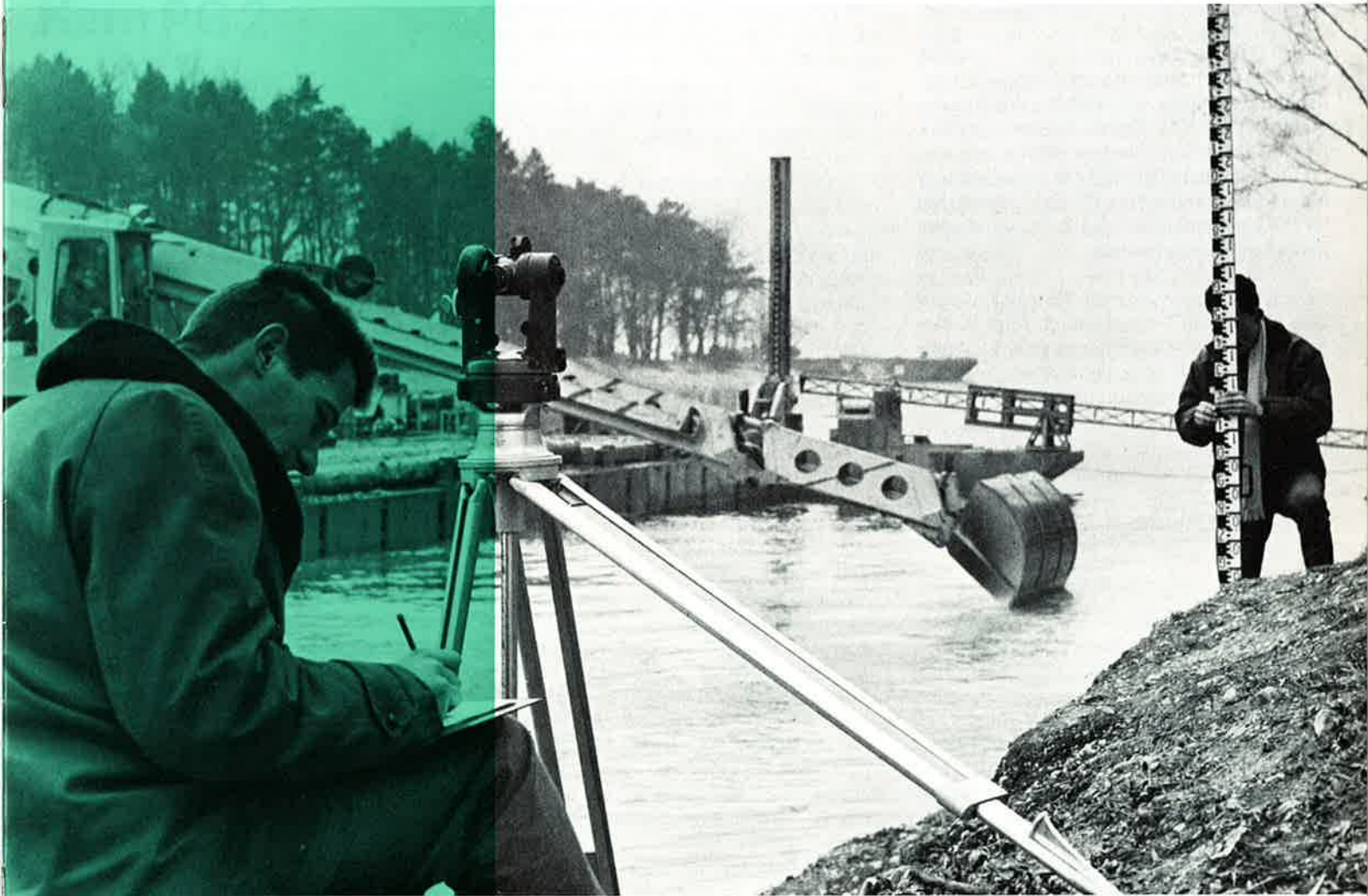




Bulletin



8

Kern & Co. AG Aarau Schweiz
Werke für Präzisionsmechanik und Optik

Inhalt

Kern PG 2 *Seite 3*

Dieser Artikel zeigt an verschiedenen praktischen Beispielen, wie vielfältig die Einsatzmöglichkeiten des Stereo-Auswertegerätes Kern PG 2 sind. Außerdem weist er auf den oft unterschätzten Einfluß der Erdkrümmung hin und beschreibt kurz die Einrichtung, die im PG 2 eingebaut werden kann, um diesen Einfluß zu kompensieren.

Kern K 1-A, neuer Ingenieurtheodolit *Seite 6*

Wie im Bulletin 7 angekündigt, folgt in dieser Nummer eine eingehende Beschreibung der wichtigsten neuartigen Merkmale des K1-A, der Kreisablesung und des Pendelkompensators.

Neues in Kürze *Seite 10*

Neue Schulreißzeuge *Seite 12*

Titelbild: Der neue Kern-Ingenieur-Theodolit K1-A beim Kanalbau in der Schweiz.

Kern PG 2

Die Luftphotographie und die Methoden und Geräte zur Auswertung von Luftbildern haben heute einen sehr hohen Grad an Vollkommenheit erreicht. Deshalb ist die Photogrammetrie als wirtschaftliche und exakte Methode zur Herstellung von Karten und Plänen heute allgemein anerkannt. Besonders in jungen Ländern, wo oft noch kaum Karten bestehen, ist einzig die Photogrammetrie in der Lage, dem Mangel an Karten rasch abzuhelfen. Daraus erklärt sich die große Nachfrage nach photogrammetrischen Kartiergeräten.

Die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten des PG 2

Das Stereo-Auswertegerät Kern PG 2 ist für die Kartierung in kleinen und mittleren Maßstäben besonders gut geeignet. Die

Praxis hat jedoch gezeigt, daß sich das PG 2 unter gewissen Umständen auch für Kartierungen in größeren Maßstäben verwenden läßt, wie 1:10000 und sogar 1:5000. Die Eignung des Gerätes für eine bestimmte Arbeit hängt von folgenden Faktoren ab:

1. Art der zu verwendenden Luftbilder

Im PG 2 lassen sich Weitwinkel- und Überweitwinkel-Aufnahmen im Originalformat von max. 23×23 cm verwenden. Da die Bildweite zwischen 86 und 172 mm einstellbar ist, können auch bestimmte kleinformatige Normalwinkelaufnahmen verwendet werden.

2. Lagegenauigkeit

Die Lagegenauigkeit im PG 2 genügt in allen Fällen, da sie immer innerhalb der Zeichengenauigkeit von 0,1 mm liegt, auch bei der maximalen Vergrößerung.

3. Höhengenaugigkeit

Für die Bestimmung der Höhengenaugigkeit kann die folgende empirische Formel angewendet werden. Sie gilt gleichermaßen für die Auswertung von Weitwinkel- und Überweitwinkelaufnahmen.

$$(1) \quad m_h = \frac{M_p}{46\,000} \text{ (m)}$$

Darin bedeutet m_h den mittleren Höhenfehler in Meter und M_p den Bildmaßstab. Dies entspricht dem amerikanischen C-Faktor von 820 für Überweitwinkel- und von 1400 für Weitwinkelaufnahmen.

4. Verhältnis zwischen Bildmaßstab und Kartenmaßstab ($M_p : M_k$)

Die nachstehende Tabelle enthält die im PG 2 möglichen Maßstabsverhältnisse für die verschiedenen Bildweiten und -formate. Sie gilt für Reihenaufnahmen mit einer seitlichen Überdeckung von mindestens 20%.

| Aufnahmeart | Bildweite mm | Bildformat cm | $M_p : M_k$ | |
|----------------|-----------------|------------------|-------------|------|
| | | | min. | max. |
| Überweitwinkel | 89 | 23×23 | 0,5 | 2,5 |
| Weitwinkel | 100 | 14×14 | 0,5 | 3,5 |
| Weitwinkel | 115 | 18×18 | 0,5 | 3,0 |
| Weitwinkel | 152 | 23×23 | 0,5 | 2,4 |
| Normalwinkel | 172 | 14×14 | 0,5 | 2,2 |

Die folgenden Beispiele zeigen den großen Anwendungsbereich des PG 2.

1. Beispiel

Ein Gebiet wurde aus 9000 m Höhe mit einem Weitwinkelobjektiv mit $f=152$ mm aufgenommen, was einem Bildmaßstab von 1:60000 entspricht. Der mittlere Höhenfehler im PG 2 ergibt sich gemäß Formel (1) mit:

$$m_h = \frac{60\,000}{46\,000} = 1,3 \text{ m}$$

Der maximale Fehler ist demnach 3,25 m und der kleinstmögliche Abstand der Höhenschichten beträgt 6,5 m (zweimal den maximalen Fehler). Es ist somit möglich, mit dem PG 2 eine Karte im Maßstab 1:25000 mit 7,5 m Höhenschichtenabstand herzustellen. Dabei ist das Bild zur Karte 2,4mal zu vergrößern, was gemäß obiger Tabelle möglich ist. Von den gleichen Aufnahmen lassen sich auch Karten im Maßstab 1:50000 und 1:100000 herstellen. Die Vergrößerungen betragen in diesem Fall 1,2 bzw. 0,6.

2. Beispiel

Ein Gebiet soll im Maßstab 1:5000 kartiert werden. Der Höhenschichtenabstand muß 1,5 m betragen. Wenn für die Aufnahme ein 152-mm-Weitwinkelobjektiv verwendet wird, ist eine maximale Vergrößerung von 2,4 möglich. Der Bildmaßstab muß demnach 1:12000 sein, was einer Flughöhe von 1800 m entspricht. Der zu erwartende mittlere Höhenfehler ist

$$m_h = \frac{12\ 000}{46\ 000} = 0,26\text{ m}$$

Dies läßt einen Höhenschichtenabstand von 1,3 m zu. Somit eignet sich das PG 2 auch für diese Arbeit. Von derselben Aufnahme können auch Karten in den Maßstäben 1:10000 und 1:25000 direkt hergestellt werden, mit Gesamtvergrößerungen von 1,2 bzw. 0,48.

3. Beispiel

Überweitwinkelaufnahmen aus 10 500 m Höhe weisen einen Maßstab von 1:120000 auf. Mit einer Gesamtvergrößerung von 2,4 kann im Maßstab 1:50000 kartiert werden. Bei 1,2facher Vergrößerung beträgt der Kartenmaßstab 1:100000 und mit 0,48facher Vergrößerung 1:250000. Genauigkeitsmäßig stellt die Karte 1:50000 die höchsten Anforderungen, doch läßt sich ein Höhenschichtenabstand von 15 m gut erreichen.

4. Beispiel

Überweitwinkelaufnahmen aus 5500 m Flughöhe (Bildmaßstab 1:62000) erlauben Kartierungen in den Maßstäben 1:25 000, 1:50000, 1:100000.



Vorrichtung zur Korrektur der Erdkrümmung

Der Einfluß der Erdkrümmung ist eine Erscheinung, deren Bedeutung bei der Auswertung von Luftbildern aus großer Höhe oft übersehen wird. Die im Auswertegerät erzeugten Stereomodelle sind entsprechend der kugelförmigen Gestalt der Erde gewölbt. Um deshalb die Höhen im Modell richtig messen zu können, müssen sie auf eine Kugeloberfläche bezogen werden. Deren Radius muß einstellbar sein, da er vom Modellmaßstab abhängig ist.

Im PG 2 kann der Einfluß der Erdkrümmung kompensiert werden, indem das Modell in zwei Richtungen deformiert wird. Für die zylindrische Deformation in der Flugrichtung sorgt das Orientierungselement φ_{x2} . Eine besondere Vorrichtung, die auf Wunsch eingebaut wird, erzeugt die entsprechende Deformation quer zur Flugrichtung (siehe Abb. 2). Ihr Aufbau und ihre Wirkungsweise ist im folgenden kurz beschrieben.

Eine Kurvenschiene (1), deren wirksamer Radius durch Drehen um ihre Achse verändert werden kann, steuert über ein Hebelsystem (2) eine in den Strahlengang des Beobachtungssystems eingefügte planparallele Glasplatte (3). Diese Planplatte erzeugt eine Horizontalparallaxe im rechten Bild, die dem Betrachter als Höhenänderung erscheint. Diese Höhenkorrektur verändert sich, während der y-Bewegung des Beobachtungssystems. Sie ist zudem vom Radius der Kurvenschiene abhängig, der sich entsprechend Flughöhe, Kammertyp und Basislänge an einer Skala einstellen läßt.

Das folgende Beispiel zeigt, wie groß der Einfluß der Erdkrümmung sein kann:

Eine Überweitwinkelaufnahme aus 9000 m Höhe erfaßt einen 24 km langen Geländeabschnitt. Der Einfluß der Erdkrümmung im Zentrum des Modells beträgt etwa 10 m. Wenn wir annehmen, daß dieses Luftbild zur Herstellung einer Karte 1:50000 mit 15 m Höhenschichtenabstand verwendet wird, ist leicht einzusehen, daß dieser Einfluß nicht vernachlässigt werden darf.

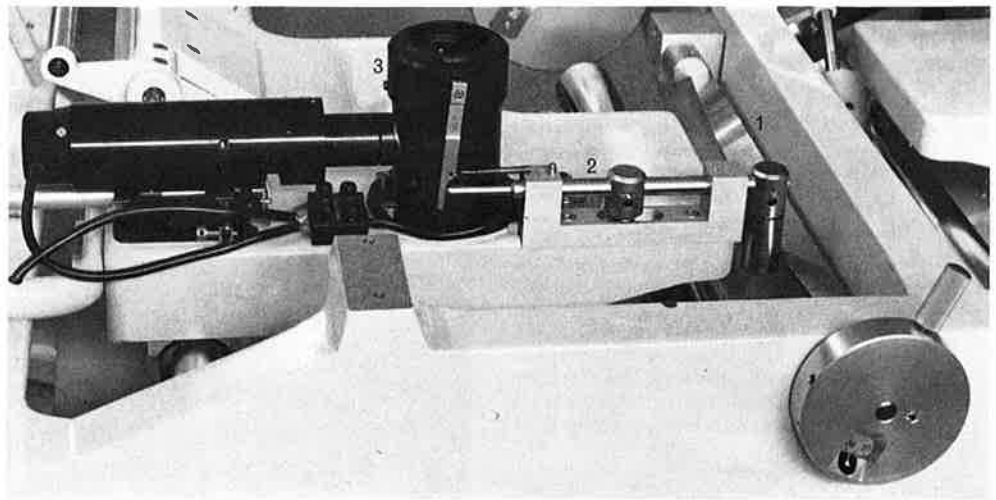
Aerotriangulation mit dem PG 2

Zusätzlich zu seiner eigentlichen Funktion als Auswertegerät kann das PG 2 ebenso gut verwendet werden, um durch Aerotriangulation die für kleinmaßstäbliche Karten

benötigten Höhenkontrollpunkte zu bestimmen. Zu diesem Zweck sind besondere Eichmikroskope erhältlich, mit deren Hilfe Maßstabsübertragungen zwischen benachbarten Modellen sehr genau vorgenommen werden können. Dies ist von besonderer Bedeutung im Überweitwinkelbereich, da für die Aerotriangulation von Überweitwinkelaufnahmen im Originalformat kein geeignetes Universalgerät auf dem Markt ist, mit Ausnahme der Präzisions-Stereokomparatoren, deren Preise aber etwa fünfmal höher sind als der Preis des PG 2.

Abb. 1 Stereo-Auswertegerät Kern PG 2.

Abb. 2 Vorrichtung zur Kompensation des Erdkrümmungseinflusses im PG 2. 1 Kurvenschiene, 2 Hebelsystem, 3 Planparallelplatte.



2

Kern K1-A Neuer Ingenieur- Theodolit



Abb. 1 Der Kern K1-A im Einsatz in Oslo.

Im Bulletin Nr.7 haben wir zwei neue Kern-Theodolite angekündigt, den Ingenieurtheodolit K1-A und den selbstreduzierenden Ingenieur-Tachymetertheodolit K1-RA. Inzwischen sind die ersten Instrumente bereits in die Hände ihrer Benutzer gelangt. Die uns seither zugekommenen Erfahrungsberichte scheinen die hohen Erwartungen zu bestätigen, die wir in diese Instrumente gesetzt haben.

In dieser und der nächsten Ausgabe des Bulletins möchten wir Sie mit einigen besonderen Merkmalen dieser beiden neuen Instrumente bekanntmachen. Heute ist der K1-A an der Reihe, während wir in der nächsten Nummer auf den K1-RA näher eingehen werden.

Der Ingenieurtheodolit K1-A ist für alle Vermessungsarbeiten mittlerer und niedriger Genauigkeit im Hoch- und Tiefbau bestimmt. Nicht nur der Ingenieur und der Techniker, sondern auch der Polier soll diese vielfältigen Aufgaben mit dem K1-A rasch und sicher lösen können. Deshalb lautete die wichtigste Forderung bei der Entwicklung des K1-A: Einfache, bequeme Handhabung und klare, leichtverständliche Kreisablesung. Bei der Verwirklichung dieser Forderung konnten zahlreiche bereits bekannte Merkmale von Kern-Theodoliten übernommen werden. Dazu gehören die einfache Horizontier Vorrichtung, die durch das Zentrierstativ ermöglicht wird, der Grob-Fein-Trieb des Horizontalkreises und der Sucherkollimator. Neu kommen beim K1-A folgende zeitsparende und arbeitsvereinfachende Merkmale hinzu: der Pendelkompensator, der die Kol-

limationslibelle ersetzt, klare, übersichtliche Kreisablesbilder, zusätzliche linksläufige Bezifferung des Horizontalkreises, Rutschkupplungen anstelle von Achsklemmen, auf Wunsch aufrechtes Fernrohrbild. Damit ist die erwähnte Forderung in hohem Maß erfüllt worden. Die Arbeit mit dem K1-A ist wirklich unerreicht einfach, bequem und rasch.

Im folgenden sind die beiden wichtigsten Merkmale des K1-A, die Kreisablesung und der Pendelkompensator, beschrieben.

Die Kreisablesung

Zur Ablesung von Horizontal- und Vertikal-kreis dient ein gemeinsames optisches Mikrometer. Mit dem Mikrometertrieb wird der bezifferte Gradstrich symmetrisch zwischen einen Doppelstrich gestellt. An der großen, übersichtlichen Mikrometerskala lassen sich die Bruchteile eines Grades rasch auf $1'/20''$ direkt ablesen und auf $10^{c}/5''$ schätzen.

Die übliche rechtsläufige Bezifferung von Horizontalkreis und Mikrometerskala kann nach Belieben auf linksläufige Bezifferung umgeschaltet werden. Der Umschaltknopf steuert dabei die bewegliche Gesichtsfeldblende so, daß der Beobachter jeweils nur die gewählte Bezifferungsart sieht, die zudem durch einen Pfeil gekennzeichnet ist. Bei eingestellter Linksteilung ist außerdem die Vertikalkreisteilung unsichtbar. All diese Vorkehrungen helfen mit, Verwechslungen und Fehlablesungen zu vermeiden.

Die wahlweise Einstellung von Rechts- oder Linksteilung ist bei Absteckungsarbeiten

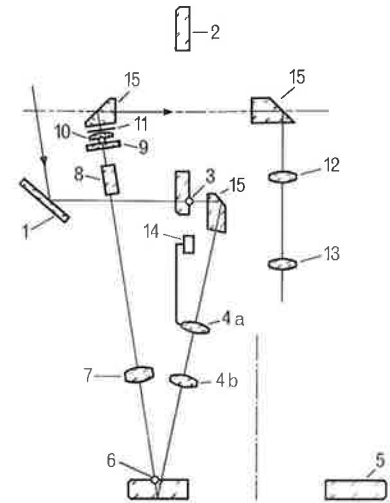


Abb. 2 Kreisablesestrahlangang im K1-A.

- 1 Beleuchtungsspiegel
- 2 Höhenkreis
- 3 Ablesestelle am Höhenkreis
- 4a/4b Pendelindex und festes Glied des Doppelobjektives zur Abbildung des Höhenkreises auf den Horizontalkreis
- 5 Horizontalkreis
- 6 Ablesestelle am Horizontalkreis
- 7 Objektiv für die Abbildung Horizontalkreis - Ableserindex
- 8 Planplatte des Kreismikrometers
- 9 Mikrometerskala
- 10 Strichplatte mit Ableserindex für beide Kreise
- 11 Verschiebbare Gesichtsfeldblende
- 12 Objektiv des Ablesemikroskops
- 13 Kreisablesseokular
- 14 Lagerung des Kompensatorpendels
- 15 Umlenkprisma.

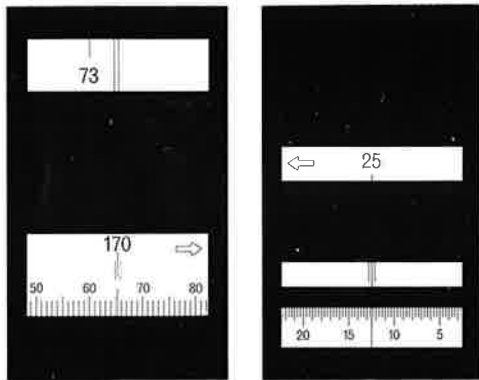


Abb. 3 Kreisablesbeispiele.

400°-Horizontalkreis
Rechtsteilung
170° 65' 30''

360°-Horizontalkreis
Linksteilung
25° 12' 30''

besonders vorteilhaft, da sie Rechenoperationen überflüssig macht. Damit ist eine weitere Fehlerquelle ausgeschaltet.

Bei einem Instrument der Preis- und Genauigkeitsklasse des K1-A sind diese Kreisablesmöglichkeiten besonders gut mit einer Einkreisstellenablesung zu verwirklichen. Sie ergibt übersichtlichere Ablesebilder und eine sehr einfache Ableseoptik. Deshalb wurde beim K1-A vom Prinzip der diametralen Ablesestellen kein Gebrauch gemacht. Damit die Meßgenauigkeit durch das Ablesen nur einer Kreisstelle nicht beeinträchtigt wird, ist eine gute Zentrierung zwischen Alhidaden-Drehachse, Kreisdrehachse und Teilungszentrum erforderlich. Durch geeignete konstruktive Maßnahmen wird eine Zentrierung auf etwa 2μ erreicht.

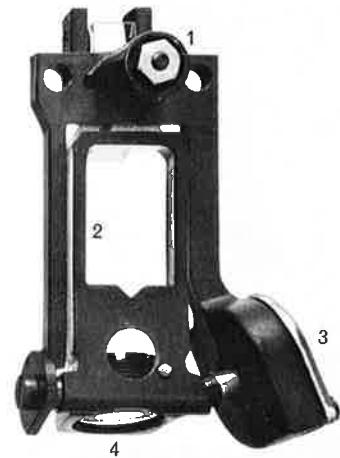
Diese Kreisexzentrizität beeinflusst die Richtungsmessung nur unbedeutend und ist bei einem Instrument dieser Genauigkeitsstufe ohne weiteres zulässig. Zudem läßt sich der Exzentrizitätseinfluß auf die Messung von Horizontalwinkeln durch Messung in beiden Fernrohrlagen ausschalten.

Der Pendelkompensator

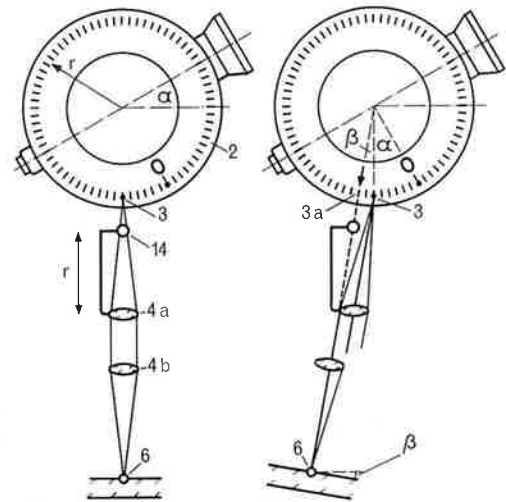
Beim K1-A ist das Kollimationslibellen-System durch einen Pendelkompensator ersetzt. Dieser sorgt automatisch dafür, daß auch bei schlecht horizontiertem Instrument auf den Horizont bezogene Höhenwinkel gemessen werden. Die Handhabung wird einfacher, da die Libellenbeobachtung und die Bedienung der Kollimations-Feinstellschraube wegfallen.

Die Abbildungen 5a und 5b zeigen die Wirkungsweise des Pendelkompensators. Die Kompensation erfolgt durch das pendelnd aufgehängte Glied 4a des Doppelobjektivs 4a/4b. Die Länge des Pendels ist gleich dem Teilungsradius r des Vertikalkreises; es ist bei 14 reibungsarm gelagert. Einfachheit halber wird angenommen, daß sich der Ableseindex in der Horizontalkreisebene 6 befindet.

In Abbildung 5a ist das Instrument fehlerfrei horizontiert. Mit dem Fernrohr wird ein fester, unter dem Höhenwinkel α erscheinender Punkt angezielt. Die Ablesestelle 3 am fest mit dem Fernrohr verbundenen Höhenkreis wird auf den Ableseindex 6 abgebildet. Die Ablesung entspricht dem wirklichen Höhenwinkel α .



4



5a

5b

In Abbildung 5b ist das Instrument schlecht horizontalisiert, wobei die Stütze in Richtung der Fernrohrzielachse um den Winkel β schief zum Lot steht. Das Fernrohr ist wieder nach dem gleichen Punkt gerichtet. Wäre die ganze Abbildungsoptik 4a und 4b fest angeordnet, so würde an der Kreisstelle 3a der Höhenwinkel $\alpha + \beta$ abgelesen. Die Ableseung wäre falsch. Weil aber das pendelnde Objektivglied 4a mit seinem Mittelpunkt senkrecht unter der Pendellagerung 14 einspielt und weil zwischen den Gliedern 4a und 4b der Strahlengang parallel verläuft, wird wieder die Kreisstelle 3 auf den Ableseindex projiziert. Damit ist die Stützenschiefe β aus der Höhenwinkelmessung eliminiert, und die Ableseung entspricht dem tatsächlichen Höhenwinkel α .

Abb. 4 Pendelkompensator. 1 Pendellagerung in Präzisionskugellagern, 2 Pendelarm, 3 Dämpfungszyylinder der Luftdämpfung, 4 Abbildungsobjektiv.

Abb. 5a/5b Wirkungsweise des Pendelkompensators.
Abb. 6 Der K1-A auf einer Großbaustelle in Boston, Mass., USA.



6

Neues in Kürze

200 Kern-Nivelliere für den Straßenbau in Spanien

Im Laufe des letzten Jahres hat die Generaldirektion für Straßenbau in Madrid ihre verschiedenen Abteilungen mit neuen Vermessungsinstrumenten ausgerüstet. Trotz der großen Konkurrenz ist es unserer Generalvertretung in Madrid gelungen, den Auftrag für sämtliche 200 vorgesehenen Nivelliere (GK 1-C und GK 23-C) zu erhalten.

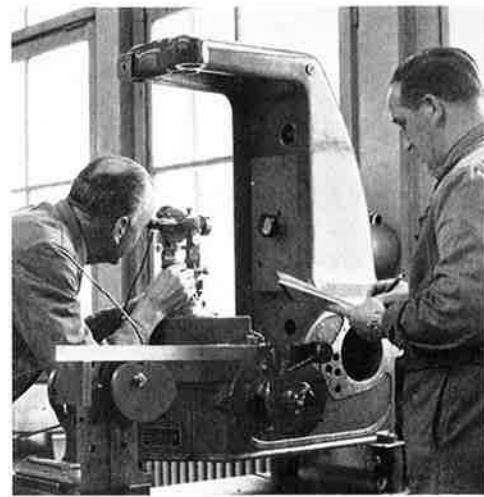
Untenstehende Aufnahme zeigt die Übergabe der Instrumente im Büro des Chefindingenieurs der Materialverwaltung, Herrn Gonzalo Navacerrada. Anwesend waren weiter sein Assistent, Herr Rafael Bonilla, sowie der Inhaber unserer Generalvertretung, Herr Germán Weber (rechts) und sein Mitarbeiter, Herr J. José García (links).

Prüfung von Werkzeugmaschinen mit Kern-Theodoliten

Die Prüfung präziser Werkzeugmaschinen stellt derart hohe Genauigkeitsanforderungen, daß in vielen Fällen nur optische Meßmethoden zum Ziele führen.

Als entsprechendes Beispiel möchten wir die Prüfung einer Zahnradfräsmaschine her-

ausgreifen. Der Fabrikant dieser Maschinen sah sich kürzlich der ungewöhnlichen Forderung gegenüber, den maximalen Teilungsfehler der herzustellenden Zahnräder um den Faktor 10, das heißt auf $\pm 10''$, zu reduzieren. Zur Lösung dieser Aufgabe wurde ein Kern-Theodolit DKM 2 mit Autokollimationsookular verwendet, der mit Hilfe einer Zentrierplatte auf den drehbaren Tisch der Maschine aufgesetzt wurde. Der Autokollimationsspiegel konnte dank seiner Magnetfassung an der vertikalen Säule befestigt werden. Eine mechanische Einrichtung trieb dann den Tisch um immer gleiche Werte an. Die jedem Schritt entsprechende Drehung wurde mit dem Theodolit gemessen. Für eine ganze Umdrehung waren 160 Messungen auszuführen; jeder Schritt entsprach

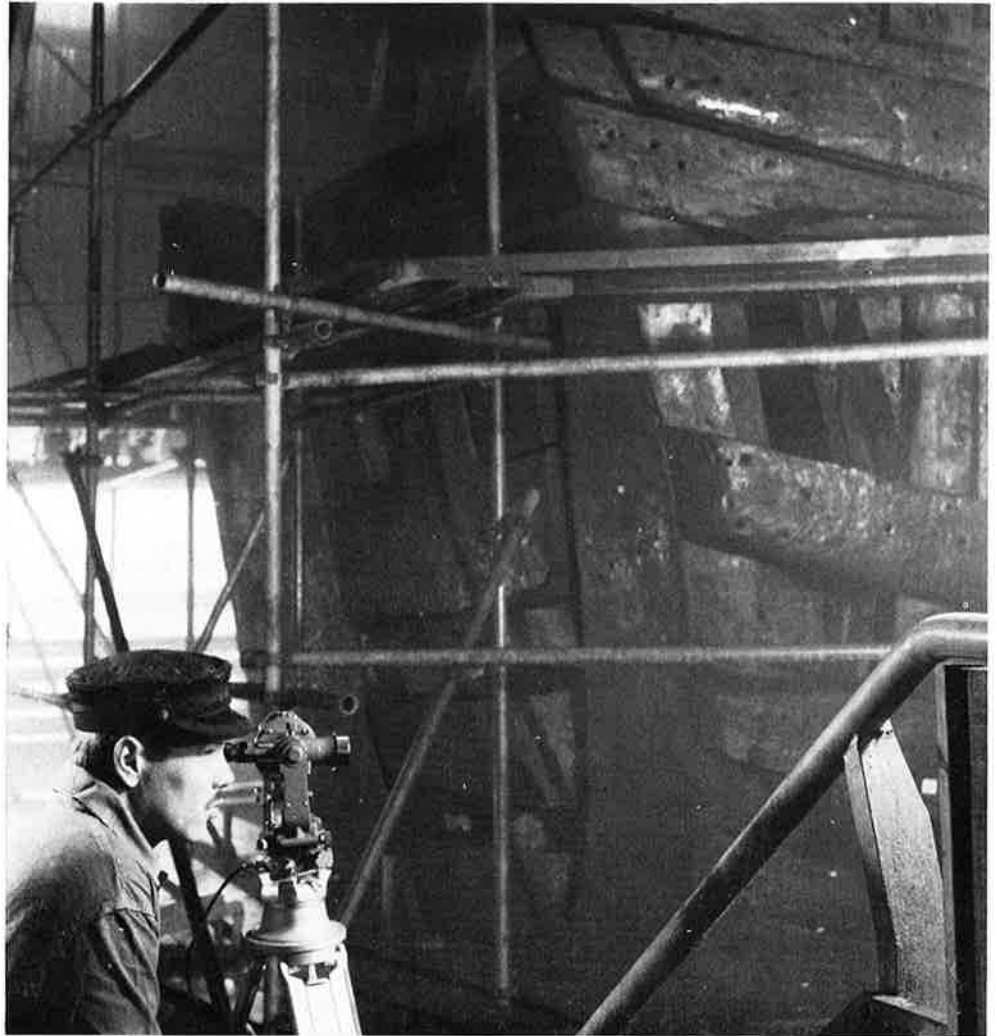


somit $2^{\circ} 15'$. Anhand dieser Meßwerte wurde eine Korrekturkurve hergestellt und in die Maschine eingebaut. Dann erfolgte eine zweite Messung, bei der die größten Abweichungen gegenüber dem Sollwert höchstens $\pm 10''$ betragen durften.

Der DKM 2 hat sich für diese Aufgabe vorzüglich bewährt. Weitergehende Versuche haben ergeben, daß sich mit genaueren Instrumenten, zum Beispiel mit dem DKM 3, eine bisher kaum erreichte Genauigkeit der Verzahnung von $\pm 4''$ erzielen läßt.

Außergewöhnliche Anwendung eines Kern-Theodolits

Vielleicht erinnern sich die Leser des Bulletin an die 1961 erfolgte Bergung der «Wasa», des 1628 im Stockholmer Hafen gesunkenen schwedischen Kriegsschiffes. Das 50 m lange und 1400 t verdrängende Schiff wurde auf einem Betonponton aus dem Wasser gehoben und mit einer Hülle aus Glas, Stahl und Beton umgeben. Mit einem Kern-Theodolit DK 2 wird die «Wasa» periodisch ausgemessen. Dabei sind besondere Schwierigkeiten zu überwinden, wie zum Beispiel der dunkle, enge Raum und die zur Konservierung des Holzes notwendige Luftfeuchtigkeit von 98%, die eine Waschküchenatmosphäre mit entsprechend schlechter Sicht erzeugt. Trotz dieser Erschwerungen bewährt sich der DK 2 gut. Sein lichtstarkes Fernrohr, der große Fokussierbereich und die Unempfindlichkeit gegen Feuchtigkeit wirken sich besonders vorteilhaft aus.



Neue Schulreißzeuge

Die vier einfachsten Kern-Schulreißzeuge (Serie C) erhielten ein neues Etui aus hochwertigem Kunststoff in fröhlichen Farben. Nachdem wir bereits für die Ingenieurreißzeuge (Serie A) von Holzetuis auf Metall-etuis übergegangen sind, haben wir nun mit einer weiteren Reißzeugserie das traditionelle Holzetui verlassen. Der Grund für diese Umstellung liegt darin, daß es immer schwieriger wird, zu vernünftigen Preis geeignetes Holz für Reißzeugetuis zu finden. Andererseits gibt es immer mehr Kunststoffe mit vorzüglichen mechanischen Eigenschaften und tadellosem Aussehen. Ein solches Material haben wir im hochschlagfesten Polystyrol gefunden, aus dem das neue Schuletui hergestellt ist.

Auch der in diesen Etuis enthaltene Einsatzzirkel ist neu: Er besitzt eine eingebaute, ausziehbare Verlängerungsstange, mit der der Zirkel einfach und rasch auf große Kreise umgestellt ist.

Das neue Etui und der praktische Zirkel sind in der Schweiz seit kurzem auf dem Markt. Wir zweifeln nicht daran, daß sie von Wiederverkäufern und Benützern gut aufgenommen werden.

