

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie

**Herausgeber:** Schweizerischer Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Société suisse de la mensuration et du génie rural

**Band:** 59 (1961)

**Heft:** 6

**Artikel:** Das automatische Nivellierinstrument GK 1-A

**Autor:** Matthias, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-216898>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.03.2025

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

schlechte Zugänglichkeit, bewaldete Tobel, Steilhänge, Felsen usw. werden den Arbeitsfortschritt in hohem Maße beeinflussen.

Der Auswertung vorausarbeitend sind während nahezu eines ganzen Herbstmonats die Waldgrenzen zum größten Teil gemessen worden. Doch kann heute natürlich noch nicht abschließend über den Erfolg dieser Arbeiten berichtet werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß einer immer breiteren Anwendung der Luftbildvermessung für den schweizerischen Rechtskataster nichts im Wege steht. Doch ist ein intensiver Erfahrungsaustausch unter der Unternehmerschaft über Organisation, Zeitbedarf und Aufwand wirklich sehr vonnöten. Wahrscheinlich werden zum Beispiel in Berggebieten noch gewisse Vereinfachungen für die etwas umständliche «Lückenfüllung» gefunden werden müssen. Die außerordentliche Vielfalt unserer Geländegestaltung läßt keine Schematismen zu.

Der Verfasser hofft, mit diesem Beitrag aus eigener Erfahrung die Initialzündung zu weiteren Artikeln gegeben zu haben.

## Das automatische Nivellierinstrument GK 1-A<sup>1</sup>

Von H. Matthias, dipl. Ing., Aarau

### Einleitung

Die Genauigkeitsstufe des kleinen automatischen Ingenieurnivellierinstrumentes GK 1-A der Firma Kern entspricht den allermeisten Anforderungen der Bau- und Ingenieurvermessung. Bei Verwendung einer normalen Zentimeterlatte ist die Genauigkeit des Instrumentes durch einen mittleren Fehler von  $\pm 2,5$  mm pro 1 km Doppelnivellement charakterisiert.

Das GK 1-A wird von jenen Benützern gewählt werden, die den robusten und kompakten Aufbau sowie die einfache Handhabung der GK-Nivelliere schätzen und sich die Vorteile eines automatischen Nivellierinstrumentes zunutze machen wollen.

### Technische Daten

Fernrohrvergrößerung	25 ×
Objektivdurchmesser	45 mm
Der wirksamen Öffnung entspricht ein Durchmesser von	41 mm
Gesichtsfelddurchmesser auf 1000 m	25 m
Kürzeste Zielweite	2,3 m
Empfindlichkeit der Dosenlibelle	12–15' pro 2 mm
Kompensator-Einspielgenauigkeit	$\pm 0,5$ bis 1,5"
Gewicht des Instrumentes	1,6 kg
Mittlerer Fehler für 1 km Doppelnivellement (Zentimeterlatte, Millimeterschätzung)	2,5 mm

<sup>1</sup> Mitteilung der Firma Kern & Cie AG, Aarau.

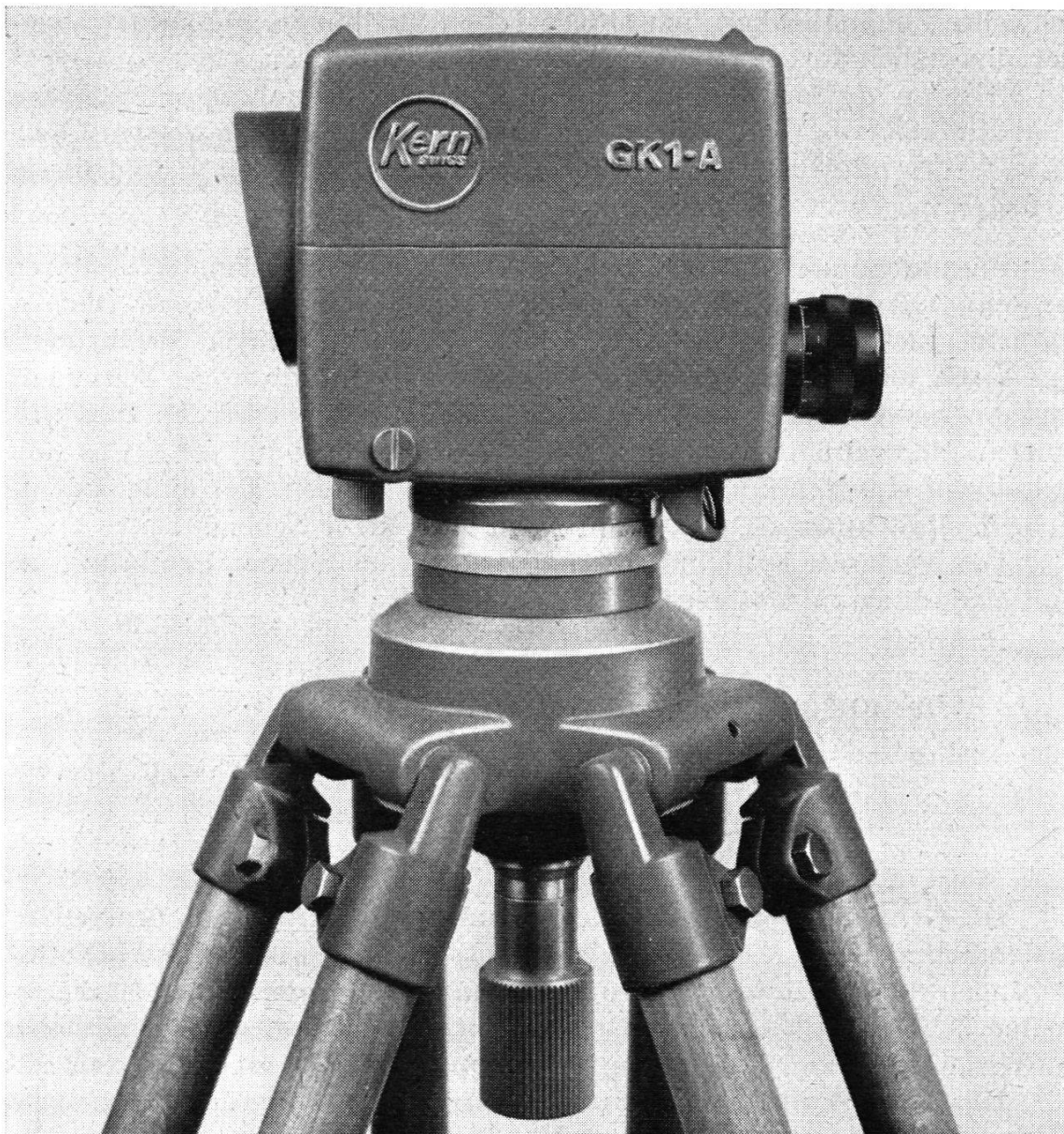


Abb. 1a

### *Zur Beschreibung des Instrumentes*

#### *Fernrohr*

Das GK 1-A besitzt ein Fernrohr von konstanter Länge mit einer negativen inneren Fokussierlinse. Zur Ermöglichung eines kompakten Aufbaus und einer zweckmäßigen Anordnung des Kompensators ist der Strahlengang gefaltet. Das Dachkantprisma des Kompensators und die beiden Rechtwinkelprismen, die den Strahlengang in der Höhe versetzen, bewirken ein aufrechtes und seitenrichtiges Bild. Die Äquivalentbrennweite von Objektiv und Fokussierlinse zusammen beträgt 535 mm; das ergibt mit dem 21-mm-Okular eine Vergrößerung von  $25\times$ . Das Fernrohr ist mit einer Dioptrierteilung versehen. Die Strichplatte trägt neben dem vertikalen und horizontalen Strich zwei Reichenbachsche Distanz-

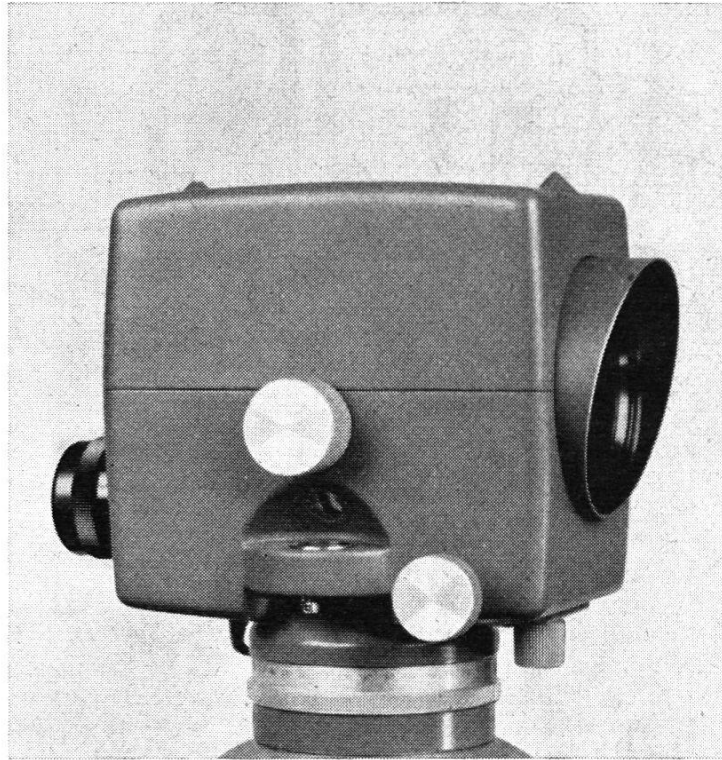


Abb. 1b

striche, für die die Multiplikationskonstante = 100 und die Additionskonstante = 0 ist. Alle Optikteile sind mit einem Antireflexbelag versehen.

#### *Kompensationsprinzip*

Die Wirkungsweise des Kompensators entspricht dem alten Prinzip einer in der halben Objektivbrennweite angeordneten Spiegelfläche, die sich selbsttätig immer in dieselbe Lage bezüglich des Lotes einstellt. Dieses Prinzip ist in Abb. 3 schematisch dargestellt. Das einfallende Parallelstrahlenbündel 1 in Abb. 3a, das von einem weit entfernt liegenden Objektpunkt im Horizont kommen mag und in das konvergente Bündel 1' übergeht, vereinigt sich in der Strichplattenmitte  $S$  zum Bild. In Abb. 3b ist das Instrument gegenüber dem Horizont um  $\alpha$  verkippt. Der Kompensator  $K$  am Ort der halben Brennweite ist an und für sich und in seiner Funktion nur schematisch dargestellt. Es soll sich um einen im Lot hängenden Spiegel handeln. Der Strahlengang ist entfaltet dargestellt. Entsprechende Strahlen des Bündels 2' und 2'' schließen miteinander den Winkel  $2\alpha$  ein. Das gebrochene Bündel 2'' vereinigt sich wieder, trotz der Verkippfung des Instrumentes, in der Strichplattenmitte  $S$  zum Bild.

In Abb. 4 ist dieses Prinzip dargestellt bei der Verwendung einer negativen Fokussierlinse  $N$  im Strahlengang nach dem Kompensator  $K$ . Abb. 4a gilt wieder für die Abbildung eines weit entfernt liegenden Objektpunktes  $P\infty$ . Der bildseitige Brennpunkt  $F'$  des Objektivs  $Ob$

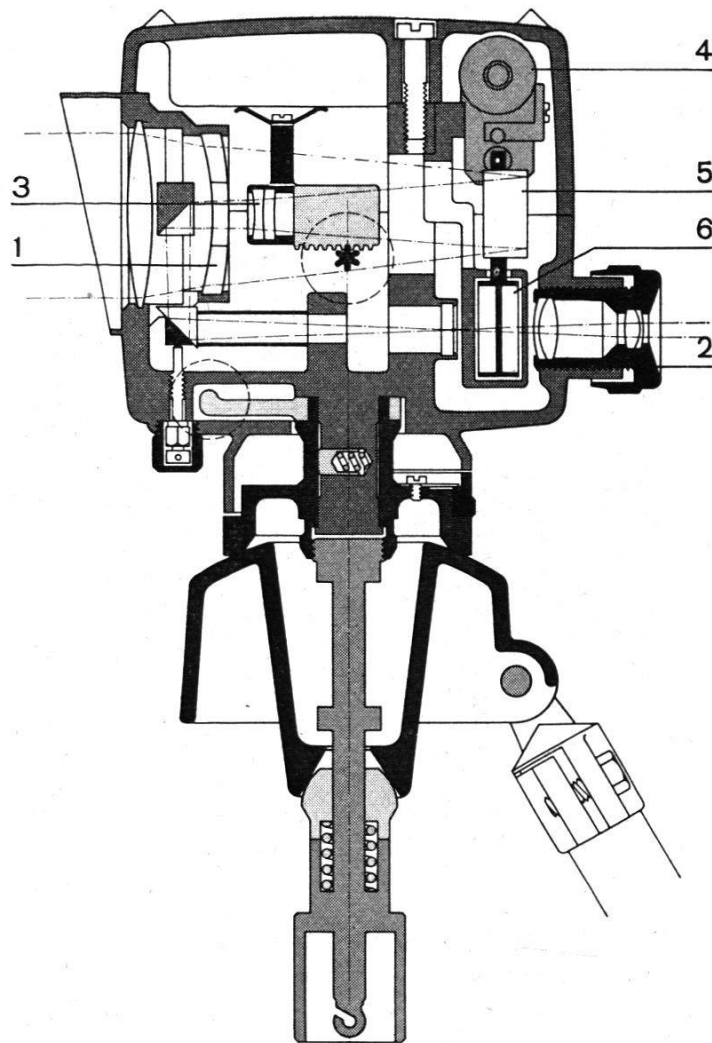


Abb. 2

- |                  |                          |
|------------------|--------------------------|
| 1 Objektiv       | Kompensator:             |
| 2 Okular         | 4 Magnetische Aufhängung |
| 3 Fokussierlinse | 5 Dachkantprisma         |
|                  | 6 Dämpfungskolben        |

liegt in dessen Brennebene  $F'E$ . Unsere besondere Aufmerksamkeit gilt dem horizontalen Strahl  $h$  des einfallenden Bündels, dessen Verlängerung den Brennpunkt  $F'$  enthält. Infolge der Tatsache, daß sich der Kompensator  $K$  um  $\frac{f}{2}$  hinter dem Objektiv befindet, trifft der gebrochene Strahl

$h'$  den Kompensator im Durchstoßpunkt  $D$  der Achse  $a$  mit dem Kompensator. Nach der Ablenkung bei  $D$  verläuft  $h'$  ungebrochen bis nach  $S$ . In Abb. 4b ist der Objektpunkt  $P$  von  $P_\infty$  her in unmittelbare Nähe des Instrumentes gerückt, und zwar horizontal längs des Strahls  $h$ . Alle Strahlen des Bündels verändern ihren Weg im Instrument mit Ausnahme des Strahles  $h'$ ; dessen Verlauf im Instrument bleibt unverändert und definiert die Lage des Bildes in der Strichplattenebene.

Das Resultat dieser Überlegung kann wie folgt zusammengefaßt werden: Der Horizont  $H$  der vorliegenden automatischen Anordnung ist

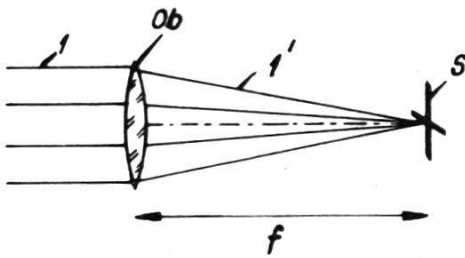


Abb. 3a

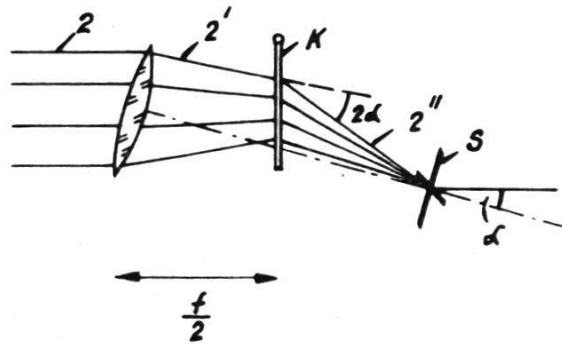


Abb. 3b

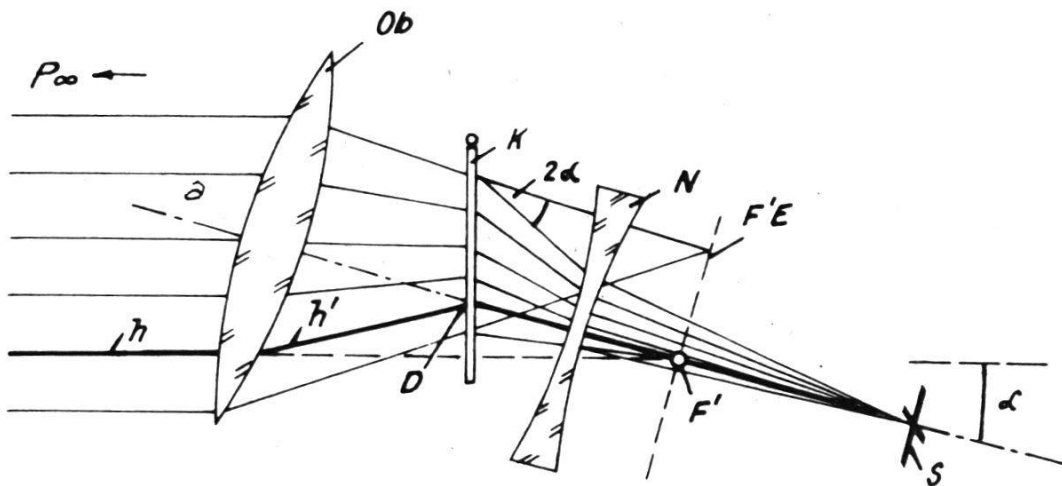


Abb. 4a

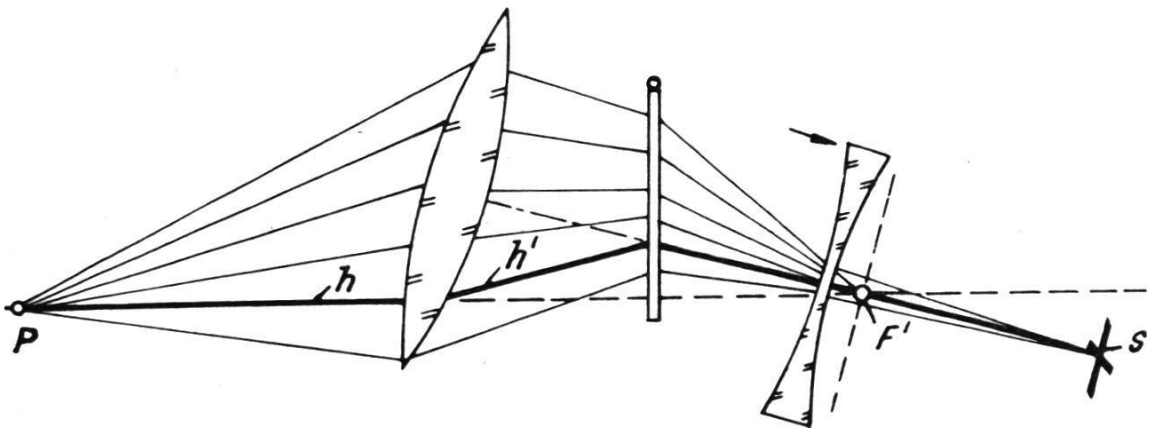


Abb. 4b

diejenige Horizontalebene, die den bildseitigen Brennpunkt  $F'$  des Objectives  $Ob$  enthält. Lediglich für eine in diesem Horizont liegende Gerade  $h$  gilt, daß die Bilder aller auf ihr liegenden Punkte, unabhängig von ihrer Entfernung vom Instrument, in der Strichplattenmitte zusammenfallen.

Die vorstehenden Ausführungen gelten sinngemäß für den aus dem Schnittbild Abb. 2 Seite 208 ersichtlichen Strahlenverlauf, wenn dieser entfaltet wird.



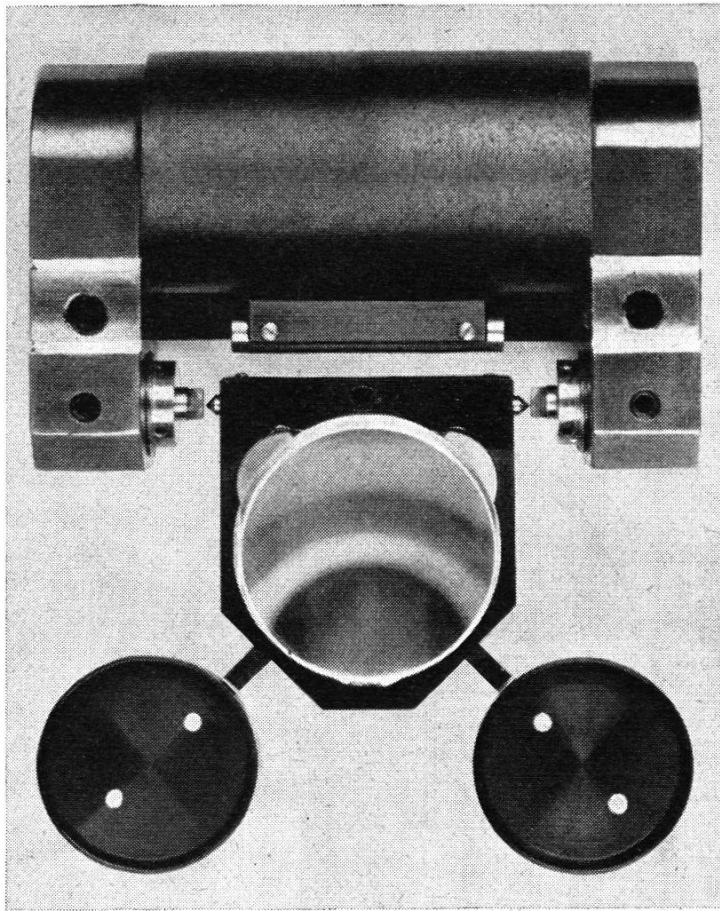


Abb. 5

### *Der Kompensator*

Der Kompensator besteht aus einem Dachkantprisma, das in einer reibungsarmen magnetischen Lagerung pendelt (Abb. 5).

Diese magnetische Lagerung besteht aus einem jochförmigen Permanentmagneten, dessen Magnetlinienfluß durch die Kompensatorachse geschlossen wird. Die Polschuhe dieser Magnete sind konisch ausgebildet und durch eine plane Saphirkappe eingeschlossen. Die Achse besteht aus magnetisch hoch leitfähigem Weicheisen. Die Achsenden sind ebenfalls konisch ausgebildet und sind aus widerstandsfähigem Hartmetall gefertigt.

Die Achsspitzen zentrieren sich zwischen die Polspitzen des Permanentmagneten. Der Abstand der beiden Polspitzen ist so bemessen, daß nur die eine Achsspitze mit der Saphirkappe in Berührung kommt, während auf der anderen Seite zwischen der Spitze und der Saphirkappe ein kleiner Zwischenraum besteht. Dadurch wird ein minimaler Druck auf die Achslagerung erreicht, was zusammen mit der Materialwahl zu kleinen Reibungsmomenten beziehungsweise hoher Einspielgenauigkeit führt.

Im gesamten Bereich der Grobhorizontierung von  $\pm 10'$  in Längs- und in Querrichtung liegt der mittlere Einspielfehler bei  $\pm 0,5$  bis  $1,5''$ .

Das ganze Pendel ist symmetrisch aufgebaut. Bei Temperaturänderung verlagert sich dessen Schwerpunkt nicht, so daß die Justierung in hohem Maße erhalten bleibt.

Die Dämpfung erfolgt durch zwei wirksame pneumatische Dämpfungskolben; sie sind so abgestimmt, daß bei einer Auslenkung das Pendel bei seiner Rückkehr in die Mittellage diese einmal überschwingt, wodurch eine minimale Dämpfungszeit gewährleistet ist. Das Dachkantprisma bewirkt, daß Störschwingungen des Kompensators um eine lotrechte Achse im Fernrohrbild nicht erkennbar sind. Weitere Bemerkungen zur Dämpfung enthalten die Ausführungen über die Handhabung.

Die Justierung auf den Horizont erfolgt durch den Benutzer mittels einer Justierschraube, die das untere der beiden Rechtwinkelprismen zu sich selber parallel verschiebt.

### *GK-Prinzip*

Die Kombination des GK-Prinzips mit der automatischen Zielachsenhorizontierung bietet dem Benutzer das Maximum an einfacher und zeitsparender Handhabung.

Der Instrumentenunterteil hat keine Fußschrauben, sondern besteht aus einem zylindrischen Fuß, an den rundherum eine konische Auflagefläche angeschliffen ist. Mit dieser Auflagefläche steht das Instrument auf der Kugelfläche des Statives. Die Grobhorizontierung erfolgt nach der Dosenlibelle durch Verrutschen des Instrumentes auf der Kugelfläche des Statives. Mit der Zentralanzugsschraube wird das Instrument auf dem Stativ festgeklemmt. Die Fußschrauben fallen weg, was für die Stabilität und die einfache und rasche Arbeitsweise ein großer Vorteil ist.

Die Zylinderachse ist mit der untern Gehäuseschale fest verbunden, die die Halterung für die Seitenfeinstellschraube trägt. Die Klemmschraube für die Seitenbewegung ist durch eine Rutschkupplung ersetzt. Das Instrument wird durch Verdrehen von Hand mit der offenen Visier Vorrichtung auf die Meßplatte grob ausgerichtet und ohne zu klemmen die Latte sodann mit der Seitenfeinstellschraube angezielt.

### *Gehäuse*

Das Gehäuse besteht aus einer unteren und einer oberen Gehäuseschale, die durch eine Schraube aufeinandergepreßt sind. Es soll vom Benutzer nicht geöffnet werden, denn dauerhafte peinliche Reinlichkeit im Gehäuse ist für die gute Funktion des Kompensators und der Dämpfung sehr wichtig. Bei abgehobener oberer Gehäuseschale liegt der Kompensator frei und kann bei Defekten auf einfache Weise als ganze Einheit mitsamt der Dämpfung ausgebaut und ersetzt werden.

### *Zur Handhabung*

An dieser Stelle soll noch etwas näher auf die Dämpfungseigenschaften des Kompensators und deren Bedeutung für die Praxis ein-



gegangen werden. Dem Vorteil der einfachen und raschen Arbeitsweise bei automatischen Nivellieren steht der Nachteil der hohen Empfindlichkeit bei Erschütterungen des Untergrundes, insbesondere periodischen Erschütterungen, gegenüber. Hier ist das Libellennivellier wegen der viel trägeren Libelle gegenüber dem Kompensator eindeutig im Vorteil. Es handelt sich darum, durch zweckmäßige Handhabung diese Nachteile möglichst zu vermindern. Erschütterungen, erzeugt durch Verkehr und Bau, werden dem Benutzer am häufigsten begegnen. Diese stellen ein Frequenzgemisch von etwa 1–20 Hz dar. Gerade in diesem Bereich sind Stative empfindlich. Kurze Stöße sind weniger störend als kontinuierliche Erschütterungen. Auch starker Wind kann das Stativ zu Schwingungen anregen. Durch zwei Maßnahmen kann man diesen Störungen wirksam begegnen:

Wo immer es möglich ist, soll beim Auftreten von Erschütterungen der Standort so gewählt werden, daß das Stativ kräftig in den Untergrund eingetreten werden kann. Dadurch wird das Stativ eingespannt und die Anfälligkeit auf Störschwingungen auf einen wesentlich höheren Frequenzbereich verlegt.

Kommt das Stativ in Schwingung, so sollen zwei Beine durch den Beobachter leicht angefaßt werden. Dadurch wird die Schwingung sofort gedämpft. Diese Maßnahme, die bei den Libellennivellieren wegen des verfälschenden Einflusses auf die Horizontierung der Ziellinie streng verboten ist, kann man sich hier zunutze machen, denn der Kompensator sorgt automatisch für die Erhaltung der horizontalen Lage der Ziellinie.

Einmalige Erschütterungen des Statives bei nicht eingetretenen Stativschuhen klingen in etwa 3 bis 5 Sekunden ab. So lange dauert auch die Unruhe des Fernrohrbildes. Wird das Stativ sofort angefaßt, so kann nach 1 Sekunde abgelesen werden. Ist das Stativ eingetreten oder trifft die Erschütterung nur das Instrument oder steht dieses auf einer soliden Unterlage, so ist das Fernrohrbild in jedem Fall nach 1 Sekunde in Ruhe.

Bei der Arbeit an Orten, wo andauernde Erschütterungen höherer Frequenz auftreten, zum Beispiel in Maschinenhallen, muß von Fall zu Fall die Möglichkeit der Messung abgeklärt werden, da insbesondere beim Kompensator Resonanzen bei höheren Frequenzen auftreten können, die zudem von der Richtung abhängen. Es spielt also die Standortwahl wegen der Einfallrichtung der auf das Stativ und das Instrument wirkenden Erschütterung und wegen der Amplitude in Abhängigkeit von der Distanz vom schwingenden Objekt eine Rolle. Auf alle Fälle sind hier Libellennivelliere im Vorteil; jedoch kann bei zweckmäßiger Wahl der Meßanordnung das Ziel oft auch mit einem automatischen Nivellierinstrument erreicht werden.