

4. Vorrichtungen zur mittelbaren Streckenmessung.

Für die unmittelbare Messung von Strecken verwendet man im einfachsten Falle ein Meßband oder Meßplatten. Bei topographischen Aufnahmen tritt an die Stelle der unmittelbaren Streckenmessung die mittelbare Streckenmessung. Der Grundgedanke der mittelbaren Streckenmessung besteht darin, daß man die gesuchte Strecke s mit Hilfe eines Dreiecks mit einem kleinen Winkel ε ermittelt, von dem man eine Seite — die Grundstrecke oder Basis b — und die erforderlichen Winkel kennen bzw. bestimmen muß. Der der Grundstrecke gegenüberliegende kleine Winkel ε heißt mikrometrischer oder auch parallaktischer Winkel. Die Instrumente zur mittelbaren oder optischen Streckenmessung heißen Entfernungsmesser oder Distanzmesser oder Telemeter.

Man kann die Entfernungsmesser verschiedenfach einteilen. Da die Grundstrecke entweder im Standpunkt des Instruments oder im Zielpunkt liegen kann, und der mikrometrische Winkel umgekehrt dann im Zielpunkt bzw. Standpunkt liegt, so kann man die Entfernungsmesser einteilen in Entfernungsmesser mit der Grundstrecke im Standpunkt oder Zielwinkelentfernungsmesser und Entfernungsmesser mit der Grundstrecke im Zielpunkt oder Standwinkelentfernungsmesser. Ferner kann man die Entfernungsmesser einteilen in Entfernungsmesser mit unveränderlicher Grundstrecke und veränderlichem mikrometrischem Winkel und Entfernungsmesser mit veränderlicher Grundstrecke und unveränderlichem mikrometrischem Winkel.

a) Entfernungsmesser mit der Grundstrecke im Standpunkt. $\alpha)$ Mikrometrischer Winkel ε unveränderlich und Grundstrecke b veränderlich. Der Abstand s eines Punktes Z (Abb. 22) von einer durch mehrere Fluchtstäbe ausgefluchteten Geraden AB kann z. B. mit Hilfe eines Winkelspiegels bestimmt werden, dessen Spiegelebenen einen Winkel von $45^\circ \pm \frac{\varepsilon}{4}$ bilden¹, so daß mit

ihm unveränderliche Winkel von $90^\circ \pm \frac{\varepsilon}{2}$

abgesteckt werden. Die doppelte Benutzung des Winkelspiegels ergibt zwei Punkte S_1 und S_2 und damit die Grundstrecke $S_1S_2 = b$;

es ist dann $s = \frac{b}{2 \operatorname{tg} \frac{\varepsilon}{2}}$.

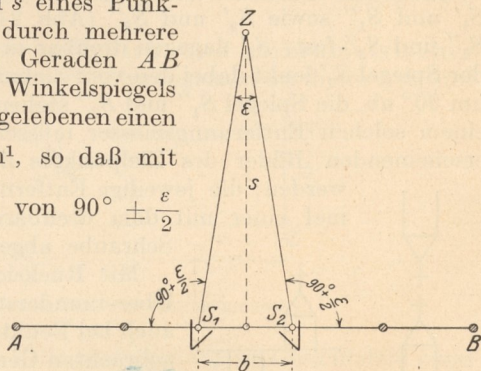


Abb. 22.
Mittelbare Streckenmessung mit einem Winkelspiegel.

Verwendet man zur Messung von b ein Meßband mit entsprechender, einfach zu berechnender Teilung, so kann man daran unmittelbar s ablesen.

¹ An Stelle eines Winkelspiegels verwendet man praktisch besser ein entsprechend geschliffenes Prisma; ein Prisma dieser Art wird von M. Hensoldt und Söhne hergestellt.

β) Grundstrecke b unveränderlich und mikrometrischer Winkel ε veränderlich. Ein Entfernungsmesser dieser Art besteht in seiner einfachsten Form (Abb. 23) aus zwei Spiegeln S_1 und S_2 , von denen S_1 fest und S_2 drehbar mit einem Brettstück verbunden sind. Beim Gebrauch wird der Spiegel S_2 solange gedreht, bis das im Spiegel S_1 gesehene Bild des Zielpunktes Z genau z. B. unter dem unmittelbar — senkrecht zu S_1S_2 — gesehenen Punkt Z liegt; die Entfernung s kann dann an einer mit dem Spiegel S_2 verbundenen Teilung unmittelbar abgelesen werden.

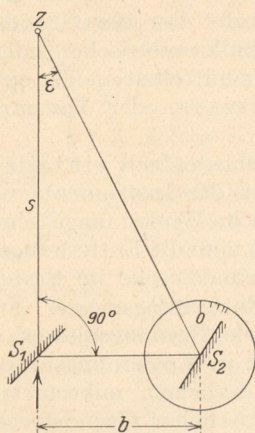


Abb. 23. Einfacher Entfernungsmesser mit unveränderlicher Grundstrecke.

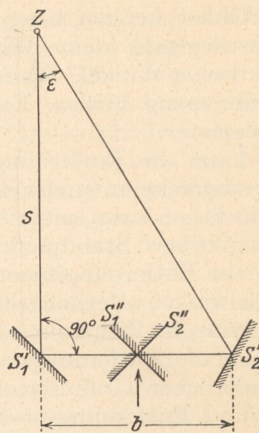


Abb. 24. Doppelbildentfernungsmesser.

An Stelle von nur zwei Spiegeln kann man auch zwei Spiegelpaare S'_1 und S'_2 sowie S''_1 und S''_2 (Abb. 24) verwenden, von denen S'_1 , S'_2 und S''_1 fest, S''_2 dagegen drehbar in einem Rohr angeordnet sind; der Spiegel S'_1 lenkt dabei den vom Zielpunkt Z kommenden Lichtstrahl um 90° ab, die Spiegel S'_2 und S''_2 stehen senkrecht übereinander. Bei einem solchen Entfernungsmesser müssen die beiden im Gesichtsfeld erscheinenden Bilder des Zielpunktes Z genau übereinandergestellt werden; die jeweilige Entfernung kann dann an der Trommel einer mit dem drehbaren Spiegel S''_2 verbundenen Schraube abgelesen werden.



Abb. 25. Bilder des Zielpunktes beim Kehr-
bildentfernungsmesser.

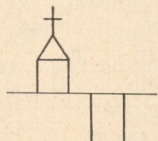


Abb. 26. Bilder des Zielpunktes
beim Schnitt-
bildentfernungsmesser.

Mit Rücksicht auf die Schwierigkeit des Übereinanderstellens der beiden Bilder — auch bei Benutzung einer im Gesichtsfeld angebrachten Geraden — werden diese Doppelbildentfernungsmesser oder Koinzidenzentfernungsmesser mit „Kehrbildern“ und mit „Schnittbildern“ hergestellt. Beim Kehrbild- oder Invertentfernungsmesser steht das eine Bild aufrecht und das andere umgekehrt (Abb. 25); beim Schnittbild- oder Halbbildentfernungsmesser erscheint der Zielpunkt in der Mitte durchgeschnitten, so daß man zwei halbe Bilder (Abb. 26) sieht.

b) Entfernungsmesser mit der Grundstrecke im Zielpunkt. α) Mikrometrischer Winkel ε unveränderlich und Grundstrecke b veränderlich. Ein solcher Entfernungsmesser besteht in seiner einfachsten Form aus einer T-förmigen Grundplatte (Abb. 27) mit drei in S , M_1 und M_2 senkrecht zur Platte befestigten Nadeln für die Zielung; durch

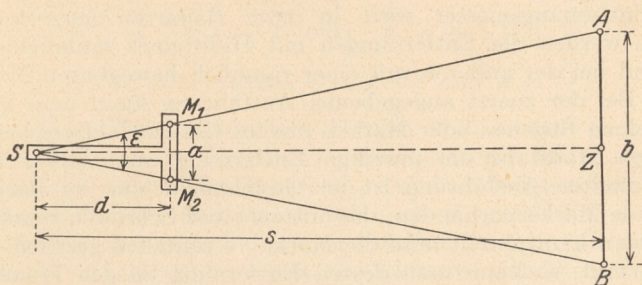


Abb. 27. Grundgedanke des Fadenentfernungsmessers.

die beiden Geraden SM_1 und SM_2 ist dabei der mikrometrische Winkel ε bestimmt. Ist $AB = b$ die an einem im Zielpunkt Z senkrecht zu ZS gehaltenen Maßstab abgelesene, durch SM_1 und SM_2 bestimmte Grundstrecke, so erhält man die Strecke s zwischen dem Standpunkt S und dem Zielpunkt Z aus $s = \frac{b}{a} d$, wobei a der Abstand der Zielmarken M_1 und M_2 , und d der Abstand der Zielmarke S von $M_1 M_2$ ist; mit Rücksicht auf die Unveränderlichkeit von a und d kann man auch schreiben $s = kb$.

Der in der Abb. 27 angedeutete Grundgedanke findet Anwendung beim Fadenentfernungsmesser, auf den später besonders eingegangen wird.

β) Grundstrecke b unveränderlich und mikrometrischer Winkel ε veränderlich. Bei den Entfernungsmessern dieser Art wird

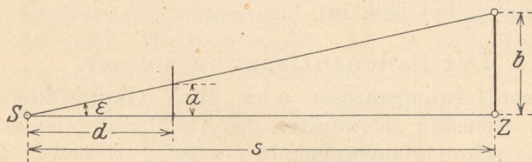


Abb. 28. Grundgedanke des Schraubenentfernungsmessers.

im Standpunkt S (Abb. 28) mit Hilfe einer Teilung im Gesichtsfeld eines Fernrohrs oder einer Schraube im unveränderlichen Abstand d von S die Strecke a gemessen, die der im Zielpunkt Z senkrecht zu ZS gestellten Grundstrecke b entspricht; es ist dann $s = \frac{b}{a} d$, oder, da b und d unveränderlich sind, $s = \frac{k}{a}$. Dieses Verfahren der Entfernungsmessung findet insbesondere Anwendung beim Schraubenentfernungsmesser, von dem ebenfalls später noch die Rede sein wird.

c) Außer den seither betrachteten, eine nur einäugige Beobachtung erfordernden Entfernungsmessern gibt es noch den auf dem stereoskopischen oder räumlichen Sehen beruhenden, also zweiäugige Beobachtung verlangenden Raumbildentfernungsmesser oder **stereoskopischen Entfernungsmesser**, bei dem die Grundstrecke im Standpunkt liegt. Dieser Entfernungsmesser wird in zwei Bauarten hergestellt; bei der einen werden die Entfernungen mit Hilfe eines räumlichen Maßstabes und bei der anderen mit einer räumlich bewegbaren Marke gemessen. Bei der zuerst angegebenen Ausführung kann man zwischen den einzelnen Strichen oder Marken des im Gesichtsfeld erscheinenden räumlichen Maßstabes die jeweilige Entfernung unmittelbar ablesen. Bei der zweiten Ausführung ist im Gesichtsfeld eine im Raum freischwebende Marke vorhanden, die mittels einer Schraube räumlich bewegt werden kann; stellt man die Marke — räumlich gesehen — über den Zielpunkt, so kann man dessen Entfernung an der Trommel der auf die Marke wirkenden Schraube ablesen. Das Instrument mit räumlichem Maßstab im Gesichtsfeld kann freihändig benutzt werden; dasjenige mit räumlich bewegbarer Marke erfordert eine feste Aufstellung auf einem entsprechenden Stativ.

Die Firma C. Zeiß fertigt drei, für topographische Zwecke in Frage kommende stereoskopische Entfernungsmesser mit Grundstrecken von 36, 50 und 70 cm Länge und festem Maßstab im Gesichtsfeld. Das Instrument mit 36 cm langer Grundstrecke kann zur Messung von Strecken von 30—1000 m benutzt werden; dabei hat man mit Fehlern von mindestens 0,1 bzw. 50 m zu rechnen. Das Instrument mit 50 cm langer Grundstrecke dient zur Messung von Strecken von 100 m an, wobei man mit einem Fehler von mindestens 0,5 m zu rechnen hat; bei 500 m langen Strecken muß man mit Fehlern von mindestens 10 m und bei 1000 m mit 50 m rechnen. Das Instrument mit 70 cm langer Grundstrecke kommt für Strecken von 100—5000 m Länge in Frage; die zu erwartenden Fehler sind mindestens 0,1 m bei 100 m, 10 m bei 1000 m und 250 m bei 5000 m.

5. Der Fadenentfernungsmesser.

Der Fadenentfernungsmesser oder auch Okularfadenentfernungsmesser ist ein wichtiger Bestandteil des Tachymetertheodolits und der Kippregel; wie schon oben angegeben wurde, ist er ein Entfernungsmesser mit veränderlicher Grundstrecke im Zielpunkt und mit unveränderlichem mikrometrischen Winkel im Standpunkt. Der nur 30 bis 60 Minuten große mikrometrische Winkel ε ist bestimmt durch die Brennweite f des Objektivs eines Fernrohrs und zwei, zu beiden Seiten des eigentlichen Horizontalfadens auf der Fadenplatte des Fernrohrs in unveränderlichem Abstand aufgezoogene bzw. angegebene „Distanzfäden“. Soll die horizontale Entfernung E zwischen zwei in derselben Höhe gelegenen Punkten S und Z gemessen werden, so stellt man das entfernungsmessende Fernrohr in S und in Z einen auf einer Latte angegebenen Maßstab mit Zentimeter- oder Dezimeterteilung vertikal auf und liest an diesem den mit E veränderlichen Abschnitt l zwischen