

Über optische Entfernungsmesser.

Von Dr. H. JOACHIM.

Das Problem der Bestimmungsweite nach beliebig gelegenen unzugänglichen Punkten von einem einzigen Standort aus hat bereits seit Jahrhunderten die findigsten Köpfe der Geodäten sowohl wie der Mechaniker und Konstrukteure beschäftigt. Noch in neuester Zeit bildet diese Aufgabe ein Lieblingsproblem zahlreicher Erfinder.

Der Militärtechnik ist es vorbehalten gewesen, die Aufgabe ihrer Lösung entgegenzuführen. Die gesteigerte Präzision der Schusswaffen und die dadurch erreichte grössere Reichweite derselben hatte zur Folge, dass das Schätzen der Bestimmungsweiten für die wirksame Bekämpfung der feindlichen Stellungen nicht mehr ausreichte und Mittel und Wege geschaffen werden mussten, die Bestimmungsweite des Zieles mit grösster Sicherheit festzulegen. Der militärische Entfernungsmesser bildet neuerdings eins der wichtigsten Hilfsmittel für die Zielbestimmung im Felde.

Soweit es sich um die Entwicklung der Entfernungsmesser-Frage in Deutschland handelt, gebührt der Firma HAHN in Cassel — vormals A. & R. HAHN, Institut für militärwissenschaftliche Instrumente, jetzt Aktiengesellschaft HAHN für Optik und Mechanik — das Verdienst, seit Beginn der 70er Jahre des vorigen Jahrhunderts aus den primitivsten Anfängen heraus die militärischen Entfernungsmesser-Konstruktionen zu einer derartigen Höhe entwickelt zu haben, dass das von ihr seit Jahrzehnten verfolgte Konstruktionsprinzip als das für den praktischen Gebrauch im Felde geeignetste erkannt,

insbesondere die weit allgemeinere Verwendbarkeit der monokularen Basis-Entfernungsmesser gegenüber anderen Konstruktionen (stereoskopischer Entfernungsmesser der Firma ZEISS usw.) erwiesen und die Möglichkeit der Verwendung derartiger Instrumente für den Feldgebrauch dargetan werden konnte. Es dürfte daher für weitere Kreise von Interesse sein, darzulegen, in welcher Weise sich die Entfernungsmesser-Konstruktionen der Firma HAHN im Laufe von etwa 40 Jahren entwickelt haben.

Das Verfahren, welches den sogenannten Basis-Entfernungsmessern zu Grunde liegt, besteht darin, mit Hilfe zweier Winkelmessinstrumente an den Endpunkten einer ausgemessenen Basis b (Fig. 1) die Winkel

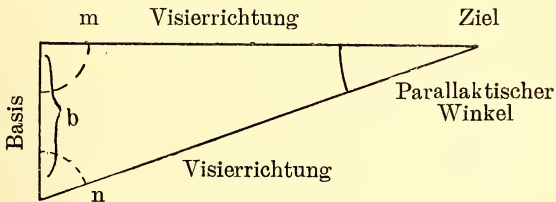


Fig. 1 Prinzip der Basis-Entfernungsmesser.

m , n zu bestimmen, welche die Visierrichtungen nach dem Ziel mit der Basis einschliessen. Damit ist das durch die Visierrichtungen und die Basis gebildete Dreieck festgelegt, und die Ermittlung der Entfernungen, d. h. der Länge der Visierlinien, ist auf eine einfache trigonometrische Aufgabe zurückgeführt.

Fig. 2 stellt derartige Winkelmessinstrumente dar, welche nach den Angaben des Herrn Major BODE, derzeitigen Mitglieds der Königlichen Artillerie-Prüfungskommission, konstruiert wurden (britisches Patent 1961/1877). Die Apparate sind mit je zwei Fernrohren ausgestattet, von denen je eins in Richtung der Basis auf den zweiten Standort, während das andere in Richtung der Visierlinie auf das Ziel einvisiert wurde. Eine am Instrument angebrachte Tangentenskala erlaubte die Ablesung der Fernrohreinstellung, woraus sich an Hand von Tabellen die

Entfernung ermitteln liess. Die Länge der Basis betrug 50—200 m.

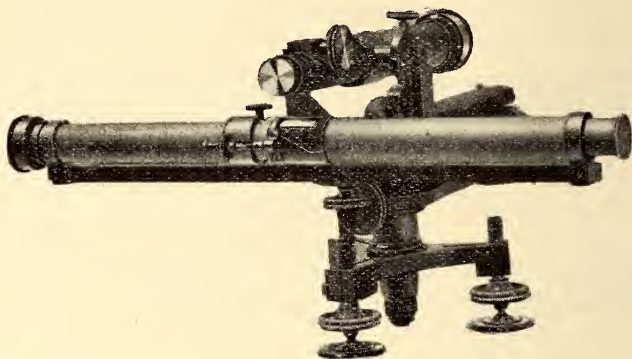


Fig. 2 Entfernungsmesser System Bode.

Die Schwierigkeit, welche sich der Verwendung zweier getrennter Stationen und Beobachter für den kriegsmässigen Gebrauch in den Weg stellten, gaben den An-

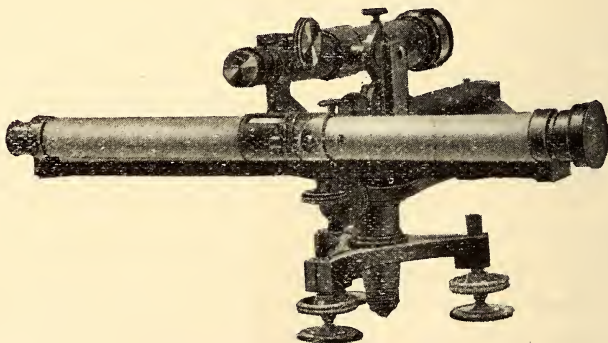


Fig. 2 Entfernungsmesser System Bode.

lass dazu, die beiden getrennten Apparate der Fig. 2 zu einem einheitlichen Instrument zu verbinden.

So entstand der Entfernungsmesser Fig. 3, der in den 80er Jahren für die Zwecke der Küstenbefestigungen eine grosse Rolle gespielt hat und sich

an verschiedenen Stellen des In- und Auslandes noch heute im Gebrauch befindet. Die zwei Visierfernrohre wurden an den Enden eines Basisbalkens von 3—5 m Länge angebracht. Das eine der beiden Fernrohre, z. B. das linke, war starr und zwar senkrecht zu dem Balken verbunden, das andere war drehbar befestigt. Durch Schwenken des ganzen Balkens wurde zunächst das linke Fernrohr auf das Ziel einvisiert. Durch Drehung der Messtrommel wurde alsdann die Visierlinie des rechten

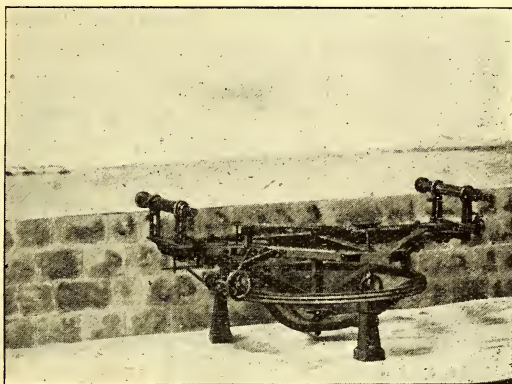


Fig. 3 Küstenentfernungsmesser.

Fernrohres ebenfalls auf denselben Zielpunkt gebracht. Die gesuchte Entfernung ergab sich als Funktion des Drehungswinkels des zweiten Fernrohres und wurde unmittelbar auf der Messtrommel abgelesen.

Ende der 80er Jahre stellte sich auch bei der Infanterie das Bedürfnis nach einem Entfernungsmesser heraus, um durch richtige Wahl des Visiers die erhöhten ballistischen Leistungen des neuen Gewehres und die Vorzüge des Magazinefeuers voll ausnutzen zu können und gleichzeitig die Möglichkeit einer zwecklosen Munitionsverschwendung auf einer falschen Entfernung auszuschliessen.

Durch eine Verringerung der Basis von 5 m auf ca. 50 cm und durch eine geeignete Umbildung der Visierfernrohre, deren optische Achsen mit Hilfe eingeschalteter

Prismen in der Weise gebrochen wurden, dass die Okulare im Augenabstande nebeneinander lagen (Fig. 4), wurde die Möglichkeit geschaffen, das Einvisieren der beiden Fernrohre durch einen einzigen Beobachter vorzunehmen.

Beide Fernrohre enthielten eine Strichmarke, die beide auf den Zielpunkt einzustellen waren. Die Entfernung wurde alsdann mit Hilfe der Mikrometerschraube, welche die Bewegung der einen Strichmarke hervorrief, ermöglicht. Das Instrument ist im Prinzip identisch mit dem sogenannten stereoskopischen Entfernungsmesser mit Wandermarke.

Infolge der Schwierigkeiten, die die stereoskopische Wahrnehmung bietet und die so ausgesprochen sind, dass nur ein geringer Prozentsatz aller Menschen stereoskopische Eindrücke aufzunehmen vermag, ist der sehr naheliegende

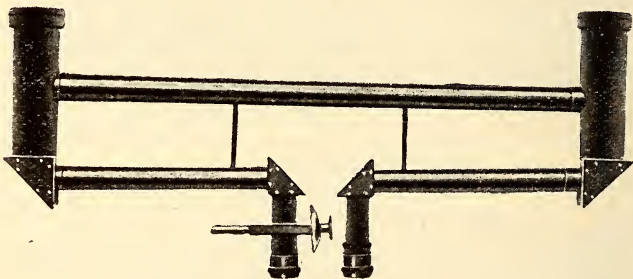


Fig. 4 Entfernungsmesser System 1886.

Schritt^{*)} von [diesem Instrument zu dem späteren Modell der stereoskopischen Entfernungsmesser von der Firma HAHN s. Zt. nicht getan worden. Vielmehr führen ihre weiteren Konstruktionen von hier aus zu dem monokularen Entfernungsmesser.

Der erste weitere Schritt bestand darin, dass die im Augenabstand nebeneinander liegenden Okulare näher zusammengelegt und schliesslich die beiden Okularprismen in ein und demselben Okular vereinigt wurden. Das Prinzip dieses Instrumentes ist neuerdings in dem BECK'schen Entfernungsmesser wieder aufgetreten.

Instrumente dieser Art wurden Anfang der 90er Jahre konstruiert. Die sämtlichen optischen Teile wurden dann weiter in ein einziges quer zur Visierichtung liegendes Rohr verlegt, wodurch das Instrument die charakteristische Form des sogenannten Querfernrohres erhielt, die es noch heute aufweist. Eine weitere Verbesserung bestand darin, dass die vor dem Okular liegenden Ablenkungsprismen (Okularprismen) nicht mehr neben-, sondern übereinander gelegt wurden. Dieses optische System ist noch heute für alle monokularen Basis-Entfernungsmesser (Koinzidenz-Entfernungsmesser) charakteristisch: Zweiteiliges, durch die Trennungslinie geteiltes Gesichtsfeld, dessen unteres Bild von dem rechten, dessen oberes von dem linken Fernrohr herrührt.

Die Wirkungsweise eines solchen Koinzidenz-Entfernungsmessers beruht auf folgendem: Sind die optischen Achsen der beiden Fernrohrsysteme parallel gestellt, so liefern sie von einem in unendlicher Entfernung liegenden Gegenstand ein über die Trennungslinie verlaufendes einheitliches Bild. Visiert man dagegen einen Gegenstand in endlicher Entfernung an, so erscheint sein Bild in der oberen Hälfte des Gesichtsfeldes, d. h. im linken Fernrohr, gegenüber dem in der unteren nach rechts verschoben (Fig. 5).

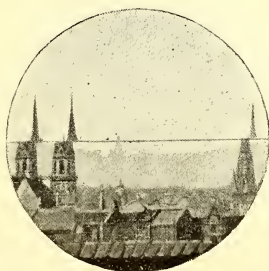


Fig. 5 Gesichtsfeld des Koinzidenz-Entfernungsmessers.

Die Erscheinung ist ganz analog derjenigen, welche man erhält, wenn man abwechselnd mit dem rechten und linken Auge hintereinander in verschiedenen Entfernungen

liegende Gegenstände betrachtet. Durch das linke Auge gesehen, erscheinen die näheren Gegenstände den weiteren gegenüber nach rechts verschoben.

Die Gegenstände erscheinen im oberen Bild um so stärker nach rechts verschoben, je näher sie liegen. Das Mass dieser Verschiebung kann also unmittelbar zur Entfernungsbestimmung dienen.

Das gebräuchliche Messverfahren besteht bei den monokularen Basisentfernungsmessern darin, durch die Bewegung eines oder mehrerer optischer Teile eine derartige Schwenkung der optischen Achse eines der beiden Fernrohre in der Messebene, d. i. in der Ebene des Messdreiecks, vorzunehmen, dass die durch die Trennungslinie zerschnittenen und sich nicht vergleichenden Bilder wieder zur Koinzidenz gelangen. Die Grösse dieser Verschiebung kann durch eine geeignete Mikrometertrommel, die nach Entfernungen geteilt ist, abgelesen werden. Entfernungsmesser dieser Art bezeichnet man als **Koinzidenz-Entfernungsmesser** im engeren Sinne.

Die Schwierigkeit, mit dem Koinzidenz-Entfernungsmesser kleine Feldziele schnell und sicher anzumessen, hat dazu geführt, das obere Bild symmetrisch zum unteren umzukehren; (Fig. 6) die ohnehin sehr kleinen Feldziele

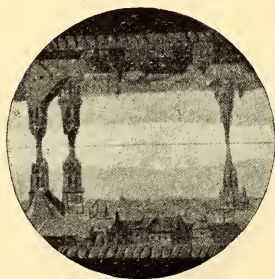


Fig. 6 Gesichtsfeld des Invert-Entfernungsmessers.

werden durch die Trennungslinie nicht geteilt, sondern man hat die ganze Höhe des Zieles doppelt zur Verfügung. Instrumente dieser Art bezeichnet man als **Invert-Entfernungsmesser**.

Die Fig. 7 zeigt einen Infanterie-Entfernungsmesser auf seinem Stativ. Der Strahlengang in dem Fernrohr wird durch Fig. 8 veranschaulicht. An den beiden Enden befinden sich im Abstand der Basis von 80 cm fünfseitige Prismen b , welche die vom Ziel kommenden Lichtstrahlen unter rechtem Winkel reflektieren

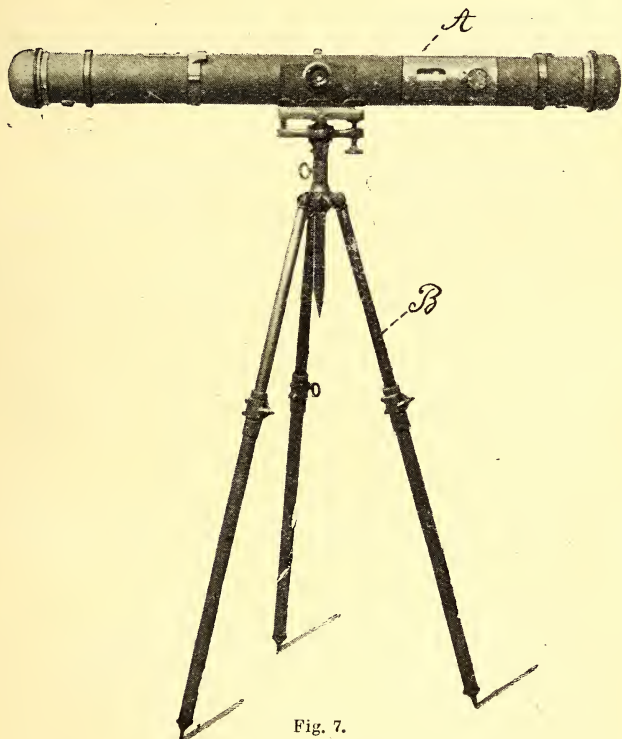


Fig. 7.

Entfernungsmesser für Infanterie.

und durch die beiden Objektive c c_1 in die Okularprismen d d_1 leiten. Letztere sind so aufeinandergelegt und in der Weise abgeblendet, das in das untere Prisma d_1 nur die Strahlen der rechten, in das obere d nur die der linken Eintrittsöffnung gelangen. In den Okularprismen werden die Lichtstrahlen rechtwinklig gebrochen und in das Okular e geleitet.

Die Messung geschieht in folgender Weise: Unter Benutzung einer aus Kämme und Korn bestehenden Visiervorrichtung, die sich oberhalb des Okulars befindet, richtet man das Fernrohr durch Bewegung der Stell-schrauben des Stativkopfes nach dem anzumessenden Ziel.



Fig. 8 Strahlengang im Entfernungsmesser.

Mittels des Okulars überzeugt man sich, dass der betreffende Gegenstand im Gesichtsfeld des Entfernungsmessers erscheint. Durch vorsichtige Drehung des Telemeters um den vertikalen Zapfen des Gestelles bringt man den Gegenstand in die Mitte des Gesichtsfeldes, und durch Kippen des Instrumentes um seine Längsachse bringt man einen geeigneten Teil des Zieles auf die Mitte der Trennungslinie.

Ist als Ziel z. B. ein Kirchturm gewählt, so muss derselbe nach dem Einvisieren im Gesichtsfeld die

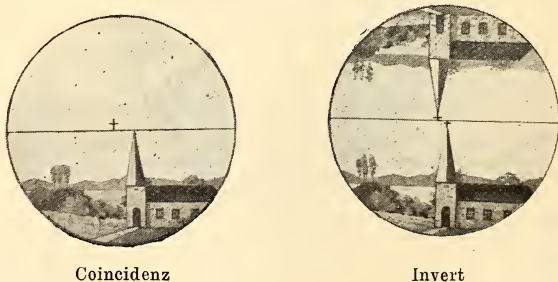
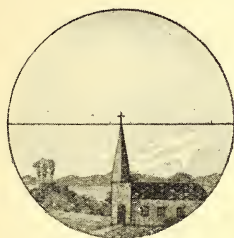


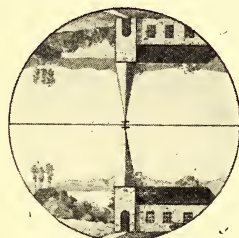
Fig. 9 und 10 Einstellen des Entfernungsmessers vor dem Messen.

durch die Figuren 9 und 10 veranschaulichte Form annehmen.

Um die Entfernung festzustellen, dreht man nun an dem Messmechanismus des Instrumentes solange, bis sich die Bilder zu einem Ganzen vereinigen bzw. sich decken. (Fig. 11, 12). Die Entfernung wird alsdann an der Mess-trommel abgelesen.



Coincidenz



Invert

Fig. 11 und 12 Einstellen des Entfernungsmessers nach dem Messen.

Das Instrument kann übrigens auch so eingerichtet sein, dass die Ableseskala im Innern liegt und entweder im Okular des Entfernungsmessers selbst oder in einem Hilfsokular erscheint. Für die Verfolgung schnell beweglicher Ziele ist diese Anordnung der sogenannten Innenablesung empfehlenswert.

Soll der Entfernungsmesser für das Anmessen von Luftzielen Verwendung finden, so ist in vielen Fällen die Verwendung einer schräg gerichteten Einblicksöffnung des Okulars zweckmässig.

Die Genauigkeit des Instrumentes richtet sich nach der Länge der Basis, der Vergrößerung und der Einstellgenauigkeit. Nach Untersuchungen von HELMHOLTZ kann man unter günstigen Verhältnissen die Einstellgenauigkeit mit etwa 10 Sekunden annehmen. Bei zehnfacher Vergrößerung ist also der in Betracht kommende Einstellfehler gleich einer Sekunde. Dieser Winkelfehler entspricht bei den verschiedenen Basislängen den in der folgenden Tabelle enthaltenen Messfehlern.

Tabelle der Messfehler in m:

| Entfernungen in m | Länge der Basis | | | | |
|----------------------|-----------------|-------|-------|-------|------|
| | 0,8 m | 1,0 m | 1,5 m | 3 m | 5 m |
| 400 | 1,0 | 0,8 | 0,5 | — | — |
| 700 | 3,0 | 2,4 | 1,6 | 0,8 | 0,5 |
| 1000 | 6,0 | 4,8 | 3,2 | 1,6 | 1,0 |
| 1500 | 13,6 | 10,9 | 7,3 | 3,6 | 2,2 |
| 2000 | 24,2 | 19,4 | 12,9 | 6,5 | 3,9 |
| 3000 | 54,5 | 43,6 | 29,1 | 14,5 | 8,7 |
| 4000 | 96,9 | 77,6 | 51,8 | 25,8 | 15,5 |
| 5000 | 151,5 | 121,2 | 80,8 | 40,4 | 24,2 |
| 10000 | — | — | 323,2 | 161,6 | 97,0 |

Um die Justierung des Instrumentes zu prüfen, verwendet man besondere Hilfsapparate, Justierlatten und dergl. Neuerdings werden die Instrumente auch mit Einrichtungen versehen, die eine Justierung ohne Hilfsapparate gestatten (sogenannte Innenjustierung).

Die Anforderungen, welche an die Genauigkeit des Instrumentes gestellt werden, sind derartig hohe, dass nur durch die vollkommensten Hilfsmittel, welche der modernen Präzisionsmechanik und Optik zu Gebote stehen, die Lösung der Entfernungsmesser-Frage erfolgen konnte. Bezüglich der Optik braucht man nur daran zu erinnern, welche Schwierigkeiten es macht, zwei Fernrohre, deren Gesichtsfeldbilder unmittelbar nebeneinander in demselben Okular erscheinen, so vollkommen gleichartig bezüglich Vergrößerung, Bildschärfe usw. herzustellen, dass die beiden Bilder als von einem einzigen Fernrohr entworfen erscheinen.

Die mechanischen Anforderungen sind ausser durch die Bedingungen der Wasserundurchlässigkeit und der Sicherheit gegen Eindringen von Staub, Schmutz und dergl. durch die weiteren Forderungen des Feldgebrauches, leichte Handhabung, Sicherheit gegen Stoss und Temperatureinflüsse auf's äusserste gesteigert. Es ist daher verständlich, dass auch von fachmännischer Seite das Problem der feldbrauchbaren Entfernungsmesser noch bis vor kurzem als unlösbar bezeichnet werden konnte. Die Entfernungsmesser-Konstruktionen zählen daher mit Recht zu den schwierigsten Aufgaben, die der Präzisionsmechanik in neuester Zeit gestellt worden sind.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen und Berichte des Vereins für Naturkunde Kassel](#)

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: [53](#)

Autor(en)/Author(s): Joachim H.

Artikel/Article: [Über optische Entfernungsmesser 158-169](#)