Durchführung der ersten deutschen Antarktisexpedition 1901/03 unter Leitung von Erich von Drygalski ist wesentlich dem Einfluss Georg von Neumayers zu verdanken.

Die Station besteht aus zwei 50 m langen, parallel liegenden Stahlröhren von ungefähr 8 m Durchmesser, die durch einen Mittelgang verbunden sind. Auf eine Stahlunterkonstruktion innerhalb der Röhren sind die Wohnräume, Laboratorien und technischen Einheiten (Werkstätten, Energiezentrale, Schneeschmelze, Funk-

zentrale, Küche, Messe, Sanitäräume) als Normcontainer aufgesetzt und als Module zusammengeschlossen.

Der gesamte Stahlröhren-Stationskörper ist beim Bau zirka 2 m tief in die Schelfeisoberfläche eingesenkt und nach Fertigstellung völlig mit Schnee abgedeckt worden. Infolge der jährlichen Schneeakkumulationsrate von ungefähr 0,80 m wird die Station relativ zur Schelfeisoberfläche immer tiefer «einsinken».

Für die Lebensdauer und Funktionstüchtigkeit der Röhrenkonstruktion sind das dynamische Verhalten des Schelfeises im Kleinen, also die Relativbewegung innerhalb des Eiskörpers und die dabei auftretenden Verformungskräfte entscheidend. Vom Lehrstuhl für Grundbau und Bodenmechanik der Ruhruniversität Bochum werden deshalb innerhalb und ausserhalb des Baukörpers Messungen zur Erfassung des Setzungs- und Verformungsverhaltens der Röhren ausgeführt. Um diese relativen Bewegungen in der Stationsnähe zu erfassen, sind geodätische Messungen jedoch unerlässlich.

Aber nicht nur die Relativbewegung des Schelfeises bestimmt die Lebensdauer der Station, man muss auch die absolute Bewegung, also die Fließgeschwindigkeit des gesamten Schelfeiskörpers kennen, um abschätzen zu können, in welchem Masse die Station an die Schelfeiskante heranrückt, wann also mit dem Abbruch der Station zu rechnen ist. Auch für die Bestimmung dieser absoluten Fließbewegung des Schelfeises bedarf es des Einsatzes der Geodäsie.

Die geodätischen Messungen während der Sommerkampagne 1981/82 führten Herr Dr.-Ing. B. Ritter vom Institut für Vermessungskunde der Technischen Universität Braunschweig und der Autor dieses Berichtes aus.

Absolute Bewegung des Schelfeises

Für die Bestimmung einer absoluten Position auf der Erde ist entweder ein Anschluss an andere terrestrisch stabile Punkte oder an astronomische Objekte nötig. Seit der Freigabe des amerikanischen «Navy Navigation Satellite Systems» (NNSS) für den zivilen Gebrauch (1967) ist eine weitere Möglichkeit der absoluten Positionsbestimmung gegeben, die den für antarktische Verhältnisse bedeutsamen Vorteil besitzt, witterungsunabhängig zu sein.

Bereits während der Erkundungsexpedition 1979/80 und ein Jahr später, während des Aufbaus der Station, wurden Doppler-Satelliten-Navigationspunkte in jenem Bereich der Atka-Bucht angelegt, der für den Stations-

2



3



aufbau vorgesehen war. Aus den Änderungen der Koordinaten dieser Punkte über den Zeitraum von 1981 bis 1982 ergeben sich nach vorläufigen Berechnungen für den Vektor der Fließgeschwindigkeit folgende Komponenten:

$$\begin{aligned} \text{Azimut } A &= 3,5 \text{ gon} \\ \text{Geschwindigkeit } v &= 145 \text{ m/Jahr} \end{aligned}$$

Gleichartige Beobachtungen wurden auch im Bereich der «Filchner»-Station (Abb. 2), die bei der Position $77^{\circ}08'$ Süd und $50^{\circ}34'$ West auf dem Ronne Schelfeises gelegen ist, ausgeführt, einer Station, die zu besetzen nur jeweils zur Zeit der Sommerkampagne beabsichtigt ist. Die Fließgeschwindigkeit des Ronne Schelfeises und damit die Positionsveränderung der «Filchner»-Station ist mit ungefähr 1040 m/Jahr mehr als sieben Mal

schneller als die des Ekström Schelfeises mit der «Georg von Neumayer»-Station. Die Bewegung der «Filchner»-Station verläuft unter einem Azimut von rund 62 gon.

Relative Bewegung innerhalb des Schelfeises

Zur Erfassung relativer Bewegungen oder Deformationen des Schelfeiskörpers, genauer der Oberfläche des Schelfeiskörpers, sind an allen bedeutungsvollen Stellen Punktfelder oder Deformationsfiguren angelegt und ausgemessen worden. Im Bereich der «Georg von Neumayer»-Station sind zwei Pentagone (Seitenlängen 600 bis 1300 m), bei der «Filchner»-Station ein Pentagon (Seitenlänge 600 m) und 50 km südlich der «Filchner»-Station ein Quadrat (Seitenlänge 1000 m) vollständig beobachtet worden.

In den Deformationsfiguren wurden alle Seiten und Diagonalen (bei den Pentagonen unter Einschluss eines Zentralpunktes) und sämtliche Winkel beobachtet. Zusätzlich zu den Deformationsfiguren waren bereits 1980 bzw. 1981 sowohl bei der «Filchner»- als auch bei der «Georg von Neumayer»-Station Polygonzüge bis zur Schelfeiskante geführt worden, die während der Kampagne 1981/82 ebenfalls neu gemessen wurden. Die relativen Änderungen der Entfernungen zwischen den Polygonpunkten zeigen an, dass die Fliessgeschwindigkeit von der Station zur Schelfeiskante auf dem Filchner Schelfeis zunimmt, während sie auf dem Ekström Schelfeis abnimmt. Dieses anomale Verhalten des Ekström Schelfeises hat seine Ursache möglicherweise darin, dass es stellenweise auf dem Untergrund aufliegt. Radartiefensondierungen auf dem Schelfeis und Meerestiefenmessungen vor der Schelfeiskante stützen diese Vermutung. Auch in den Beträgen der extremen Streckenverzerrungen unterscheiden sich die beiden Messgebiete deutlich voneinander. Während im Ekström Schelfeis in der Nähe der «Georg von Neumayer»-Station Dehnungen bis 14 ppm/Tag und Pressungen bis 10 ppm/Tag auftreten, liegen die analogen Extremwerte im Bereich der «Filchner»-Station bei Dehnungsraten von 1,4 ppm/Tag und 0,7 ppm/Tag (keine Pressung!).

Kern-Instrumente im Einsatz

Bei den Vermessungsarbeiten, insbesondere dem 20 km langen Polygonzug auf dem Filchner Schelfeis, war der Sekundentheodolit Kern DKM 2-A mit aufgesetztem Distanzmesser DM 502 im Einsatz. Die längste Seite dieses Polygonzuges betrug rund 2500 m und

konnte unter den gegebenen Umständen ohne Schwierigkeiten, unter Verwendung dreier Reflektoren, gemessen werden. Diese Weite wurde allerdings mit dem DM 502 nicht immer erreicht. Die Reichweite des Distanzmessers ist besonders dann gross, wenn Bewölkung direktes Sonnenlicht abschirmt. Die Reichweite geht jedoch zurück, wenn über Schneeflächen bei voller Sonneneinstrahlung beobachtet wird, insbesondere wenn die Sonne in der Richtung des Zieles steht.

Mit einer weiteren DKM 2-A/DM 502-Ausrüstung konnte auch eine Vergleichsmessreihe im Schelfeis beobachtet werden. Das Kern-Instrumentarium erwies sich als äusserst zuverlässig. Die Vergleichswerte wichen unbedeutend und absolut innerhalb der Toleranzen voneinander ab.

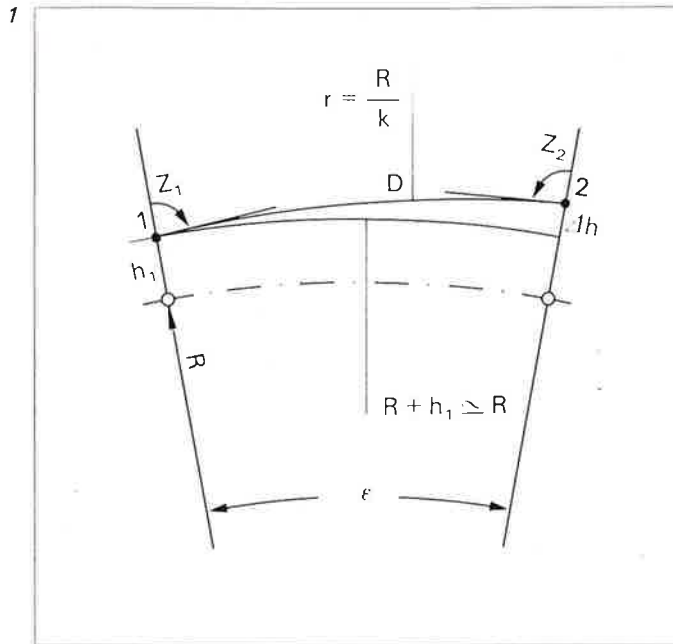
Versuche mit dem motorisierten, trigonometrischen Präzisionsnivellement

M. Kasser, IGN, Paris

Das motorisierte, trigonometrische Nivellement wurde bereits von verschiedenen Gruppen mit unterschiedlichen Ergebnissen durchgeführt und ausgewertet. Es schien uns vom «Département du Nivellement de l'Institut Géographique National», France, deshalb eine interessante Aufgabe zu sein, die Leistungsfähigkeit dieses Verfahrens zur Messung von Höhenunterschieden hinsichtlich Genauigkeit und Schnelligkeit zu untersuchen.

Es lässt sich leicht zeigen, dass der Höhenunterschied Δh zwischen zwei Standorten bei gleichzeitigen gegenseitigen Zenitwinkelbeobachtungen mit Werten Z_1 und Z_2 durch folgende Formel festgelegt wird:

$$\Delta h = D \sin \left(\frac{Z_1 - Z_2}{2} \right) \cos \frac{\varepsilon}{2}$$



- 1 Δh = Höhenunterschied zwischen den beiden Standorten 1 und 2
 D = Schrägdistanzen zwischen den beiden Standorten
 ε = Winkel zwischen den Loten durch die beiden Standorte
 R = Erdradius
 h_1 = Höhe des Standortes 1
 k = Refraktionskoeffizient
 r = Radius der Lichtkurve
 2 DKM 2-A mit Spezialzielmarken
 3 Reflektor auf hydraulisch bewegbarem Stativ

Ausrüstung

Es war beabsichtigt, mit einer schnellen Arbeitsmethode eine maximale Genauigkeit beizubehalten. Dazu benötigten wir eine Ausrüstung mit einem Distanzmessgerät, welches das Durchschlagen des Theodolitfernrohres zur Winkelbeobachtung in beiden Lagen nicht behindert. Wir entschlossen uns deshalb für die Gerätekombination: Sekundentheodolit Kern DKM 2-A mit



elektrooptischem Distanzmesser Kern DM 502. Die gegenseitige Anzielung erfolgte auf ein Paar seitlich an den Objektiven montierten Spezialzielmarken auf der Höhe der optischen Achse (Abb. 2). Zwei Fahrzeuge der motorisierten Nivellierequipe des «IGN» wurden von je einem Fahrer gelenkt, der zusätzlich als Schreiber und Rechner (mit HP-41 CV) fungierte und mit einer Gegensprechanlage Verbindung zum Operateur hatte. Zwischen den Operateuren an den Instrumenten bestand ebenfalls eine Funkverbindung.

Beobachtungsverfahren

Auf ein Zeichen führte man gegenseitig Zenitwinkel-messungen in beiden Fernrohrlagen durch. Nachdem einer der DKM2-A Theodolite durch einen Reflektor ersetzt worden war, wurde die Distanz gemessen (Abb. 3).

Bei der Auswertung berücksichtigte man eine Standardrefraktion und mittels Kalman-Algorithmus überwachte man laufend das Verhalten der Indexfehler beider Theodolite. Anschliessend testete man auch zwei elektronische Theodolite Kern E1 in gleicher Konfiguration.

Schlussfolgerung

Aufgrund der dreiwöchigen Versuche hat es sich gezeigt, dass nach Vergleichen mit vorgängig geometrisch nivellierten Höhen derselben Fixpunkte (Strecken- und Schlauffennivellements) bei einer mittleren Distanz von 610 m zwischen den Standorten und maximalen Längenmessungen von 1600 m der mittlere Fehler pro Kilometer ungefähr 3 mm beträgt. Dieses Resultat ist sehr ermutigend.

Der entsprechende Wert ist bei Verwendung von elektronischen Theodoliten E1, mit der direkten Winkelablesung von 1 mgon (10⁰⁰), ein wenig höher. Die Arbeitsgeschwindigkeit im leicht hügeligen Gelände betrug ohne vorheriges Rekognoszieren 4,5 km pro Stunde.

Durch Optimierung der Ausrüstung kann viel Zeit gewonnen werden, speziell durch Verwendung der elektronischen Theodolite E1 und einem Dateninterface Kern DIF41, mit welchem die Messwerte ohne Zwischenablesung direkt in den Rechner übertragen werden können. Das Fehlerisiko wird dadurch praktisch ausgeschaltet und die Arbeitsleistung kann mit Sicherheit noch wesentlich erhöht werden (ca. 6 km/Stunde). Bereits jetzt ist jedoch ersichtlich, dass mit herkömmlicher Ausrüstung auf diese Weise eine Genauigkeit erreichbar ist, die sehr nahe an diejenige des sogenannten Präzisions-

nivellements herankommt. Auch kann sehr viel schneller beobachtet werden.

Die Vorteile der schnellen Beobachtung und gleichzeitig beachtlichen Genauigkeit des trigonometrischen Nivellierverfahrens sind vor allem in Ländern mit fehlenden Vermessungsgrundlagen, in gebirgigen Gegenden und in tektonisch instabilen Zonen von grosser Bedeutung.

Schliesslich zeigen Untersuchungen, dass die Kosten, trotz hohen Investitionen für die umfangreiche Ausrüstung, pro nivellierten Kilometer 50% geringer sind als beim herkömmlichen geometrischen Nivellement.

Kern Präzision auf höchster Höhe

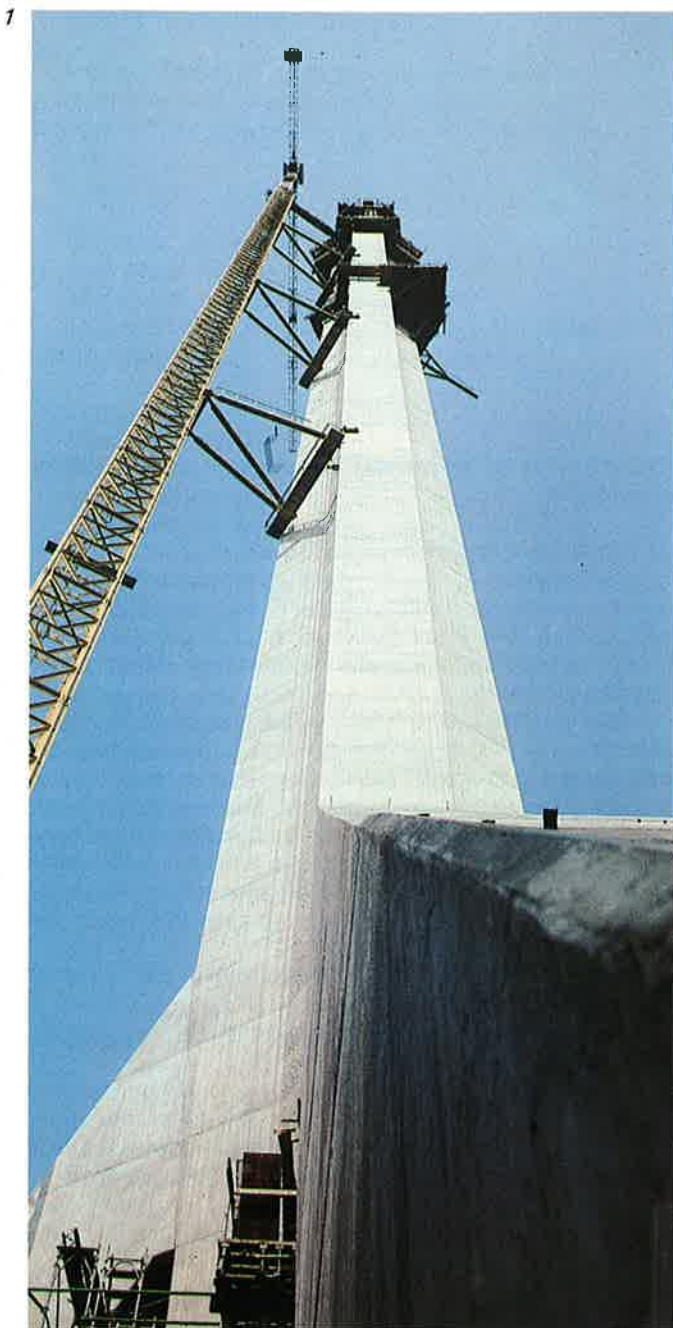
R. Wullschlegler

Gegenwärtig entsteht nordöstlich von Basel auf St. Chrischona unter der Oberbauleitung der PTT der *höchste Turm der Schweiz* (Abb. 1). Unter den welt-höchsten Gebäuden liegt der Turm mit seinen 248 m an elfter Stelle.

Der alte, nur wenige Meter vom Standort der neuen Mehrzweckanlage entfernte Stahlfachwerk-turm (136 m hoch) wurde 1930 als Occasion vom Landessender Beromünster übernommen.

Entwicklung und Aufgabe

Ende der sechziger Jahre zeigte sich, dass die alte Anlage den technischen Anforderungen nicht mehr gewachsen war. Die PTT-Betriebe schrieben einen Projektwettbewerb aus. Mitte Juli 1980 begann man mit der baulichen Realisierung des ausgewählten Projektes. Im September 1982 hatte der Turm die Gesamthöhe der Betonkonstruktion (152 m) erreicht und 1984 ist die



schrittweise Inbetriebnahme der Anlage vorgesehen.

Die Mehrzweckanlage versorgt unter anderem die Nordwestschweiz mit drei schweizerischen Fernseh- und zwei Radioprogrammen. Ferner sind hier wichtige Richtstrahlverbindungen für Programmzubringer von ausländischen Radio- und Fernsehprogrammen zu den Gemeinschaftsantennenanlagen sowie für Telefonverbindungen untergebracht.

Ursprünglich wurde auch die Möglichkeit geprüft, ein drehbares Turmrestaurant einzurichten. St. Chrischona ist eines der wichtigen Naherholungsgebiete der Stadt Basel. Der vermehrte Autoverkehr, den ein Restaurant mit sich brächte, würde in dieser Ruhezone zweifellos sehr störend wirken. Dieser Nachteil und andere Überlegungen haben die verantwortlichen Instanzen bewogen, darauf zu verzichten.

Bauausführung

Der Turm weist einige auffallende Besonderheiten auf. Der Turmschaft hat einen dreisternförmigen Querschnitt und löst sich am Fuss in drei Streben auf. Diese Konstruktion verleiht dem Turm Steifigkeit, eine Forderung, die für die Genauigkeit der Richtstrahlverbindungen von grosser Bedeutung ist.

Die Ausbauten am Turm sind asymmetrisch angeordnet. Der Apparateraum und ein Wasserreservoir hängen einseitig, rucksackähnlich an der Nordseite des Turmes.

Der 152 m hohe Turmschaft wurde mit einer Kletterschalung in 51 Etappen à zirka 2,8 m Höhe erstellt. Der 96 m hohe Stahlmast besteht aus 1,6 bis 2,7 m dicken Stahlrohren.

Vermessung

Neben verschiedenen Kontrollmessungen (vor allem Setzungsnivellements) seitens der Oberbauleitung, ist die Firma Gruner AG für die Bauvermessung verantwortlich.

Als Grundlage für alle Absteckungen wurde ein Basisdreieck bestimmt und ausgeglichen. In der Mitte des Dreiecks kam der Turm zu stehen. In den Eckpunkten des Dreiecks wurden Betonpfeiler mit aufgeschraubten Kern-Zentrierplatten eingerichtet.

Die Absteckung der Fundamente, die Vermessung des Freivorbaus der drei Streben und die Kontrolle des Turmschaftes bis ungefähr 40 m Höhe wurden vom Basisdreieck aus und einem zusätzlichen Fixpunkt auf dem alten Turm bewältigt.



Für das Hochziehen des Turmschaftes wurden im Erdgeschoss der drei Turmflügel 13 Konsolen mit Kern-Zentrierplatten installiert. Diese wurden mit kurzen Präzisionspolygonzügen lagemässig bestimmt. Einige Meter unter den Konsolen befestigte man beleuchtbare Glasmarken. Diese dienten am Anfang zur Nadirlotung, verloren dann ihre Bedeutung und dienten nur noch als Rückversicherung der Zentrierplatten.

Schlechte Sichtverhältnisse an der Mauerkrone (Kontrolle zum Teil unter der Schalung) veranlassten die Ingenieure, auf Höhen zwischen 60 und 80 m, Zwischenkonsolen zu befestigen.

Mit zwei optischen Präzisionsloten Kern OL für gleichzeitiges Auf- und Abloten wurde die Kletterschalung am Turmende eingerichtet. Dabei wurde mit dem optischen Präzisionslot an der Mauerkrone ein Meterstab mit Schiebemarke einvisiert und der Ist-Abstich auf das Bauwerk abgelesen. Aus dem Vergleich Ist/Soll-Abstich ergab sich jeweils die Korrektur an der Kletterschalung, welche vom Unternehmer hydraulisch vorgetrieben wurde.

Die Höhen wurden mit dem Messband am betonierten Turm, ausgehend von Fixpunkthöhen, vertikal abgetragen und angerissen.

Für die Ausbauten, welche im Frühling 1983 in Angriff genommen werden, bestimmt man auf der Turmkrone das Zentrum des Bauwerkes, als Ausgangspunkt für die Absteckung der untersten Plattform. Nach Ausbau dieser Plattform werden darauf weitere Lotfusspunkte bestimmt, welche dann durch Aussparungen in Schalung und Decke nach oben gelotet werden. Mit Hilfe

dieser Punkte wird auch das Schnurgerüst für die Wände abgesteckt.

Optimale Instrumentenwahl

Der Standort der beiden Kern OL muss, bedingt durch das etappenweise Betonieren der Schächte, oft gewechselt werden. Die Zwangszentrierung mit der Kern-Zentrierplatte beschleunigt und erleichtert das Einrichten des Gerätes erheblich.

Das manuell horizontierbare Gerät ist durch den äusserst grossen Verstellbereich der Fusschrauben bequem und wegen ständiger Vibration des Turmes einem automatischen vorzuziehen. Das Kern OL besitzt für beide Lotrichtungen ein eigenes Fernrohr. Um die robuste Bauart des Instrumentes, die für solche Einsätze unerlässlich ist, zu ermöglichen, wurde auf die bewegliche Umlenkvorrichtung für den Strahlengang zum Wechseln der Lotrichtung verzichtet.

Die Empfindlichkeit der Röhrenlibelle (20"/2 mm) garantiert einen mittleren Fehler einer Lotung auf 100 m von 2 mm. Die geforderte Genauigkeit wurde damit erfüllt.

Dank dem Einsatz solch einfacher und hochpräziser Instrumente gelingt es heute dem Ingenieur, mit minimalem Aufwand die Geometrie eines Bauwerkes von gigantischem Ausmass in den Griff zu bekommen.

Zeitschriftenschau

Unsere Zeitschriftenschau soll unter anderem Hinweise auf weitere Artikel geben, die sich ebenfalls mit dem Problembereich unserer Reportagen beschäftigen.

Vermessungstechnik, Nr. 11/81

Dipl. Ing. I. Keller

Motorisiertes Präzisionsnivellement

Es wird über Erfahrungen mit dem geometrischen, motorisierten Präzisionsnivellement berichtet.

Vermessungstechnik, Nr. 11/81

Dipl. Ing. J. Müller

*Gleitbauüberwachung eines hohen
Industrieschornsteines*

Beschreibung eines rationellen, kombinierten Einsatzes von Präzisionslot und Theodolit zur Überwachung von Eigenbewegungen beim Errichten von Industrieschornsteinen.

Zeitschrift für Vermessungswesen, Nr. 4/82

N. Bartelme, B. Hoffmann-Wellenhof und P. Meissl

*Geodäsiesystem für interaktive Verarbeitung
automatisch registrierter Messdaten*

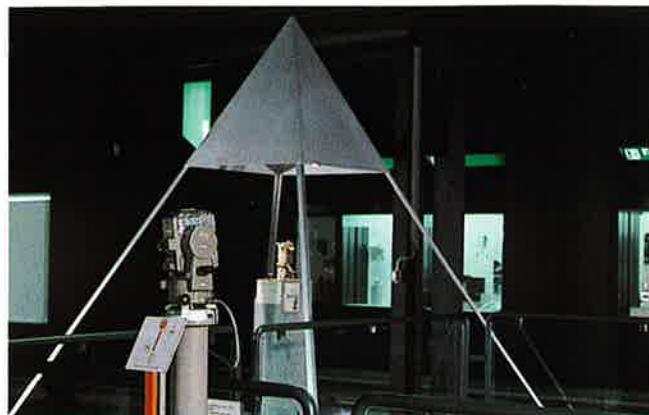
Ein Geodäsiesystem für die Verwaltung und interaktive Verarbeitung von automatisch registrierten Messdaten auf Tischrechnern wird vorgestellt.

Neues in Kürze

Kern im Technorama

Als «Technisches Museum der Schweiz» will das Technorama in Winterthur (CH) Technik und Wissenschaft in lebendiger Weise darstellen.

Im Ausstellungsgebäude werden unter anderem die Bereiche Energie, Textiltechnik, Chemie und Physik auf klare und umfassende Art gezeigt. Ein trigonometrisches



Signal im Sektor Physik weist auf die Vermessung hin.

Vom Kern-Theodolit, der für die Bauabsteckung des Simplontunnels 1898 Verwendung fand, bis zur Dopplernavigation mit Satelliten erhält der Besucher auf rund 200 m² Ausstellungsfläche ein eindruckliches Bild über die historische Entwicklung der Vermessungsinstrumente. Schaukästen informieren über die Landestriangulation, die Kartenherstellung, das Landinformationssystem (LIS) und andere Aufgaben des Vermessers.

Am Theodolit kann der wissbegierige Schüler Winkel messen, auf elektrooptischem Weg eine Distanz bestimmen (Distanzmesser Kern DM 502) oder mit einem automatischen Nivellier eine Höhe ablesen (automatisches Universalnivellier Kern GK 2-A).

Dem Grundgedanken der Ausstellungsplaner, die gezeigten Objekte dem Besucher zum Benützen zu überlassen, konnte so voll entsprochen werden.

Zusammen mit andern Firmen und Institutionen der Branche gibt Kern kurzweilig und leicht verständlich einen Einblick ins Vermessungswesen.

Das Technorama, einerseits ein Ort der Rückschau und besinnlicher Betrachtung, will andererseits zur Auseinandersetzung mit der Technik und ihren Problemen, mit denen wir heute konfrontiert sind, anregen.

FIG-Kongress 1983 in Sofia

Vom 19. bis 28. Juni 1983 findet im neuen Kulturpalast in der bulgarischen Hauptstadt Sofia der XVII. Internationale Kongress der Vermessungsingenieure (FIG) statt. Das FIG-Mitglied Bulgarien übernahm für die laufende Amtsperiode (1982–84) das Präsidium. Es handelt



sich um den ersten FIG-Kongress in Osteuropa. Seit der Gründung des CP (Comité permanent) im Jahre 1926 wurden jedoch schon sieben CP-Sitzungen im östlichen Teil Europas durchgeführt.

Die neun Fachkommissionen werden während zehn Tagen unter dem Generalthema «Der Vermessungsingenieur und die Raumordnung und Stadtplanung» in zahlreichen Sitzungen und Vorträgen die neuesten Leistungen von Wissenschaft und Technik erörtern.

Es sind auch Fachexkursionen und Besichtigungen von verschiedenen Dienststellen sowie von Forschungs- und Produktionsstätten in Sofia geplant.

Eine grosse internationale Ausstellung geodätischer, photogrammetrischer und kartographischer Geräte wird das versammelte Fachpublikum über die neuesten Technologien im Vermessungssektor orientieren. Auch Kern wird in Sofia die allerneuesten Erzeugnisse und letzten Möglichkeiten des modularen Gerätesystems Kern präsentieren.

Die Organisatoren des FIG-Kongresses werden alles daran setzen, den Aufenthalt der Kongressteilnehmer in Bulgarien auch gesellschaftlich so angenehm wie möglich zu gestalten. Zwischen den Sitzungen werden die Besucher Gelegenheit haben, das alte Sofia mit seinen historischen Sehenswürdigkeiten oder die malerische Umgebung der Hauptstadt zu besuchen, und den Abend in einem Spezialitätenrestaurant, Konzert oder Theater zu geniessen.

IX. Nationale Versammlung der Funktionäre der Katasterämter in Oaxaca, Mexico

Vom 20. bis 21. Mai 1982 fand in Oaxaca die IX. nationale Versammlung der Funktionäre der Katasterämter statt.

An dieser Versammlung wurde beschlossen, für jeden Staat rechtliche, technische und organisatorische Richtlinien auszuarbeiten, damit die Erstellung des Katasters wirkungsvoller vorangetrieben werden kann.

Direktoren der Katasterämter, Ingenieure und Techniker aus 25 Staaten der mexikanischen Republik nahmen an den Arbeitstagen teil. Die Firma Kern & Co. AG wurde durch Ing. D. Deagostini vertreten, der ein Referat über das System MAPS 200 und dessen Anwendung im Kataster hielt.

Unser Vertreter in Mexico, die Firma Horr y Choperena Sucrs. S. A., führte das Stereoauswertegerät PG 2, das neue graphische Peripheriegerät GP 1 und das System MAPS 200 mit Mikrocomputer vor. Die verschiedenen Vorführungen dieses modernen Systems wurden von den Versammlungsteilnehmern mit grossem Interesse verfolgt.

Internationale Handelsmesse 1982, Zimbabwe

Ende April fand in Bulawayo, Zimbabwe, die grösste und wichtigste Handelsmesse des südlichen Afrika statt.

Unsere Vertretung Interquip in Harare (Salisbury) und Bulawayo präsentierte das ganze Verkaufsprogramm der Kern Vermessungsinstrumente.

Vorgängig führte unser Verkaufsingenieur, Herr Lardelli, das modulare Gerätesystem Kern vor.



Wie die Teilnehmer dieser Vorführung und die zahlreichen, interessierten Besucher des Kern-Ausstellungsstandes bestätigten, ist ein grosses Bedürfnis an Vermessungsgeräten vorhanden. Insbesondere elektrooptische Distanzmesser, wie der Kern DM 502 sowie der auch auf Fremdtheodolite aufsetzbare DM 102, sind geeignet, die umfangreichen Vermessungsprobleme im Land zu bewältigen.

Neue Kern-Vertretung in den Niederlanden

Am 1. Januar 1982 hat die Firma ASPA-Instrumenten BV in Utrecht den Vertrieb unserer Vermessungsinstrumente und photogrammetrischen Geräte in den Niederlanden übernommen. Herr H. B. Gadella ist als Verkaufsleiter für die Kundenbetreuung verantwortlich.

Die Firma ASPA ist ein Tochterunternehmen der Samas-Gruppe NV in Maarssenbroek, welche gesamt-haft etwa 1100 Mitarbeiter beschäftigt. ASPA BV Utrecht ist der Hauptsitz von acht niederländischen Zweigstellen. Sie verkaufen unter anderem Büro- und Zeichenmaterialien und werden sich zukünftig auch den Wünschen und Problemen der Kern-Kunden annehmen.

Für den Verkauf und die technische Beratung ist die ASPA Utrecht zuständig (Tel. 030 43 91 39). Wir zweifeln nicht daran, dass die Dienstleistungen unserer neuen Vertretung von den Kunden geschätzt und für den Verkauf unserer Produkte in den Niederlanden von Nutzen sein werden.



Kern DM 502 – Messgenauigkeit erhöht

Der elektrooptische Distanzmesser Kern DM 502 misst jetzt noch genauer!

Im Zuge der technischen Verbesserungen konnte die Messgenauigkeit des elektrooptischen Distanzmessgerätes Kern DM 502

- von $\pm (5 \text{ mm} + 5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$
- auf $\pm (3 \text{ mm} + 5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$

erhöht werden.

Der elektrooptische Distanzmesser Kern DM 502 lässt sich somit für Spezialvermessungen höchster Genauigkeit einsetzen.

Damit erweist sich der modulare Aufbau des Gerätesystems erneut als vorteilhaft. Kann doch mit dem einen Baustein des Systems die Genauigkeit von vier Kern Tachymeterkombinationen gesteigert werden (DM 502 mit DKM 2-A, K1-S, K1-M oder E1).



Id.: *Dime 0*

Name: *Institute of photogrammetry TU Budapest*

Date: *2.11.1982*

Contents: *MAPS 200 for DSR 1/PG 2*

718.150.0077

Version 1.2



Copyright ©

Das ist das Kern MAPS 200...

Das rechnerunterstützte Kartiersystem Kern MAPS 200 ermöglicht die gleichzeitige Produktion eines reingezeichneten Manuskripts und einer kompletten, editierten digitalen Datenbank ● MAPS 200 ist ein leistungsfähiges Werkzeug für alle mit Impulsgebung ausgerüsteten Auswertegeräte. Seine Programme sind durch eine ausgesprochen benutzerfreundliche Menütechnik leicht zu handhaben. Traum jedes Photogrameters ist es, einen mühelosen Überblick über sämtliche Arbeitsvorgänge seines Systems zu erhalten: MAPS 200 ermöglicht ihm das ● Schnelle und noch genauere absolute Orientierung der Stereoauswertegeräte PG 2 und PG 3 erfolgt nach der Methode der kleinsten Quadrate ● Mit dem Programm zur Blattvorbereitung kann praktisch jeder Strich- oder Symbolcharakter für die Darstellung des Koordinatennetzes und der Passpunkte gewählt werden ● Für eine vollständige digitale und graphische Kartierung stehen fünf verschiedene Arten der Auswertung zur Verfügung ● Vom Benutzer können bis zu 999 Linienarten und 999 Symbole spezifiziert und gespeichert werden. Das Programm unterstützt den Operateur ausserdem beim Zeichnen von rechtwinkligen Gebäuden, parallelen oder punktierten Linien, bei Flächenberechnungen usw. ● Fehler können sofort durch Editierbefehle in der Datei behoben werden ● MAPS 200 ermöglicht es, mit den automatischen Zeichentischen Kern GP 1 und AT rationell präzise graphische Unterlagen herzustellen.

