

**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:** 57 (1959)

**Heft:** 3

**Artikel:** Elektronische Distanzmessgeräte [Schluss]

**Autor:** Matthias, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-215210>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### 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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### 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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 25.01.2026

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

# **Elektronische Distanzmeßgeräte**

*Von H. Matthias, dipl. Ing., Aarau*

(Schluß)

## **B. Einzelne Geräte**

Die einzigen Geräte, die sich bis heute im Handel befinden, sind die *Geodimeter*, *System Bergstrand*, der Firma AGA Svenska Aktiebolaget Gasaccumulator, Stockholm.

### **Typ NASM – 2 (Abb. 20<sup>8</sup>)**

Dieser Typ zeichnet sich durch hohe Genauigkeit, aber auch großes Gewicht und hohen Preis aus. Die Besonderheit des Gerätes besteht darin, daß eine von 0 bis 8 m beliebig variable Lichtschleife eingebaut ist. Die Modulationswellenlänge liegt bei  $\lambda \sim 30$  m. Der Phasenindikator gibt infolge der gewählten elektronischen Anordnung alle  $\frac{1}{4} \lambda$  Nullanzeigen. Der Verzögerer muß also 8 m überbrücken. Um von Verzögerer- und allfälligen Nullpunktfehlern frei zu sein, braucht dieser keine Eichung. Nach der Phasenmessung wird das Licht vom Sender direkt in die Lichtschleife und zurück zum Empfänger geschickt und die Länge der Lichtschleife kontinuierlich verändert, bis sich bei derselben Stellung des Verzögerers wieder eine Nullanzeige ergibt. Dadurch kann die Phasenverschiebung  $p$  gerade im Längenmaß an der Lichtschleife abgelesen werden.

#### **Technische Daten:**

Gewicht des Gerätes: etwa 115 kg,

Gewicht des Wechselstromgenerators: etwa 12 kg,

Modulator: Kerrzelle,

Durchmesser der Sender- und Empfängeroptik (Cassegraintyp): 30 cm,  
Quecksilberbogenlampe,

Meßfrequenzen:  $f_1 = 10$  MHz,  $f_2 = 1.005 f_1$ ,  $f_3 = 1.03 f_1$ ,  $\lambda \sim 30$  m,  
eingebaute Lichtschleife von 0 bis 8 m.

Die Distanz muß auf etwa 1500 m bekannt sein.

Hauptsächlicher Anwendungsbereich: 20–50 km,

mittlere Fehler etwa  $\pm (1 \text{ cm} + 10^{-6} \cdot D)$ , das heißt bei  $D = 40$  km  
etwa  $\pm 5$  cm,

Preis mit 1 Reflektor: etwa 55 000 sKr.

### **Typ NASM – 3**

Dieses Gerät ist leichter. Auf eine eingebaute Lichtschleife wurde zugunsten eines geeichten elektronischen Verzögerers verzichtet. Zur Ausschaltung von Nullpunktfehlern kann eine Kurzwegmessung von wenigen Dezimetern vom Sender über zwei Spiegel direkt wieder in den Empfänger durchgeführt werden.

---

<sup>8</sup> Siehe Anmerkung 7.

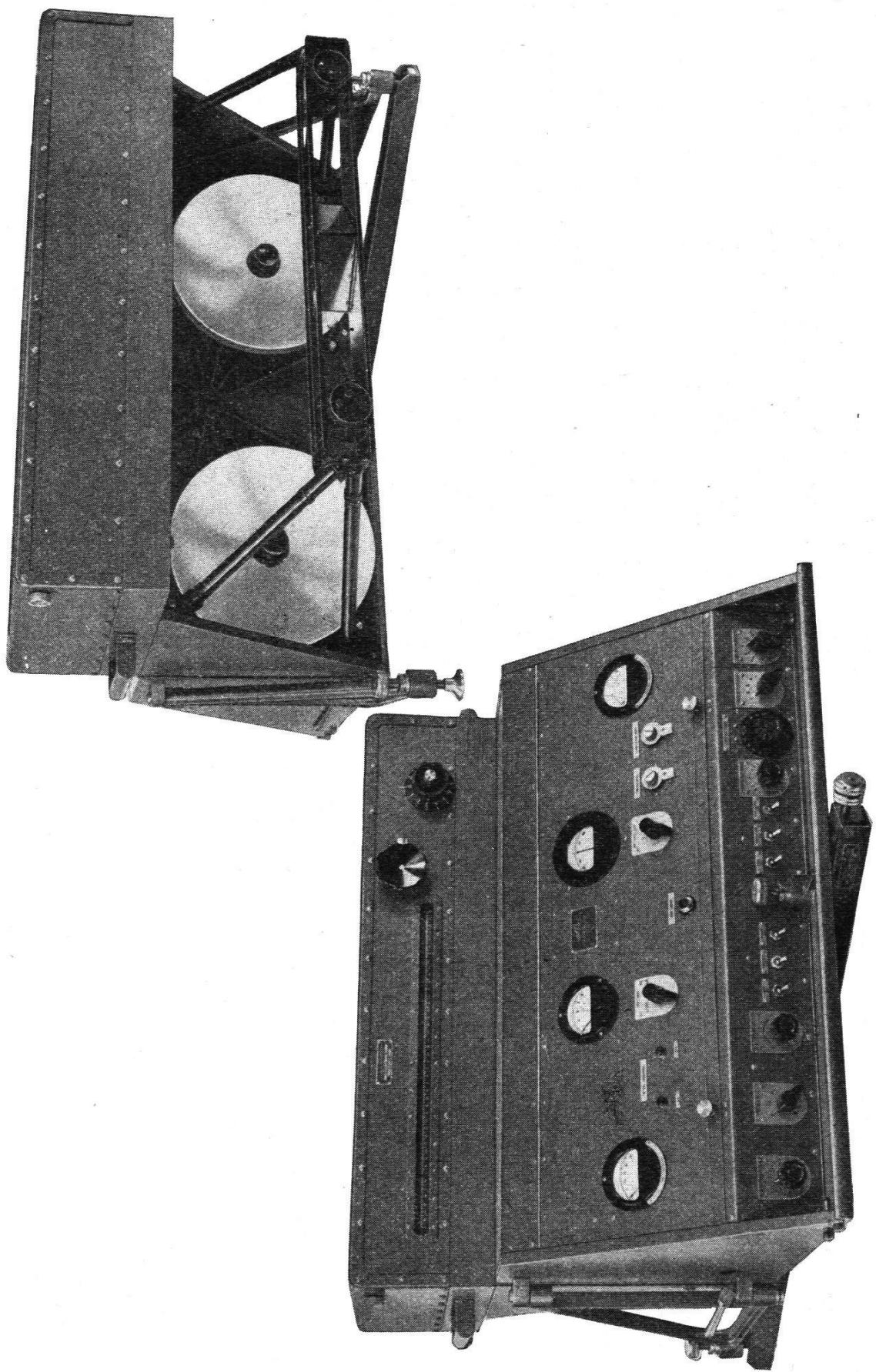


Abb. 20

### Technische Daten:

Gewicht des Gerätes: 27,5 kg,  
Dimensionen des Gerätes:  $29 \times 55 \times 31$  cm,  
Leistungsaufnahme: 75 W bei 110/220 V,  
Modulator: Kerrzelle,  
Optikdurchmesser: 22 cm,  
Quecksilberbogenlampe oder Glühlampe,  
Meßfrequenzen:  $f_1 = 1.5$  MHz,  $f_2 = 1.025 f_1$ ,  $\lambda \sim 200$  m,  
elektronischer Verzögerer mit einem Bereich von 50 m.  
Die Distanz muß auf etwa 2000 m bekannt sein.  
Hauptsächlicher Anwendungsbereich: 5–25 km,  
mittlere Fehler für alle Distanzen: etwa  $\pm 10$  cm,  
Preis mit 1 Reflektor: etwa 20000 sKr.

### *Typ NASM – 4 (Abb. 21<sup>9</sup>)*

Dieses kleine Geodimeter, im wesentlichen dem NASM – 3 entsprechend, hat die Dimensionen eines üblichen geodätischen Instruments. Es soll die den Vermessungsfachmann besonders interessierenden Distanzen bis 5 km mit erstaunlicher Genauigkeit messen. Es ist zu erwarten, daß in der Praxis dieser Geodimetertyp dem größten Interesse begegnen wird.

### Technische Daten:

Gewicht des Gerätes: 16 kg,  
Gewicht der Ausrüstung mit Stromquelle, Stativ mit Kopf und Geodimeter: etwa 30 kg,  
Dimensionen des Gerätes:  $28 \times 32 \times 30$  cm,  
Leistungsaufnahme: 70 W bei 110 V,  
Meßfrequenzen: etwa 30 MHz,  
elektronischer Verzögerer.  
Die Distanz muß auf etwa 4000 m geschätzt werden.  
Hauptsächlicher Anwendungsbereich: 300 m–5 km,  
mittlere Fehler: etwa  $\pm (1 \text{ cm} + 5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ , das heißt bei  $D = 3 \text{ km}$   
etwa  $\pm 2,5$  cm,  
Preis mit 1 Reflektor: etwa 12000 sKr.

### *Andere Entwicklungen*

Hie und da wurden Instrumente bekannt, die die Produktionsreife noch nicht erreicht haben. Das Institut für Angewandte Geodäsie in Frankfurt am Main entwickelte das sogenannte  $EM_c$ -Gerät, das für kurze Distanzen gedacht ist und mit variabler Frequenz arbeitet. Es ging in der Folge an die Askania-Werke über, die am Streckenmeßkurs 1957 in München Aufnahmen von einem weiterentwickelten Prototyp zeigten. Prof. Bjerhammar von der Technischen Hochschule in Stockholm arbeitet an seinem Terrameter. Dies ist ebenfalls ein Distanzmesser für kurze Di-

<sup>9</sup> Siehe Anmerkung 7.

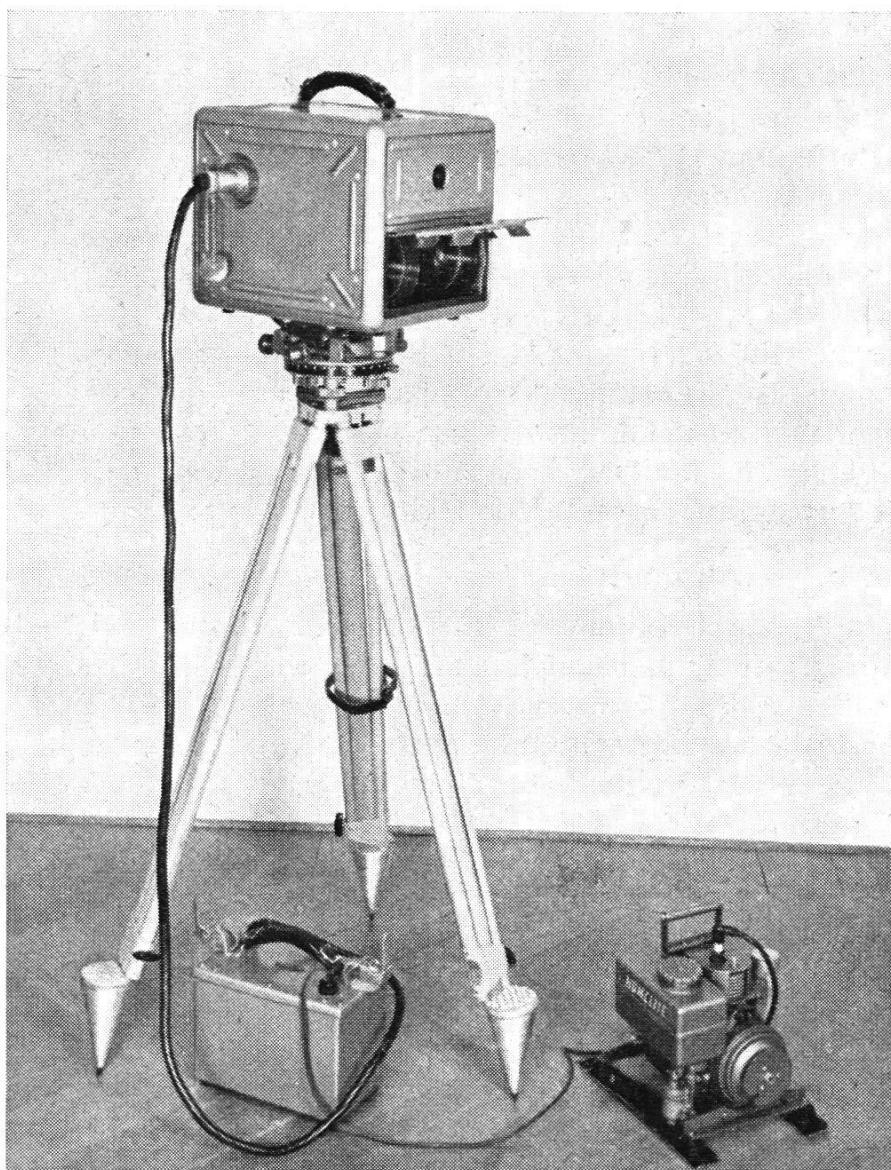


Abb. 21

stanzen und nützt zur Lichtmodulation die doppelbrechenden Eigen-  
schaften von Quarzkristallen aus. Die Firma Wild zeigte an demselben  
Streckenmeßkurs Aufnahmen ihres elektrooptischen Distanzmessers. Es  
handelt sich dabei um ein anspruchsvolles Gerät, bei dem zur Erzielung  
hoher Genauigkeit danach getrachtet wird, möglichst alle systematischen  
Fehlerinflüsse unter Kontrolle zu halten. Weitere Hinweise über Ent-  
wicklungsarbeiten beziehen sich auf die Firmen Carl Zeiss Heidenheim,  
VEB Zeiss Jena sowie die UdSSR.

#### C. Zur praktischen Arbeit

Wirklich gute Resultate sind mit elektrooptischen Distanzmessern  
nur bei Nacht und klarem Wetter erzielt worden. Nacharbeit bringt aber  
große Nachteile bezüglich Transport am Boden oder in der Luft mit  
sich. Nebel, Dunst und Regen verursachen rasch eine die Messung ver-

unmöglichende Absorption. Tagesmessungen ergeben Schwierigkeiten wegen des großen Anteils von Störlicht. Leider gibt es im Gebiet der Infrarotwellenlänge noch keine befriedigenden Photozellen. Alle Geräte, die mit Kerrzellen und zudem bei der Messung über große Distanzen mit Quecksilberbogenlampen arbeiten, haben eine große Leistungsaufnahme, so daß in der Regel nur der Betrieb mit einem kleinen Feldgenerator in Frage kommt. Kerrzellen haben den Nachteil, daß sie bereits bei etwa + 5° C gefrieren.

Elektrooptische Verfahren sind, wenn Instrumenten- und Instabilitätsfehler der Elektronik genügend beherrscht werden, unabhängig vom Gelände, hoher Genauigkeiten fähig. Je nach den Geräten ist mit einer Meßdauer von 15 bis 45 Minuten pro Strecke zu rechnen, wobei für die Auswertung noch 10 bis 20 Minuten hinzukommen. Manchenorts, insbesondere in Skandinavien, Kanada und den USA, haben sich Geodimeter praktisch bewährt. Elektrooptische Verfahren werden – wenn sie neben dem im nächsten Kapitel zu beschreibenden Verfahren bestehen können – in der Polygonierung mit Seitenlängen von 500 m bis 5 km (eventuell bis 10 km) und in der polaren Einzelpunktbestimmung, zum Beispiel für photogrammetrische Zwecke, eher Bedeutung erlangen als in der Trilateration.

## *6. Phasenvergleichsverfahren im Mikrowellenbereich*

Die im vorigen Abschnitt erwähnten Unannehmlichkeiten begründeten seit geraumer Zeit den Wunsch nach einem sogenannten Radio-geodimeter. Diese Bezeichnung wird im Zusammenhang mit der Firma Marconi in Kanada erwähnt, wo – wie wahrscheinlich auch an anderen Orten – eine derartige Entwicklung gefördert wurde. Es ist das Verdienst von Mr. *T.L. Wadley*, auf Anregung des Direktors des Trigonometrical Survey of South Africa, Herrn *H.A. Baumann*, zusammen mit dem Laboratory of the South African Council for Scientific and Industrial Research und dem Telecommunication Research Laboratory, in der außerordentlich kurzen Entwicklungszeit von 1954 bis 1956 das erste derartige elektronische Distanzmeßgerät – das Tellurometer – entwickelt zu haben, das wahrscheinlich ohne Übertreibung als eine der bedeutendsten Neuerungen im Vermessungswesen der letzten Zeit bezeichnet werden kann.

### *Das Tellurometer*

Das Tellurometer arbeitet mit Trägerfrequenzen im Mikrowellenbereich von 3000 MHz, das heißt einer Wellenlänge von  $\lambda \sim 10$  cm. Darin liegt die Ursache für einige typische Tellurometereigenschaften, die für die Praxis bedeutsame Vorteile mit sich bringen: Die Operateure auf den beiden Endpunkten der Meßstrecke brauchen sich nicht zu sehen. Wenn die Meßrichtung innerhalb etwa 30° bei kurzen Distanzen und 10 bis 15° bei großen Distanzen bekannt ist, ist zwischen den Stationen die Verbindung gewährleistet, und die Feinorientierung erfolgt auf elektronischem

Weg. Es kann bei Tag ebensogut wie bei Nacht sowie bei Nebel und bei leichtem Regen gemessen werden. Theoretisch muß Sichtverbindung vorhanden sein. Hindernisse, wie einzelne Bäume, spielen keine Rolle; auch einzelne Häuser oder kleine Hügel, die die Sichtverbindung verunmöglichten, werden – wenn dies vom Standpunkt der Genauigkeit zulässig ist – überwunden. Die Operateure haben über dieselbe Trägerfrequenz, mit der gemessen wird, telefonische Sprechverbindung, was für die Messung und für die allgemeine Verbindung zwischen den Feldequipen äußerst wertvoll ist. Die Geräte sind leicht und handlich. Der Stromverbrauch ist gering. Die Handhabung ist einfach und kann in 2 bis 3 Tagen erlernt werden; allerdings gewährleistet auch hier nur eine angemessene praktische Erfahrung in jedem Fall ein richtiges Vorgehen und die sichere Beurteilung der Resultate. Die Reparatur durch den elektronisch nicht geschulten Benutzer ist auf den Ersatz von Bauelementen beschränkt. Für die wirklich sichere Erhaltung der Funktionstüchtigkeit – besonders in abgelegenen Gegenden – ist eine solide elektronische Ausbildung erwünscht.

Die Rolle des Lichtes mit einer Wellenlänge von Bruchteilen von  $10^{-3}$  mm bei den elektrooptischen Geräten spielen hier die Trägerwellen im Mikrobereich von  $\lambda \sim 10$  cm. Diese Wellenlänge liegt in der Größenordnung der Senderdurchmesser; die Bündelung ist deshalb von diesem letzteren abhängig. Beim Tellurometer liegt sie bei etwa  $10^\circ$ . Dadurch wird es möglich, daß je nach Längenprofil der Meßstrecke und der Bodenbedeckung Bodenreflexionen entstehen, die sich den direkten Meßwellen überlagern und die Resultate beeinträchtigen. Das Meßverfahren ist dermaßen vorgeschrieben, daß das Vorliegen von Reflexionen eindeutig festgestellt wird und deren Einfluß in der Regel auf graphisch-rechnerischem Weg eliminiert werden kann. Sicher nimmt dabei die äußere Genauigkeit der Resultate ab. Es kann aber auch vorkommen, daß die der mathematischen Motivierung des Meßverfahrens zugrunde liegenden Annahmen in der Meßstrecke nicht vorliegen und daß das Meßresultat mit systematischen Fehlern behaftet ist, die die Genauigkeit, deren das Tellurometer an und für sich fähig ist, um verschiedenes übersteigen. Der erfahrene Beobachter wird diese Fälle bei der Auswertung in der Regel aufdecken. Bodenreflexionen werden zum Beispiel durch Wasser-, Eis- oder Felsflächen begünstigt; allfällige Meßfehler sind um so größer, je größer das Verhältnis der Höhe, in der die Meßstrecke über der Reflexionsfläche verläuft, zur Länge der Meßstrecke ist.

Das Prinzip der Distanzmessung kann wie folgt erläutert werden (Abb. 22): Die beiden weitgehend gleichen Instrumente der Tellurometerausrüstung, die sogenannte Master- und Remotestation, senden Trägerfrequenzen aus, die im Bereich von 2850 bis 3300 MHz liegen, also zum Beispiel Master  $f_T = 2967$  MHz und Remote  $f_T = 3000$  MHz. Die Frequenzdifferenz muß 33 MHz betragen, wobei  $f_T$  Master <  $f_T$  Remote. Die Instrumente empfangen gegenseitig die Trägerfrequenz, wobei beide Empfänger über je einen Silikonkristall auf die Zwischenfrequenz  $Zf_T = 33$  MHz, der Differenz der beiden Trägerfrequenzen, ansprechen.  $Zf_T$  ist die Frequenz, mittels deren die beiden Geräte in Verbindung stehen.

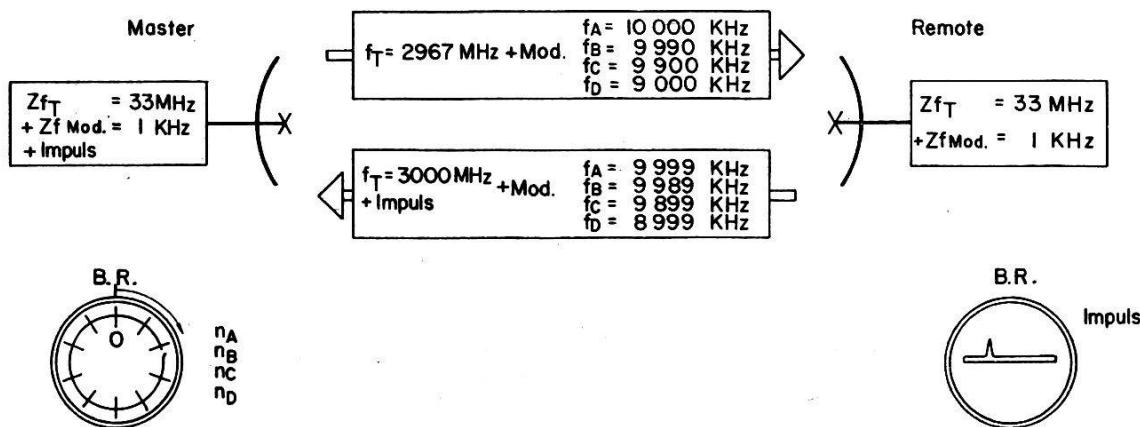


Abb. 22

Den Trägerfrequenzen werden die Modulationsschwingungen  $f_A, f_B, f_C, f_D$  derart überlagert (Abb. 22), daß die Zwischenfrequenz  $Zf_{Mod.}$  in allen vier Fällen 1 kHz beträgt. Es handelt sich dabei um Amplitudemodulation. Im Master erzeugt die Modulationszwischenfrequenz auf dem Schirm der Braunschen Röhre B.R. eine Zeitbasis, die pro  $10^{-3}$  s einmal umläuft. Im Remote erzeugt die Modulationszwischenfrequenz alle  $10^{-3}$  s einen Impuls, der mittels Frequenzmodulation der Trägerfrequenz des Remote zum Master zurückgesendet und der Zeitbasis überlagert wird. Die Lage des Impulses bezüglich des Nullpunktes der Zeitbasis ist – obwohl diese für alle Modulationsfrequenzen mit der Frequenz 1 kHz rotiert – eine Phaseninformation dafür, wie groß die Reststücke der Modulationswellenlängen  $\lambda_A, \lambda_B, \lambda_C, \lambda_D$  sind, die – nebst einer ganzen Anzahl der betreffenden Wellenlängen – in der doppelten Meßstrecke  $2 D$  enthalten sind beziehungsweise welchem Bruchteil der Schwingungsdauer  $t_A = f_A^{-1}, t_B = f_B^{-1}, t_C = f_C^{-1}, t_D = f_D^{-1}$  diese Reststücke entsprechen.

Es werden also nacheinander mit allen vier Modulationsfrequenzen an der Skala der B.R. die Ablesungen  $n_A, n_B, n_C, n_D$  erhoben. Die Teilung hat 100 Intervalle; es kann auf ein halbes Intervall genau geschätzt werden ( $n_A = 75$  heißt zum Beispiel, daß das Reststück der Modulationswellenlänge  $\lambda_A$  einer Laufzeit von  $0,75 \cdot f_A^{-1}$ , das heißt  $0,75 \cdot 10^{-7}$  s, entspricht). Zur Ermittlung der Meßdistanz werden die Differenzen  $n_{A-B} = n_A - n_B, n_{A-C} = n_A - n_C, n_{A-D} = n_A - n_D, n_A$  gebildet, die – wie man aus den in Abbildung 22 angegebenen Modulationsfrequenzen rasch verifiziert – ein Maß für die Reststücke der gedachten Schwingungen mit den Schwingungszeiten  $t_{A-B}, t_{A-C}, t_{A-D}, t_A$  beziehungsweise den Wellenlängen  $\lambda_{A-B}, \lambda_{A-C}, \lambda_{A-D}, \lambda_A$  darstellen.

$$\begin{array}{lll}
 n_{A-B} = n_{A-B} & t_{A-B} = 10^{-4} \text{ s} & \lambda_{A-B} = 30000 \text{ m} \\
 n_{A-C} = n_{A-C} & t_{A-C} = 10^{-5} \text{ s} & \lambda_{A-C} = 3000 \text{ m} \\
 n_{A-D} = n_{A-D} & t_{A-D} = 10^{-6} \text{ s} & \lambda_{A-D} = 300 \text{ m} \\
 n_A & t_A = 10^{-7} \text{ s} & \lambda_A = 30 \text{ m}
 \end{array}$$

Die Distanz  $2 D$  wird, mit 30 km beginnend, in immer kleineren Einheiten ausgemessen. Die einfache Distanz muß also auf 15 km genau

bekannt sein. Die Laufzeit einer Welle für die Distanz  $2 D$  kann, wenn  $n_o$  geschätzt wird, aus den einzelnen Dezimalen wie folgt zusammengesetzt werden:

$$2 T = \frac{10^{-4} \text{ s}}{n_o + n_{A-B}} + \frac{10^{-5} \text{ s}}{n_{A-C}} + \frac{10^{-6} \text{ s}}{n_{A-D}} + \frac{10^{-7} \text{ s}}{n_A} \quad (6.1)$$

Die Phasenmessung  $n_A$  ergibt die wichtigsten Ziffern der Laufzeit. Deshalb wird bei der Messung von  $n_A$  so vorgegangen, daß folgende drei wichtigen Ursachen für systematische Fehler möglichst eliminiert werden. Der Nullpunktfehler, der darin besteht, daß die Ablesung an der B.R. nicht Null ergibt, auch wenn die Modulationswellenlänge ohne Rest in der Distanz  $2 D$  enthalten ist, wird dadurch eliminiert, daß auf elektronischem Weg die Phasenverschiebung  $n_{+A}$  in eine ebensolche, aber negative  $n_{-A}$  umgewandelt werden kann. Das Mittel der Absolutbeträge von  $n_{+A}$  und  $n_{-A}$  entspricht der vom Nullpunktfehler freien Ablesung. Der Exzentrizitätsfehler entsteht dadurch, daß die kreisförmige Zeitbasis auf der B.R. nicht konzentrisch zur Skalenteilung liegt. Er wird dadurch eliminiert, daß – ebenfalls auf elektronischem Wege – die Ablesungen  $n_{+A}$  und  $n_{-A}$  am Zentrum der Zeitbasis gespiegelt werden können und sich damit – wie bei Theodoliten – eine Ablesung an diametralen Ablesestellen ergibt. Die bereits weiter vorne aufgeführten Reflexionsfehler endlich werden dadurch weitgehend beherrscht, daß die Ablesungen  $n_A$  nicht nur bei einer Trägerfrequenz erfolgen. Die Trägerfrequenzen der Master- und Remotestation werden etwa zwölftmal um gleiche Stufen von etwa 20 MHz verändert und jedesmal alle Ablesungen  $n_A$  erhoben. Wenn keine oder nur unbedeutende Reflexionen vorhanden sind, bleiben die Werte  $n_A$  ziemlich gleich; sind aber Reflexionen vorhanden, so schwingen die in Funktion der verwendeten Trägerfrequenz graphisch aufgetragenen Werte  $n_A$  sinusförmig. Bei zwölf Trägerfrequenzstufen zeigt dieses Bild etwa drei Perioden dieser Schwingung, so daß der Mittelwert mit ziemlicher Sicherheit gefunden werden kann. Mit dem Mittel aus der auf diese Weise durchgeführten Phasenverschiebungs-messungen  $n_A$  – den sogenannten Feinablesungen – wird die endgültige doppelte Laufzeit gemäß (6.1) ermittelt. Die Meßstrecke ergibt sich sodann aus

$$D = 2 T \cdot \frac{v}{2}$$

wobei  $v$  die für die herrschenden meteorologischen Verhältnisse gültige Geschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen ist.

Master- und Remotestation stehen auf normalen Stativen (Abb. 23<sup>10</sup>) und können zur Winkelmessung gegen Theodolite ausgetauscht werden. Zu jedem Gerät gehören eine Batterie und ein Spannungsumformer. Die Aussendung und der Empfang erfolgen über ein Dipolantennensystem,

---

<sup>10</sup> Die Unterlagen für die Abbildungen 23 und 24 wurden in freundlicher Weise von Cooke, Troughton & Sinnus Ltd. in London zur Verfügung gestellt.

das im Brennpunkt des parabolischen Reflektors liegt. Vor der Antenne befindet sich ein äußerlich gleiches zweites System, dem die Aufgabe zufällt, die Antenne dermaßen abzuschirmen, daß alle Strahlung nur auf dem Umweg über den Reflektor ausgesendet beziehungsweise empfangen werden kann. Der Stationsmittelpunkt befindet sich in der Leitebene des parabolischen Reflektors. Auf dem Armaturenbrett der Masterstation (Abb. 24<sup>11</sup>) befindet sich links oben der Schirm der B.R. mit der Kreis-



Abb. 23

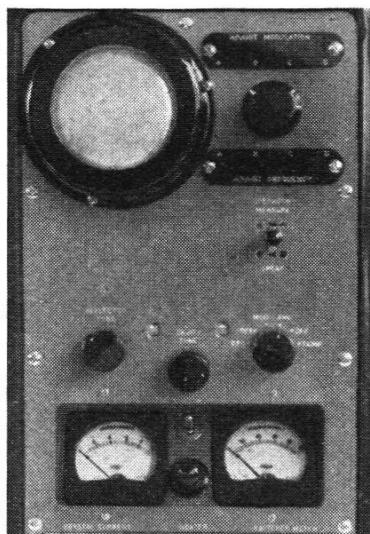


Abb. 24

teilung. Die Kontrollknöpfe für die korrekte Einstellung und Überwachung der rotierenden Zeitbasis befinden sich an den Seitenwänden des Gehäuses. Rechts neben der B.R. ist der Umschaltknopf für die verschiedenen Modulationsfrequenzen und darunter der Umschalthebel mit den Positionen «Messen» und «Sprechen» angeordnet. Die drei unteren Kontrollknöpfe zusammen mit den beiden Amperemetern dienen zur Überwachung der Stromversorgung, der Trägerfrequenz, der Sendeleistung für Träger- und Modulationsfrequenz, der Empfängerleistung und der Kristalltemperaturen. Unten in der Mitte befindet sich der Schalter für die Heizung mit Kontrolllampe. Das Remotegerät hat noch einige Bedienungselemente mehr, und zwar für die Synchronisierung der Modulationsfrequenzen der beiden Geräte zu Beginn der Messung sowie für die Steuerung der verschiedenen Feinablesungen  $n_A$ . Die wesentlichen Bauelemente der Elektronik sind ein Clystron für die Erzeugung der in gewissen Grenzen veränderlichen Trägerfrequenz sowie Quarzkristalle –

<sup>11</sup> Siehe Anmerkung 10.

im Master beziehungsweise im Remotegerät deren vier beziehungsweise deren fünf – als Frequenzstabilisatoren für die Modulationsfrequenzen.

#### Technische Daten:

Gewicht eines Gerätes: 12 kg,

Gewicht einer Station mit Gerät, Verpackung, Batterie, Spannungsumformer und Stativ: etwa 35 kg,

Stromverbrauch: etwa 8 Amp. bei 6 V,

Trägerfrequenz: etwa 3000 MHz,  $\lambda \sim 10$  cm.

Die Distanz muß auf 15 km genau bekannt sein.

Anwendungsbereich: 1–40 km,

mittlere Fehler: etwa  $\pm (5 \text{ cm} + 3 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ ,

Zeitbedarf auf einer Station: etwa 30–45 Minuten,

Preis einer kompletten Tellurometerausrüstung: etwa 30000 sFr.

Seit dem Erscheinen des Tellurometers im Jahre 1956 sind die Interessen auf dem Gebiet der elektronischen Distanzmessung im Vermessungswesen hauptsächlich auf dieses Gerät gerichtet. Eine große Zahl von Geräten wurde in der ganzen Welt verkauft, und sie fanden bei allen möglichen Verwendungarten, insbesondere bei der Polygonierung mit langen Seiten, begeisterte Benutzer.

#### 7. Schluß

Es ist klar, daß die elektronische Distanzmessung bei uns, wo es ja fast an jedem Ort möglich ist, mit einigen Satzmessungen oder wenigen kurzen Polygonseiten Landeskoordinaten beliebiger Punkte rasch und genau zu ermitteln, nicht dieselbe Bedeutung hat wie etwa in einem Land, wo nur weitmaschige Vermessungsgrundlagen existieren und an irgendeinem Ort, in kürzester Zeit dichte Fixpunktgruppen verlangt werden. Dennoch gibt es in der Schweiz immer wieder Vermessungsaufgaben, bei denen die elektronische Distanzmessung Vorteile und neue Möglichkeiten bringen kann. Ihre Anwendung bietet zudem eine erwünschte Gelegenheit, das berufliche Wissen und das praktische Können auch in dieser Richtung zu ergänzen. Das Geodätische Institut der ETH hat kürzlich ein Tellurometer erworben und damit ist in dieser Richtung der erste Schritt getan.

#### Korrekturen

Wegen ungenügend sorgfältiger Durchsicht des Manuskriptes durch den Autor unterliefen leider im Februarheft, im Abschnitt 3 dieses Aufsatzes, einige Bezeichnungsfehler betreffend die technischen Daten. Es soll heißen:

Seite 37, Zeile 8:  $f_T = 200\text{--}300 \text{ MHz}$  (statt kHz)

Zeile 11: ... Meßdistanzen von 100/10/1 Kilometern (statt Meilen)

Zeilen 16 ff.: auch hier soll es Kilometer (statt Meilen) heißen

- Seite 38, Zeile 9: Trägerfrequenz  $f_T = 25\,000$  MHz (statt kHz)  
 (Die Angaben über Trägerfrequenz und erreichbare Genauigkeit beziehen sich auf einen in neuester Zeit in Kanada und den USA verwendeten Flughöhenmesser.)
- Seite 41, Zeilen 16 ff.:  $f_{T_1} = 210$  MHz (statt kHz)  
 $f_{T_2} = 260$  MHz (statt kHz)  
 $f_{T_3} = 310$  MHz (statt kHz)
- Zeile 23: Impulsdauer: 0,8  $\mu$ s (statt s)
- 

Die im Folgenden aufgeführten Literaturhinweise beziehen sich nur auf vermessungstechnische Fachzeitschriften und stellen einen kleinen Auszug aus der reichhaltigen Literatur über dieses Gebiet dar.

- [1] Geodetic Survey of Canada  
*Geodetic Application of Shoran*  
 Publication Nr. 78/1955
- [2] Showler, J. G./Hamilton, A. C.  
*Shoran Trilateration in the Arctic Islands*  
 The Canadian Surveyor, 1958/Nr. 3
- [3] Laurila, S.  
*Die Anwendung der elektronischen Ortsbestimmungsmethode Hiran in der Photogrammetrie*  
 Schweiz. Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie, 1958/Nr. 1
- [4] Gigas, E.  
*Geodätische Entfernungsmessungen*  
 Veröffentlichung der Deutschen Geodätischen Kommission  
 Reihe B/Nr. 15/1954
- [5] Ansorge, K.  
*Beschreibung des Decca-Verfahrens und Berechnung der Hyperbelnetze*  
 Zeitschrift für Vermessungswesen, 1953/Nr. 1
- [6] Laurila, S.  
*Decca in Off – Shore Survey*  
 Bulletin Géodésique, 1956/Nr. 39
- [7] Verstelle, J. Th.  
*Use of the Decca Navigator Survey System in New Guinea for Hydrography and as a Geodetic Framework*  
 Spezialbericht am Kongress der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik in Toronto, 1957
- [8] Hastings, Ch. E.  
*Raydist in Hydrography and Surveying*  
 Surveying and Mapping, 1955/July – September
- [9] Karolus, A.  
*Die physikalischen Grundlagen der elektrooptischen Entfernungsmessung*  
 Bayerische Akademie der Wissenschaften. Abhandlungen. Neue Folge Heft 92
- [10] Bergstrand, E.  
*Measurement of Distances by High Frequency Light Signalling*  
 Bulletin Géodésique 1949/Nr. 11
- [11] Compton, M. E.  
*Surveying with the Velocity of Light*  
 Surveying and Mapping, 1954/July – September

- [12] Jones, H.E.  
*Geodimeter Base Lines*  
 The Canadian Surveyor, 1958/Nr. 2
- [13] Compton, M.E.  
*Accuracy over Short Distances with the Model 4 Geodimeter*  
 Surveying and Mapping, 1957/Nr. 4
- [14] Wadley, T.L.  
*The Tellurometer System of Distance Measurement*  
 Empire Survey Review, Vol. XIV/Nr. 105, 106
- [15] Sigl, R.  
*Versuchsbeobachtungen mit dem Tellurometer*  
 Zeitschrift für Vermessungswesen, 1958/Nr. 2
- [16] Howlett, L.E./Mc. Dowell, R.H./Leadman, C.M./Actinson, P.C.  
*The Tellurometer in Field Survey Operations*  
 The Canadian Surveyor, 1957/Nr. 10
- [17] Hough, F.W.  
*The Tellurometer. Some Uses and Advantages*  
 Surveying and Mapping, 1957/Nr. 3
- [18] Humphries, G.J./Brazier, H.H.  
*First-order Traversing with the Tellurometer*  
 Empire Survey Review, 1958/Nr. 109
- [19] Gerke, K.  
*Die Genauigkeit der Stationshöhenbestimmung für elektromagnetisch gemessene Entfernung*  
 Allgemeine Vermessungsnachrichten, 1954/Nr. 6
- [20] Rinner, K.  
*Über die Reduktion großer, elektrisch gemessener Entfernung*  
 Zeitschrift für Vermessungswesen, 1956/Nr. 2

## Eine «Lex Bodensee» gefordert

Bn. Die Vereinigung «Deutscher Gewässerschutz» fordert schärfere Maßnahmen zur Reinhaltung des Bodensees und strebt eine «Lex Bodensee» an. Freiherr von Bodmann, der Obmann für Landschaftspflege im Kreise Konstanz, übergab der Presse ein Exposé, in welchem er unter anderem schreibt, daß am Bodensee viele Kläranlagen im Entstehen sind, um der unerträglich gewordenen Verschmutzung der Randzonen durch Abwasser Einhalt zu gebieten. Man habe erkannt, daß eine Versuchung des Sees nicht nur diesem bedeutenden Trinkwasserreservoir, sondern auch allgemein dem Fremdenverkehr schwer schaden werde. Man lasse sich den Schutz dieses einzigartigen Wasserspeichers etwas kosten und wolle mit den seit Jahren diskutierten Sorgen fertig werden. Aber schon tauchen neue Sorgen auf.

In den Mittelpunkt verkehrspolitischer Diskussionen rücken die Ziele, so bemerkt von Bodmann, den Hochrhein für die Schiffahrt auszubauen und damit auch den Bodensee der internationalen Schiffahrt zu öffnen. Die Pläne sehen nicht nur den Ausbau von Häfen vor; es würden sich auch ohne besondere Förderungsmaßnahmen neue Industrien ansiedeln, die zwangsläufig auch neue Situationen für das Gebiet des Bodensees schaffen werden. Die Vereinigung «Deutscher Gewässerschutz»