

legt wird. Bei festgeklebtem Unter- und Oberbau zielt man dann mit Hilfe der Meßschraube z. B. zuerst den Punkt H und sodann den Punkt A an und macht dabei an der Schraube die Ablesungen n_1 und n_2 . Die beiden Winkel ε_1 und ε_2 ergeben sich aus den Gleichungen

$$\operatorname{tg} \varepsilon_1 = \frac{n_1 g}{a} \quad \text{und} \quad \operatorname{tg} \varepsilon_2 = \frac{n_2 g}{a},$$

wobei g wieder die Ganghöhe der Schraube und a den Abstand der Drehachse von der Schraubenachse bedeuten. Ist $\frac{a}{g}$ z. B. gleich 200, so gehen die beiden Gleichungen über in

$$\operatorname{tg} \varepsilon_1 = \frac{n_1}{200} \quad \text{und} \quad \operatorname{tg} \varepsilon_2 = \frac{n_2}{200}.$$

Damit erhält man dann ε aus $\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$. Die Messung von n_1 und n_2 führt man z. B. fünfmal aus. Da die Genauigkeit des Winkels ε von großem Einfluß auf die Genauigkeit der zu messenden Strecke s ist, so mißt man ε am besten zweimal; beide Messungen unterscheiden sich in der Lage der Nullstellung der Schraube zu den Schenkeln von ε .

Hat man die drei Stücke $AH = b$, Winkel $HAB = \alpha$ und Winkel $HBA = \varepsilon$ des Dreiecks ABH gemessen, so findet man die gesuchte Strecke s (Abb. 36) nach dem Sinussatz aus

$$s = b \frac{\sin \varphi}{\sin \varepsilon}, \quad \text{wobei} \quad \varphi = 180^\circ - (\alpha + \varepsilon).$$

Die Strecke b erhält man hierfür aus

$$b = \frac{200}{n},$$

wenn n die Anzahl der Schraubenumdrehungen ist, die man bei der Messung von b mit der 1 m langen Latte erhalten hat.

Theoretische Überlegungen und praktische Versuche¹ haben ergeben, daß man in der angedeuteten Weise eine rund 1000 m lange Strecke mit einem mittleren Fehler von rund $\pm 0,5$ m messen kann.

Die Vorteile der Streckenmessung mit einer Tangenschraube bestehen insbesondere darin, daß man unabhängig von dem Höhenunterschied zwischen dem Standpunkt und dem Zielpunkt sofort die horizontale Strecke erhält, und daß man — abgesehen von Sichthindernissen — unabhängig von Messungshindernissen ist.

Die Streckenmessung mit dem Schraubenentfernungsmesser findet insbesondere Anwendung bei der Messung der Standlinie bei stereophotogrammetrischen Aufnahmen von der Erde aus und bei der Messung der Seiten von Polygonzügen als Grundlage für topographische Aufnahmen; es wird hiervon später im Zusammenhang die Rede sein.

7. Doppelbildentfernungsmesser.

Zunächst für Katastermessungen bestimmt, aber auch für die Streckenmessung bei Polygonzügen als Grundlage für topographische Aufnahmen in Frage kommend, sind die Entfernungsmesser von

¹ Vgl. Werkmeister, P.: Streckenmessung mit Hilfe des Zeißschen Streckenmeßtheodolits. Z. Vermessungswesen 1922, 321–332 u. 353–363.

A. Aregger, R. Bosshardt und H. Wild; alle drei Instrumente sind Doppelbildentfernungsmesser mit der Grundstrecke im Zielpunkt.

a) Bei dem Instrument von A. Aregger¹ befindet sich vor dem Objektiv eines Fernrohrs ein besonders gebautes Doppelbildprisma, durch das von einer im Zielpunkt horizontal aufgestellten Latte zwei, sich teilweise überdeckende Bilder erzeugt werden. Die Latte trägt zwei, oberhalb und unterhalb einer Geraden liegende, im Gesichtsfeld des Fernrohrs aneinander stoßende Teilungen. Die eine Teilung ist die Hauptteilung, an der schiefe Entfernungen abgelesen werden; die andere Teilung ist ein der Hauptteilung angepaßter Nonius. Die Länge der Hauptteilung wird so gewählt, daß die Multiplikationskonstante des anallaktischen Fernrohrs — Additionskonstante gleich Null — genau gleich 100 ist. Der Nonius ist so gestaltet, daß mit ihm die schiefen Entfernungen unmittelbar auf 5 cm genau abgelesen werden können; bei einiger Übung können Bruchteile dieser Angabe noch geschätzt werden. Nach den mit dem Entfernungsmesser ausgeführten Versuchen können mit ihm Strecken von 60—100 m Länge mit einem mittleren Fehler von ± 3 cm gemessen werden.

b) Der Hauptteil des nach den Angaben von R. Bosshardt unter Mitwirkung von A. König bei C. Zeiß gebauten „Reduktionstachymeters“² ist ein entfernungsmessendes Fernrohr, bei dem von der im Zielpunkt horizontal aufgestellten Latte dadurch zwei Bilder erzeugt werden, daß vor der unteren Hälfte des Objektivs zwei gleich starke Glaskeile hintereinander angebracht sind. Die Lattenteilung besteht aus einer Hauptteilung und einem Nonius; im Gesichtsfeld des Fernrohrs erscheinen beide übereinander, so daß mit dem Nonius an der Hauptteilung abgelesen werden kann. Das Fernrohr und die Lattenteilungen sind so ausgeführt, daß die Länge der zu messenden Strecke gleich dem 100fachen der Ablesung an der Latte ist.

Fällt kein Noniusstrich ganz genau mit einem Strich der Hauptteilung zusammen, so wird der in Frage kommende Noniusstrich durch eine Parallelverschiebung des Lichtstrahls in der oberen Hälfte des Fernrohrs zum Zusammenfallen mit einem Strich der Hauptteilung gebracht; dies geschieht mit Hilfe einer dem oberen Teil des Objektivs vorgeschalteten planparallelen Glasplatte, die mit einer Schraube um eine — bei horizontal liegendem Fernrohr — vertikale Achse gedreht werden kann. Die Schraube hat eine Trommel mit Teilung, an der man unmittelbar die Zentimeter und durch Schätzung die Millimeter der zu messenden Entfernung ablesen kann. Diese Einrichtung ist so einfach, daß man von jeder Entfernung in kurzer Zeit mehrere, voneinander unabhängige Messungen ausführen kann.

Wäre der durch die beiden Glaskeile vor dem Objektiv bestimmte parallaktische Winkel immer derselbe, so würde man schiefe Entfernungen messen; damit man unmittelbar horizontale Entfernungen erhält, sind

¹ Eine ausführliche Beschreibung des Instruments hat A. Aregger in der Schweiz. Z. Vermessungswesen 1926, 217, gegeben.

² Vgl. Bosshardt, R.: Das neue Reduktionstachymeter. Schweiz. Vermessungswesen 1927, 1.

die beiden Keile drehbar angeordnet. Jede Kippbewegung des Fernrohrs um eine horizontale Achse wird mit Hilfe von zwei Zahnrädern auf die beiden Glaskeile übertragen; der parallaktische Winkel erreicht dadurch seinen größten Wert bei horizontal und seinen kleinsten Wert — gleich Null — bei vertikal liegendem Fernrohr.

Eingehende Untersuchungen haben ergeben, daß für Strecken bis etwa 150 m Länge bei normalen Sichtverhältnissen kein Unterschied besteht zwischen den Ergebnissen der Messung mit Meßblättern und derjenigen mit dem Entfernungsmesser von R. Bosshardt.

c) Bei dem Entfernungsmesser von H. Wild¹ werden von der horizontal aufgestellten Latte durch zwei übereinander liegende, vor dem Objektiv eines Fernrohrs angebrachte Glaskeile zwei aneinander stoßende Bilder entworfen, von denen das untere den mit einer Dezimeterteilung versehenen linken Lattenteil und das obere den mit einer Zentimeterteilung versehenen rechten Lattenteil zeigt. Das Fernrohr und die Lattenteilung sind so eingerichtet, daß man die durch die beiden Bilder bestimmte Ablesung mit 100 multiplizieren muß, um die zu messende Entfernung — auf Meter genau — zu erhalten.

Die Größe des durch die beiden fest eingebauten Glaskeile erzeugten parallaktischen Winkels kann mit Hilfe von zwei, vor den Keilen symmetrisch um eine — bei horizontalem Fernrohr — vertikale Achse drehbaren planparallelen Glasplatten um kleine Beträge verändert werden. Durch Drehen der planparallelen Platten mittels einer Schraube kann man die — im allgemeinen zunächst nicht zusammenfallenden — Striche der Zentimeter- und der Dezimeterteilung der Latte zum Übereinstimmen bringen; an der Teilung der Schraubentrommel können dann die Dezimeter und Zentimeter der zu messenden Strecke abgelesen werden.

Der Wildsche Entfernungsmesser liefert — wie der von A. Aregger — die schiefe Entfernung zwischen Standpunkt und Zielpunkt; die gemessene Entfernung muß deshalb durch Multiplikation mit dem Kosinus des hierfür zu messenden Vertikalwinkels auf die Horizontale umgerechnet werden.

Die Genauigkeit der Streckenmessung mit dem Wildschen Instrument ist ungefähr dieselbe wie bei dem Instrument von R. Bosshardt, das aber unmittelbar die horizontale Entfernung liefert.

Da die drei im vorstehenden besprochenen Instrumente zunächst zur genauen Messung von kürzeren — etwas bis 150 m langen — Strecken dienen, so werden sie auch als Präzisionsdistanzmesser bezeichnet. Die den Instrumenten beigegebenen, horizontal zu verwendenden Latten sind je mit einer besonderen Vorrichtung versehen, mit deren Hilfe man die Latte senkrecht zu der zu messenden Strecke einstellen kann; die Vorrichtung ist dabei derart, daß man die Stellung der Latte vom Instrument aus beurteilen kann.

¹ Vgl. Hammer, E.: Der neue Wildsche Theodolit mit Präzisionsdistanzmesser. Z. Instrumentenkde 1925, 353.