



## *Inhalt*

### *Vermessungen für den Bau des Heitersbergtunnels*                      *Seite 3*

Ein interessantes und verantwortungsvolles Gebiet der Vermessung sind Aufgaben im Zusammenhang mit dem Tunnelbau. Dieser Aufsatz vermittelt einen Abriss über die Problemstellung und deren Lösungen am Beispiel des fast 5 km langen Heitersbergtunnels der Schweizerischen Bundesbahnen.

### *Prüfstrecken für elektro-optische Entfernungsmessgeräte*                      *Seite 6*

Die Genauigkeit von elektro-optischen Entfernungsmessgeräten hängt im wesentlichen ab von der Modulationsfrequenz, der Additionskonstanten und den periodischen Fehlern. Der Artikel beschreibt die Prüfstrecken der Firma Kern und gibt Hinweise, wie auch der Benutzer selbst die Additionskonstante und die periodischen Fehler überprüfen kann.

### *Neues in Kürze*                                      *Seite 10*

### *Neues elektro-optisches Präzisions-Distanzmessgerät, Kern ME 3000*                                      *Seite 12*

Titelbild: Kurz nach dem Durchschlag des Heitersbergtunnels. Die gewaltige Tunnelbohrmaschine mit ihrem Durchmesser von über 10 m hat nach 2,6 km ihr Ziel erreicht. Die anschließende Durchschlagmessung wird über die Genauigkeit des Vortriebes Aufschluss geben. (Photo Ed. B. Schucht, Zürich)

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

## Vermessungen für den Bau des Heitersbergtunnels

Die im Bau befindliche Heitersberglinie ist ein Teil der zukünftigen Fernschnellverkehrslinie Zürich–Bern im Liniennetz der Schweizerischen Bundesbahnen. Das Kernstück in diesem Streckenabschnitt ist der 4,9 km lange Heitersbergtunnel, der in dreieinhalbjähriger Bauzeit von beiden Seiten in verschiedenen Bauverfahren vorgetrieben wurde. Die ersten 600 m im östlichen Teil sind im Tagbau erstellt. Anschliessend folgt ein 2,6 km langer Abschnitt; dabei kam eine Tunnelbohrmaschine mit 10,6 m

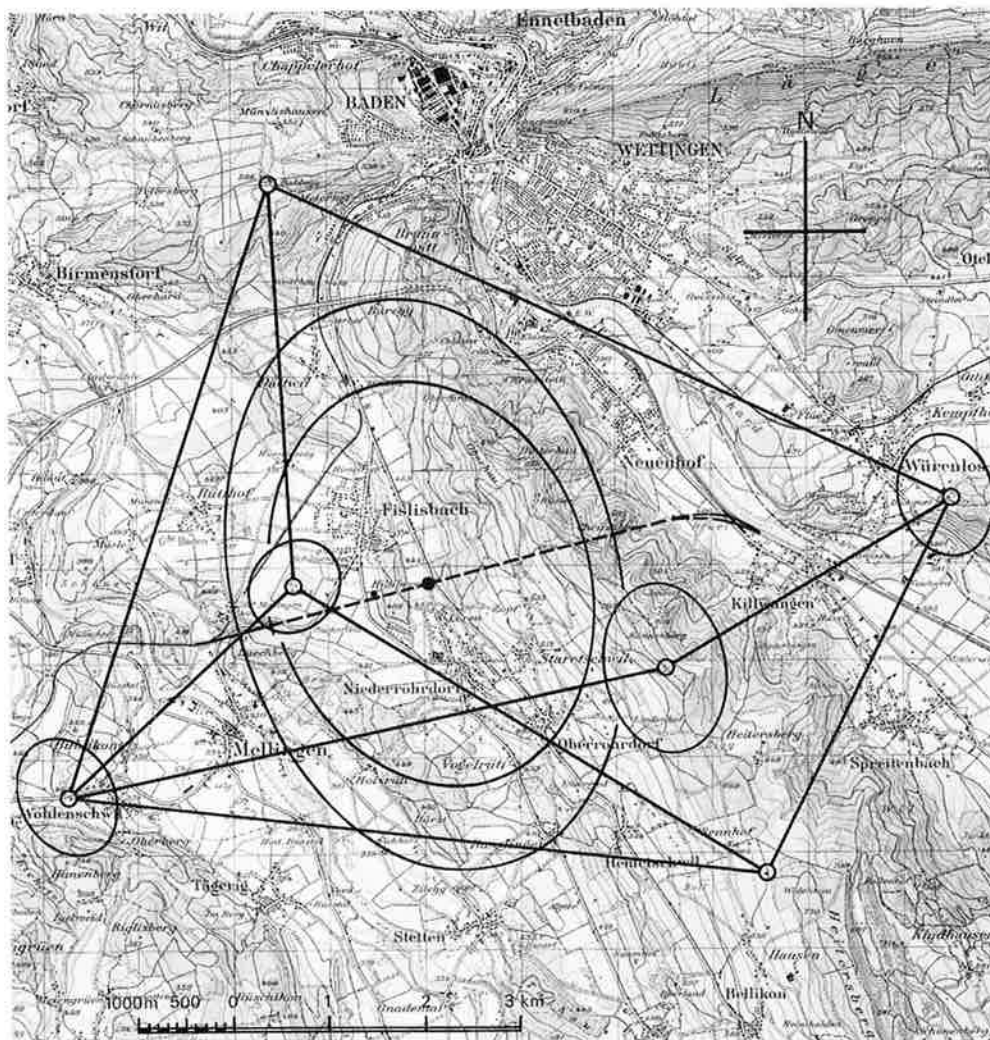


Abb. 1  
Netz Heitersberg, Fehlerellipsen im Massstab 1:1  
(Reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopografie vom 12. November 1973)

Durchmesser zum Einsatz. Von Westen her erfolgte der Ausbruch mit Hilfe eines Schildes mit 11,3 m Durchmesser.

Die Lösung der mit dem Bau des Tunnels in Zusammenhang stehenden Vermessungsaufgaben erforderten hohe Genauigkeiten. Das umfangreiche Messprogramm umfasst die Problemkreise: Grundlagenvermessung, Absteckung für den Vortrieb, Profilaufnahmen für die Feststellung von Form und Lage des effektiven Ausbauprofils, Felsdeformationsmessungen und Absteckung der Geleise- und der übrigen Bahnanlagen.

Bei den gewählten Vortriebsmethoden, bei denen unmittelbar nach dem Ausbruch laufend die Gewölbe und die Geleiseplatten eingebaut werden, ist eine

nachträgliche Achskorrektur nicht mehr möglich. Dies gilt insbesondere für Eisenbahntunnels mit schotterlosem Geleiseeinbau, wo die Abweichungen nicht wie bei Strassentunnels durch veränderliche Breite der seitlichen Gehwege ausgeglichen werden können. Diese Tatsachen veranlassten die Projektverfasser, die Toleranz im Durchschlagpunkt im Sinne des dreifachen mittleren Querfehlers mit  $\pm 15$  cm und des dreifachen mittleren Höhenfehlers mit  $\pm 3$  cm vorzuschreiben.

Um diese relativ hohe Durchschlagsgenauigkeit zu erreichen, stützte man sich nicht auf die bestehenden Punkte der Landes-Triangulation III. Ordnung. Sie sind im Raum des Heitersberges in ungenügender Anzahl vorhanden und in

ihrer Lage deshalb unsicher, weil ihre Bestimmung nicht in direktem Zusammenhang erfolgte. Man entschloss sich deshalb, die Portalpunkte mit einem einfachen, steifen Netz zu verbinden.

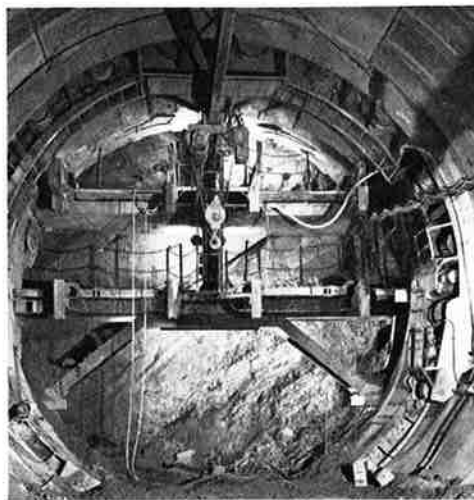
Aufgrund von Rekognoszierungen im Frühjahr 1968 entstand ein Netz von 6 Punkten. Um genaue und möglichst dauerhafte Instrumentenstationen zu erhalten, wurden sämtliche Netzpunkte mit Messpeilern und darauf eingeschraubten Kern-Zentrierplatten versichert.

Die *Richtungsmessungen* erfolgten mit einem Präzisionstheodolit Kern DKM 3 in 4 Sätzen pro Station. Die Beobachtungen wurden zeitweise durch Frühjahrsnebel und durch starkes Gegenlicht erschwert.

Für die *Distanzmessung* benützte man ein Geodimeter Modell 6. Insgesamt waren 14 Distanzen zwischen 3,2 und 7,8 km zu messen. Der Einsatz von Kleinfunkgeräten erwies sich dabei als sehr nützlich. Auf eine vollständige Höhenwinkelmessung im Netz konnte verzichtet werden. Für die Reduktion der Distanzen genügte es, die Pfeilerhöhen von benachbarten Punkten der Landestriangulation aus mit einem Nivellement oder einer Höhenwinkelmessung zu bestimmen.



2



3

Abb. 2  
Station im Netz Heitersberg. Für die Richtungsmessung wurde ein Präzisionstheodolit Kern DKM 3 benützt.

Abb. 3  
Im Westteil erfolgte der Tunnelausbruch mit Hilfe eines Schildes von 11,3 m Durchmesser.

Abb. 4  
Für die Absteckung der Geleise- und der übrigen Bahnanlagen waren über 1000 Punkte notwendig.

Die Netzausgleichung erfolgte auf einer Grossrechenanlage mit einem Programm von Dr. H. Aeschlimann. Ein in die Ausgleichung eingehendes Richtungsmittel mit einem mittleren Fehler von  $\pm 2''$  und eine einmal gemessene Distanz mit einem mittleren Fehler von  $\pm 1$  cm erhielten die Gewichtseinheit  $p=1$  zugeordnet. Für die Ausgleichsrechnung der 6 Netzpunkte standen 22 Richtungen und 16 Distanzen zur Verfügung. Die Anzahl der überschüssigen Messungen betrug 20. Mit der Ausgleichung versuchte man das freie Netz bestmöglich in die bestehende Triangulation einzupassen, damit sich bei der Absteckung der Geleiseanlagen ausserhalb des Tunnelbereiches keine spürbaren Zwänge ergeben. Die mittleren Fehler nach der Ausgleichung betragen  $\pm 1,7''$  für die Richtungen und  $\pm 0,8$  cm für eine einmal gemessene Distanz. Die mittleren Koordinatenfehler sind aus den Fehlerellipsen in Abb. 1 ersichtlich. Der Genauigkeitsvoranschlag im Durchschlagspunkt ergab mittlere Fehler für die Länge von  $\pm 3,7$  cm, für die Querrichtung von  $\pm 5,5$  cm und für die Höhe von  $\pm 1$  cm.

Als Ausgang für die Höhenlage aller Bauwerke im Bereich der beiden Portale und für die Höhenübertragung im Tunnel wurden auf beiden Seiten Höhenfixpunkte versichert und an das eidgenössische Landesnivellement angeschlossen.

Die Ausrichtung der Vortriebsmaschinen war grundsätzlich Aufgabe der Unternehmungen. In den Kurven und in der

Tagbaustrecke wurden ihnen dazu von der Bauleitung alle 20 m die Achspunkte angegeben. In den übrigen Vortriebsstrecken bestimmte die Bauleitung Polygonpunkte in Abständen von ungefähr 100 m, die messtechnisch und rechnerisch zu einem übergeordneten Zug von 300 m Seitenlänge zusammengefasst sind. Als Instrumente kamen dazu ein Kern DKM 2-A für die Richtungsmessung und der neue elektro-optische Distanzmesser Kern DM 1000 zum Einsatz. Trotz den erschwerenden Verhältnissen bei Messungen unter Tag funktionierten die Geräte zur vollen Zufriedenheit; Wiederholungsmessungen zeigten keine nennenswerten Abweichungen.

Anlässlich der Durchschlagsmessung am 4. November 1972 wurden die Koordinaten des Durchschlagspunktes einerseits über den Polygonzug West mit 6 Seiten und andererseits über den Polygonzug Ost mit 10 Seiten bestimmt. Der definitive Durchschlagsfehler ergab sich dabei aus den Koordinatendifferenzen mit 3,4 cm in der Länge, 7,1 cm in der Querrichtung und 0,6 cm in der Höhe. Diese Abweichungen entsprechen den mittleren Fehlern des Genauigkeitsvoranschlages und liegen deshalb weit innerhalb der Toleranz. Nur in Querrichtung übertraf der Abschlussfehler den erwarteten mittleren Fehler, was auf die grössere Anzahl der notwendigen Polygonseiten zurückzuführen ist; im Westteil waren ursprünglich 4 und im Ostteil 6 Seiten vorgesehen.

Für die Absteckung der Geleise- und der übrigen Bahnanlagen fasste man alle Haupt- und Nebenpolygone zu einem gemeinsamen, durchgehenden Zug zusammen, um darauf die polaren Absteckungselemente zu transformieren. Die vorgeschriebene Lagegenauigkeit der Geleisepunkte quer zur Achse betrug  $\pm 2$  mm. Die Absteckung der Geleise- und der übrigen Bahnanlagen im Tunnelbereich umfasste über 1000 Punkte. Auch dazu wurde der Sekundentheodolit Kern DKM 2-A für die Richtungsmessung verwendet, während für die Messung der meist kurzen Distanzen das Messband genügte.

Dieser Artikel entstand nach Angaben der Matthias AG Ingenieurbüro SIA & Ingenieurgeometer in Lenzburg.



4

## Prüfstrecken für elektro-optische Entfernungsmessgeräte

Bekanntlich stellt die Firma Kern seit einiger Zeit einen vollautomatischen elektro-optischen Distanzmesser mit der Bezeichnung DM 1000 her. Er wurde im Bulletin Nr. 18 ausführlich beschrieben. In diesem Jahr kam ein zweites Gerät dazu, das in Zusammenarbeit mit der englischen Firma Com-Rad in Slough hergestellt wird und wofür Kern die Exklusivrechte für Herstellung und Vertrieb besitzt. Es ist das vom «National Physical Laboratory» (NPL) entwickelte Mekometer ME 3000 für Messungen höchster Präzision mit Genauigkeiten bis zu wenigen Zehntelmillimetern. In nächster Zukunft wird ein drittes Gerät, der DM 500, für Kurzstrecken bis etwa 500 m die Reihe vervollständigen. Der DM 500 kann auf

das Fernrohr des Sekundentheodolits DKM 2-A aufgesteckt werden.

Die Messgenauigkeit eines elektro-optischen Distanzmessers hängt hauptsächlich von drei Grössen ab: der Modulationsfrequenz, der Additionskonstanten und den periodischen Fehlern. Die Modulationsfrequenz bestimmt den Massstab. Die Additionskonstante berücksichtigt den Unterschied zwischen Messwert und tatsächlicher Distanz bei richtiger Modulationsfrequenz und für Distanzen, die ein ganzzahliges Vielfaches einer halben Modulationswellenlänge sind. Die periodischen Fehler haben eine Periode von der halben Länge einer Modulationswelle. Sie sind mit den Fehlern von Kreis-mikrometern in Theodoliten zu vergleichen.

Grundsätzlich besteht die Justierung eines elektronischen Distanzmessers darin, dass die auf Prüfstrecken gewonnenen Messwerte durch eine Funktion der tatsächlichen Längen und der unbekanntesten Justierwerte approximiert werden. Eine gemeinsame Bestimmung aller Justierwerte ist wenig sinnvoll, da dadurch alle Justierwerte untereinander abhängig werden und deshalb gute Resultate nur innerhalb des geprüften Distanzbereiches zu erwarten sind. Da die Modulationsfrequenz praktisch mit beliebiger Genauigkeit mit Hilfe eines Frequenzmessers im Labor bestimmt werden kann, wird sie besser vorgängig der Messungen auf Prüfstrecken eingestellt. Für die Bestimmung der Additionskonstanten und der

periodischen Fehler ist man hingegen auf Prüfstrecken angewiesen; dabei ist es zweckmässig, Additionskonstante und periodische Fehler wiederum getrennt zu bestimmen.

### Additionskonstante

Der Bestimmung der Additionskonstanten liegt folgende Überlegung zu Grunde:



Man teilt eine Strecke AC, deren Länge nicht bekannt ist, in zwei ebenfalls unbekannteste Teilstrecken AB und BC auf. Die unbekannteste Additionskonstante sei  $a$ , die Messwerte auf den drei Strecken seien  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  und  $\overline{BC}$ . Damit lassen sich folgende Gleichungen aufstellen:

$$\begin{aligned} AB &= \overline{AB} + a \\ BC &= \overline{BC} + a \\ AC &= \overline{AC} + a \end{aligned}$$

Da  $AB + BC = AC$  ist, ergibt sich:

$$\begin{aligned} \overline{AB} + a + \overline{BC} + a &= \overline{AC} + a \\ a &= \overline{AC} - (\overline{AB} + \overline{BC}) \end{aligned}$$

Bei genauer Modulationsfrequenz und den periodischen Fehlern Null an den Messwerten lassen sich die unbekanntesten Distanzen AB, BC und AC durch Einsetzen von  $a$  in die drei ersten Gleichungen bestimmen.

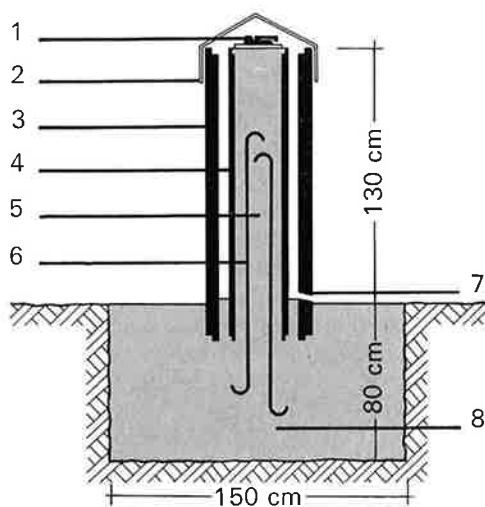


Abb. 1  
Verteilung der Pfeiler



Abb. 2  
Verteilung der möglichen Zwischendistanzen

Abb. 3  
Aufbau eines Messpfeilers  
Kern-Zentrierplatte Nr. 115.105.0010 (1), Blechdeckel (2),  
Schutzrohr  $\varnothing$  55 cm (3), Pfeilerrohr  $\varnothing$  35 cm (4), Beton-  
füllung (5), 4 Armierungseisen  $\varnothing$  8 mm, 120 cm lang (6),  
Wasserabzug (7), Pfeilerfundament (8)



An Stelle von 3 Punkten umfasst die Prüfstrecke der Firma Kern zur Bestimmung der Additionskonstanten insgesamt 7 Punkte (Abb. 1 und 4). Darauf sind 21 unabhängige Distanzmessungen möglich (Abb. 2), was bei 7 Unbekannten (6 Strecken, 1 Additionskonstante) 14 überschüssige Messungen ergibt.

Die 7 Unbekannten werden durch Ausgleichung auf einem Computer berech-

net. Die 6 unbekannt Streckenlängen werden mit jedem zu prüfenden Gerät neu bestimmt. Da die Pfeiler als fest betrachtet werden dürfen, geben die Streckenänderungen Aufschluss über die Genauigkeit der Frequenzeinstellung. Aus der Ausgleichung ergibt sich überdies noch die Phasemessgenauigkeit des geprüften Gerätes, die bei geeigneter Anordnung der Prüfstrecken frei von Einflüssen periodischer Fehler ist. Die 7 Punkte der Prüfstrecke sind auf Betonpfeilern durch Zentrierplatten versichert (Abb. 3). Die Punktversicherung wird durch einen abschliessbaren Blechdeckel vor Witterungseinflüssen und allzu handgreiflicher Betrachtung und Beschädigung geschützt. Die Abstände wurden so gewählt, dass alle Zwischendistanzen verschieden lang werden und dass sie nach Möglichkeit gleichmässig zwischen der grössten und kleinsten Länge verteilt werden.

Tabelle über die möglichen Zwischen-  
distanzen in Meter

Pfeiler	1	2	3	4	5	6	7
1	0						
2	30	0					
3	100	70	0				
4	180	150	80	0			
5	300	270	200	120	0		
6	470	440	370	290	170	0	
7	520	490	420	340	220	50	0

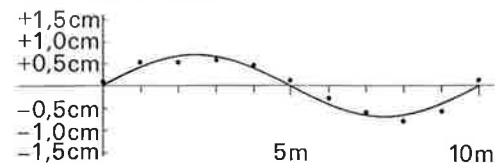


Abb. 4  
Die Prüfstrecke zur Bestimmung der Additionskonstanten

Die Additionskonstante bezieht sich auf die Kombination Gerät-Reflektor. Sie wird nach der Bestimmung am Gerät eingestellt, so dass sie bei späteren Messungen nicht mehr berücksichtigt werden muss.

#### *Periodische Fehler*

Die periodischen Fehler haben ihre Ursache in gegenseitiger Beeinflussung von Sender, Empfänger und Phasenmesser. Da der elektrische Zustand des Gerätes nach Abstimmung der Signalintensität auf ein bestimmtes Mass sich nach einer halben Modulationswellenlänge wiederholt, weisen die Fehler wegen gegenseitiger Beeinflussung der Baugruppen dieselbe Periode auf. Besonders ausgeprägt sind die periodischen Fehler in den Geräten mit elektronischer Phasenmessung. Hingegen übersteigen bei Geräten mit optisch-mechanischer Phasenmessung, wie beispielsweise im Mekometer, die periodischen Fehler die Messgenauigkeit nicht.





Werden die Fehler als Funktion der Entfernung aufgetragen, so ergibt sich eine sinusähnliche Kurve. Die Periode beträgt beim DM 500 und DM 1000 entsprechend der halben Modulationswellenlänge 10 m. Für die Justierung wird dem Messsignal ein sinusförmiges Kompensationsignal mit einstellbarer Amplitude und Phase überlagert. Dazu ist eine Prüfstrecke notwendig, die aus einer Reihe, bequemerweise über mindestens eine Periode verteilte und gegeneinander genau bekannter Punkte besteht. Die Gesamtdistanz zwischen Gerät und Reflektor ist ohne Bedeutung, da der genaue Verlauf der Fehlerkurve durch Messung genauer Distanzdifferenzen bereits erfasst wird.

Die Prüfstrecke der Firma Kern für periodische Fehler ist 30 m lang. Eine Messung über die 3 halben Modulationswellenlängen ist aus beliebiger Entfernung bis 100 m möglich. Die Prüfstrecke selbst besteht aus einer Schiene, auf der alle Meter ein Punkt versichert ist. Pro Periode ergeben sich somit 10 Messpunkte. Da die Erfahrung zeigt, dass die Phasenwinkel der periodischen Fehler aller Geräte zwischen 0 und 20° liegen, sind zur bequemerer Justierung noch in der Nähe des Maximums und Minimums der Fehlerkurve, das heisst bei 2,5 m und 7,5 m, Messpunkte vorhanden.

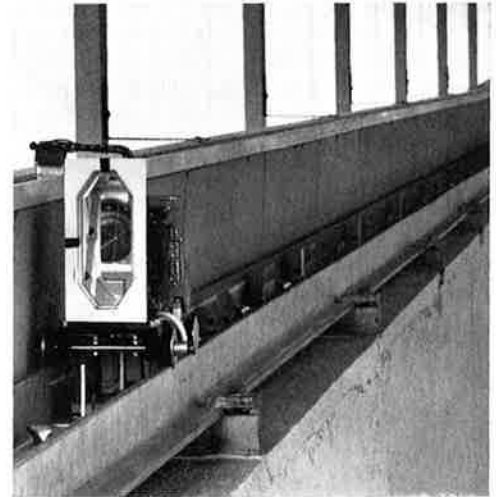
Um den Reflektor nicht nach jeder Messung manuell um einen Meter versetzen zu müssen, wurde ein Messwagen konstruiert, der diese Arbeit übernimmt.

Er kann von einem Schaltpult am Beobachtungsort ferngesteuert werden. Dort wird auch die Position des Messwagens mit dem Reflektor automatisch angezeigt. Die genaue Positionierung des Messwagens erfolgt durch zwei berührungslöse Schlitzinitiatoren. Nachdem der Wagen vom Steuerpult aus den Startbefehl erhalten hat, fährt er, angetrieben von einem Schrittmotor, mit Normalgeschwindigkeit, bis durch einen Impuls vom ersten Schlitzinitiator auf Langsamfahrt geschaltet wird. Der Impuls zum Anhalten des Motors wird von einer genau positionierten Schiene über den zweiten Schlitzinitiator ausgelöst. Damit bei Vor- und Rückwärtsfahrt die gleiche Position erreicht wird, musste die Ausrollstrecke bei der Positionierung der Schiene berücksichtigt werden. Die Anfahrgenauigkeit eines bestimmten Punktes liegt unter einem Millimeter.

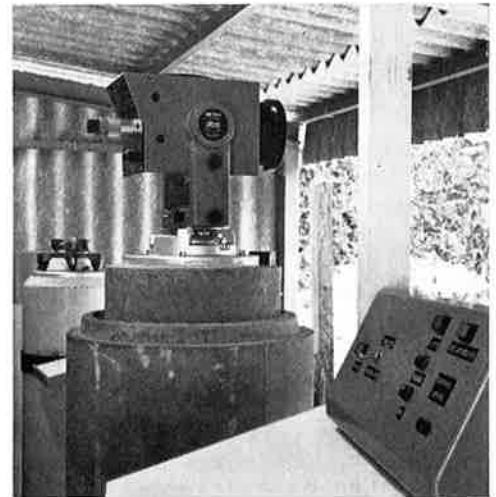
Auf dieser Prüfstrecke wird der sinusförmige Anteil des periodischen Fehlers durch das einstellbare Kompensations-signal wegjustiert. Die übrigbleibenden Fehler liegen in der Grössenordnung der Phasenvergleichsfehler.

Abb. 5  
Die Prüfstrecke zur Bestimmung der periodischen Fehler

Abb. 6  
Messstand mit Steuerpult für die Verschiebung des Reflektorwagens



5



6

## Neues in Kürze

bei uns zu Besuch in Aarau. Der Zweck war, die Damen und Herren des Aussen- und Innendienstes mit den Besonderheiten unserer Zeicheninstrumente bekannt zu machen, damit sie ihre Kundschaft fachmännisch beraten können.

Zur Ausbildung gehörte auch ein Rundgang durch die Werkstätten der neuen Reisszeugfabrik. Auf der Abbildung verfolgt eine Gruppe die Arbeitsabläufe an einer modernen *Rundsaltmaschine*, wo bis zu 11 verschiedene Bearbeitungsoperationen kontinuierlich ausgeführt werden können.

### *Neue Kern-Literatur*

Das vor kurzem bei Kern erschienene Buch «Astronomische Orts-, Zeit- und Azimutbestimmung mit dem DKM 3-A» von Prof. Dr. H. Müller hat in Fachkreisen gute Aufnahme gefunden. Eine englische Übersetzung unter dem Titel «Astronomical Position, Time and Azimuth Determinations with the Kern DKM 3-A» wurde soeben herausgegeben und ist bei allen Kern-Vertretungen erhältlich.

### *Verkäuferkurs für die Mitarbeiter der Koh-I-Noor Hardtmuth AG, Wien*

Im Sommer des Jahres 1973 hatten wir 11 Mitarbeiter unserer österreichischen Reisszeug-Vertretung, der Firma Koh-I-Noor Hardtmuth Aktiengesellschaft, Wien,

### *Verkäuferkurse 1973*

Das Ausbildungsprogramm unseres Technischen Kundendienstes enthielt auch im Jahre 1973 wieder drei Kurse für die Verkäufer der Kern-Auslandvertretungen. Sie gelangten im Februar, August und Oktober zur Durchführung. Insgesamt 22 Verkäufer aus 14 verschiedenen Ländern nahmen daran teil.

Die Kursdauer beträgt in der Regel zwei Wochen. In der ersten Woche werden die Teilnehmer mit den Merkmalen der Nivelliere, Theodolite, optischen und elektro-optischen Distanzmessern bekannt gemacht. Dazwischen ergeben sich Gelegenheiten zu Betriebsbesichtigungen oder zu Diskussionen mit Mitarbeitern aus Verkauf und Werbung.



Die zweite Woche ist den praktischen Übungen mit den Vermessungsinstrumenten gewidmet. Hier wird versucht, dem Verkäufer anhand einer Vermessungsaufgabe die Grundlagen der Vermessungspraxis zu vermitteln.

Das Ziel dieser Verkäuferkurse besteht darin, die Teilnehmer mit den konstruktiven und anwendungstechnischen Merkmalen unserer Geräte vertraut zu machen, damit der Verkäufer als informierter Gesprächspartner unserer Kundschaft gegenüber aufzutreten in der Lage ist.

#### *Kurs für Photogrammetrie-Operateure an der SSPO, St. Gallen, Schweiz*



Die Schweizerische Schule für Photogrammetrie-Operateure in St. Gallen teilt uns mit, dass der nächste siebenmonatige Operateurkurs vom 2. September 1974 bis 28. März 1975 stattfinden wird. Der Unterricht erfolgt wie üblich in deutscher, englischer, französischer und spanischer Sprache.

Die Schule ist mit 24 photogrammetrischen Auswerteinstrumenten verschiedener Typen, einem Monokomparator und einer reichhaltigen Auswahl von Zubehörgeräten ausgerüstet, was eine gründliche und vielseitige praktische Ausbildung ermöglicht. Daneben werden auch alle für den Operateur notwendigen theoretischen Kenntnisse vermittelt.

Die Interessenten werden gebeten, Prospekte sowie Anmeldeformulare direkt bei der Schweizerischen Schule für Photogrammetrie-Operateure, Rosenbergstrasse 16, CH-9000 St. Gallen, anzufordern. Wegen beschränkter Platzzahl wird eine frühzeitige Anmeldung empfohlen.

#### *Präsentation der Kern EDM-Reihe*

Über 300 Vermessungsfachleute aus der ganzen Schweiz kamen im Herbst 1973 nach Aarau. Der Grund ihres Besuches war eine Vorführung der drei elektro-optischen Distanzmessgeräte: DM 500, DM 1000 und ME 3000.

Das grösste Interesse der Besucher galt dem DM 500. Dieses Vermessungssystem für die kombinierte Distanz- und Winkelmessung eignet sich besonders für die Grundbuchvermessung und viele Aufgaben der Ingenieurvermessung, zum Beispiel die Absteckung.

Die grosse Beachtung, die diese Vorführungen gefunden haben, beweist, dass die neuartigen Kern-Distanzmessgeräte einem wirklichen Bedürfnis der Fachwelt entsprechen.

#### *Kern-Schulreisszeuge in neuen Kunststoffetuis*

Die bei Lehrern und Schülern beliebten Kern-Schulreisszeuge sind jetzt auch in Etuis aus schlagfestem Hartkunststoff erhältlich. Diese praktisch unverwüstlichen Etuis haben eine schmutzabweisende Oberfläche und einfache und sichere

Doppelverschlüsse. Das Etui rutscht auch auf einer geneigten Zeichenfläche nicht, da sein Boden mit einem Gleitschutz versehen ist. Diese CD-Etuis enthalten neben den Zeicheninstrumenten einen kleinen Schraubenzieher und eine Dose mit Reserveminen und Ersatznadeln.

Nach wie vor gibt es alle 14 verschiedenen Kern-Schulreisszeuge auch in Etuis aus weichem Kunststoff (Serie CW). Ihr Inhalt stimmt mit den CD-Reisszeugen überein.



## Neues elektro-optisches Präzisions- Distanzmessgerät, Kern Mekometer ME 3000

Der ME 3000 ist der zur Zeit genaueste Entfernungsmesser. Mit geringem zeitlichem und instrumentellem Aufwand lassen sich Genauigkeiten von wenigen Zehntelmillimetern erreichen.

Die ermittelte Entfernung wird automatisch auf die Atmosphäre der Instrumentenstation korrigiert. Sie kann an einer digitalen Anzeige abgelesen werden.

Der Einsatzbereich des Gerätes umfasst Präzisionslängenmessungen, wie sie zum Beispiel bei der Errichtung von nuklearen Forschungslaboratorien oder bei der Aufstellung und Justierung von Radio-Teleskopen, bei Rutschungs- und Deformationsmessungen und zur Ausmessung von Werk- und Bauteilen in der Industrie notwendig sind.

