

Einleitung.

Die Aufgabe der Topographie besteht in der Herstellung von Karten, in denen sowohl der Grundriß als auch die Geländeformen des in Frage kommenden Gebietes dargestellt sind. Zur Anfertigung einer solchen Karte müssen mit Benutzung von gewissen Instrumenten durch Anwendung von bestimmten Messungsverfahren Aufnahmen im Gelände ausgeführt werden; um deren Ergebnisse in Form einer Karte vervielfältigen zu können, müssen sie zuerst kartographisch bearbeitet werden. Dementsprechend werden im folgenden zunächst die topographischen Instrumente, dann die topographischen Meßverfahren und im Anschluß daran die Ausführung von topographischen Aufnahmen behandelt; zuletzt werden die kartographische Bearbeitung der Aufnahmen und ihre Vervielfältigung besprochen.

I. Die topographischen Instrumente.

Die für topographische Aufnahmen in Frage kommenden Instrumente sind der Tachymetertheodolit, der Meßtisch mit der Kippregel und die photogrammetrischen Instrumente, bei denen man zwischen Aufnahmeinstrumenten und Auswertungsinstrumenten zu unterscheiden hat. Der Besprechung dieser Instrumente vorausgehend werden im folgenden zunächst die wichtigsten Einzelteile der Instrumente behandelt.

Außer den genannten Instrumenten verwendet der Topograph gelegentlich auch Instrumente für flüchtige Aufnahmen; von ihnen wird am Schluß dieses Abschnitts die Rede sein.

A. Einzelteile der topographischen Instrumente.

Die im folgenden zu besprechenden einzelnen Teile der Instrumente sind das Zielfernrohr, die Libelle und die Vorrichtungen zum Ablesen an Teilungen; im Anschluß an diese werden die Hilfsmittel zur mittelbaren Streckenmessung und die Bussole behandelt.

1. Das Zielfernrohr.

Das Zielen mit einem Fernrohr erfordert eine als Zielachse bezeichnete feste Gerade; diese ist bestimmt durch eine in dem Fernrohr angebrachte Zielmarke. Als Zielmarke verwendet man im einfachsten Fall den Schnittpunkt von zwei, senkrecht zueinander stehenden Spinnfäden oder auf einem dünnen Glasplättchen angegebenen Geraden; das durch diese gebildete, aus dem „Horizontalfaden“ und dem „Vertikalfaden“ bestehende Fadenkreuz wird auf einer zugleich als Blende

zum Abhalten von Randstrahlen dienenden Platte befestigt. Die Fadenzkreuzplatte ist in dem Fernrohr z. B. mit Hilfe von zwei Paar Druckschrauben (Abb. 1) derart angebracht, daß sie in der Richtung der Schrauben um kleine Beträge verschoben werden kann. Damit den beiden Fäden eine bestimmte — horizontale bzw. vertikale — Stellung gegeben werden kann, ist die Fadenzkreuzplatte zusammen mit den sie haltenden Schrauben drehbar angeordnet.

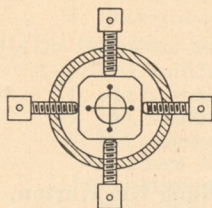


Abb. 1. Befestigung der Fadenzkreuzplatte im Fernrohr.

Bei dem aus der Objektivlinse L_1 mit großer Brennweite und der Okularlinse L_2 mit kleinerer Brennweite bestehenden einfachen oder Keplerischen Fernrohr (Abb. 2) wird von dem zu betrachtenden Gegenstand AB durch das Objektiv ein verkleinertes und umgekehrtes Bild $A'B'$ entworfen, das durch das als Lupe wirkende Okular betrachtet wird. Da der Abstand a der beiden Linsen L_1 und L_2 oder die Länge des Fernrohrs von der Entfernung e des Gegen-

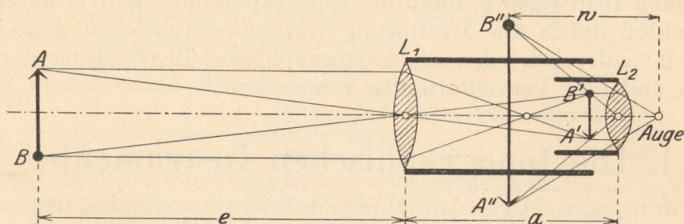


Abb. 2. Wirkungsweise des einfachen Fernrohrs.

standes abhängig ist, so werden L_1 und L_2 in zwei verschiedenen Röhren befestigt, von denen die engere Okularröhre in der weiteren verschoben werden kann.

Damit der Gegenstand AB mit dem Fadenzkreuz einwandfrei angezielt oder dieses mit dem Gegenstand zur Deckung gebracht werden kann, ist es notwendig, daß das Fadenzkreuz in derselben Ebene mit $A'B'$ liegt; dies ist der Fall, wenn das vom Fadenzkreuz durch das Okular L_2 gesehene Bild ebenso wie das von $A'B'$ durch L_2 gesehene Bild $A''B''$ in der dem Beobachter eigentümlichen deutlichen Sehweite w liegt. Ist dies nicht der Fall, so besteht ein Zustand, der als Parallaxe bezeichnet wird. Keine Parallaxe ist vorhanden, wenn man das Fadenzkreuz und den Gegenstand zu gleicher Zeit im Fernrohr gut sieht.

Da die deutliche Sehweite w und damit die Entfernung zwischen der Okularlinse L_2 und dem Fadenzkreuz F für verschiedene Beobachter verschieden sind, so muß die Entfernung zwischen L_2 und F um kleine Beträge verändert werden können; für diesen Zweck ist entweder das Fadenzkreuz F (Abb. 3a) oder besser die Okularlinse L_2 (Abb. 3b) zum Verschieben eingerichtet. Das durch das Okular gesehene Bild des Fadenzkreuzes bringt man vor Benutzung des Fernrohrs zu Zielungen dadurch in deutliche Sehweite, daß man das Fernrohr — bei beliebigem Abstand zwischen Objektiv und Okular — gegen einen hellen Hinter-

grund richtet und dann die Entfernung zwischen Okular und Fadenkreuz solange verändert, bis das letztere in scharfen schwarzen Strichen erscheint.

Das scharfe Einstellen eines Gegenstandes mit dem Fernrohr geschieht durch entsprechende Veränderung des Abstandes zwischen dem Objektiv und der das Fadenkreuz und die Okularlinse enthaltenden

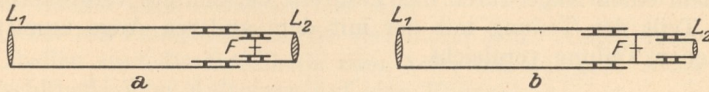


Abb. 3. Anordnungen zum Einstellen des Fadenkreuzes.

Okularröhre. Wurde ein Punkt mit einem der beiden Fäden des Fadenkreuzes angezielt, und bewegt man dann das Auge vor dem Okular, so dürfen die Bilder von Fadenkreuz und Punkt sich gegenseitig nicht verschieben; findet eine Verschiebung der beiden Bilder statt, so ist entweder der Punkt oder das Fadenkreuz nicht scharf eingestellt.

Mit Rücksicht auf die sphärische und chromatische Abweichung verwendet man an Stelle des einfachen oder Keplerschen Fernrohrs zusammengesetzte Fernrohre mit achromatischen Objektiven; es sind dies das Fernrohr von Huygens (Abb. 4a) und insbesondere dasjenige

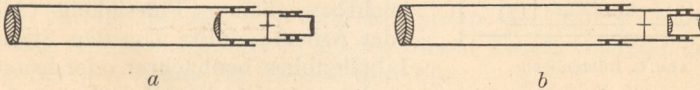


Abb. 4. a) Fernrohr nach Huygens, b) Fernrohr nach Ramsden.

von Ramsden (Abb. 4b). Neuerdings wird vielfach ein Fernrohr mit unveränderlichem Abstand zwischen Objektiv und Fadenkreuz (Abb. 5) verwendet, bei dem die Scharfeinstellung des betrachteten Gegenstandes durch Verschieben einer zwischen dem Objektiv und dem Fadenkreuz angeordneten Linse erfolgt; zur Scharfeinstellung des Fadenkreuzes ist die Entfernung zwischen diesem und dem aus zwei Linsen bestehenden Okular veränderlich. Dieses Fernrohr mit innerer Einstelllinse hat im Vergleich zu dem seither viel benutzten Ramsdenschen Fernrohr insbesondere den Vorzug, daß das Innere des Fernrohrs besser gegen Staub und Feuchtigkeit abgeschlossen ist. Das oben beim einfachen Fernrohr in bezug auf das Einstellen von Fadenkreuz und Gegenstand Gesagte gilt auch für die zusammengesetzten Fernrohre.



Abb. 5. Fernrohr mit innerer Einstelllinse.

Die besprochenen Fernrohre sind solche, bei denen das Bild eines betrachteten Gegenstandes umgekehrt erscheint. Es gibt auch Fernrohre, die infolge eines vorgeschalteten Prismas aufrechte Bilder ergeben; diese Fernrohre finden bei topographischen Instrumenten keine Anwendung.

Die Genauigkeit des Zielens mit einem Zielfernrohr wird mit Hilfe des mittleren Zielfehlers μ angegeben, der insbesondere von der Ver-

größerung v des Fernrohrs abhängig ist. Je nach der Gestalt des anzuzielenden Gegenstandes, der Ruhe der Luft, der Beleuchtung und der Form der Zielmarke ist $\mu = \pm \frac{3''}{\sqrt{v}}$ bis $\pm \frac{10''}{\sqrt{v}}$.

Die Vergrößerung eines Fernrohrs kann man dadurch bestimmen, daß man das Fernrohr gegen eine gleichmäßige Teilung richtet und das mit dem einen Auge durch das Fernrohr betrachtete vergrößerte Bild eines Teils der Teilung mit der mit dem anderen Auge unmittelbar gesehenen Teilung vergleicht.

2. Die Libelle.

Das wichtigste Hilfsmittel zum Horizontallegen oder Vertikalstellen von Geraden und Ebenen ist die Libelle, die in zwei, als Röhrenlibelle und Dosenlibelle bezeichneten Formen vorkommt.

a) Die **Röhrenlibelle** ist eine für gröbere Zwecke gebogene und für feinere Zwecke im Innern nach einem Kreisbogen tonnenförmig ausgeschliffene zylindrische Glasröhre (Abb. 6), die zum Schutze gegen Beschädigungen und für die Befestigung an einem Instrument in Metall gefaßt ist. Die an ihren Enden meist zugeschmolzene Röhre ist bis auf die wenige Zentimeter lange Libellenblase mit einer leichtbeweglichen Flüssigkeit (Alkohol oder Äther) gefüllt. Um den Stand der Libellenblase beobachten oder feststellen zu können, ist die Glasröhre auf ihrer

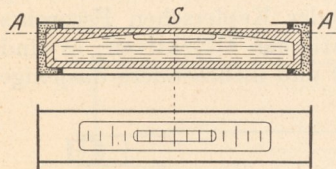


Abb. 6. Röhrenlibelle.

Außenseite mit einer Teilung versehen, deren Striche entweder 2,26 mm (eine Pariser Linie) oder 2 mm oder auch 2,5 mm voneinander entfernt sind; der Mittelpunkt dieser Teilung ist der Spielpunkt S der Libelle. Die Libelle „spielt ein“, wenn der Mittelpunkt der Blase mit dem Spielpunkt zusammenfällt; ist dies nicht der Fall, so „schlägt die Libelle aus“.

Die Tangente A im Spielpunkt S an den Ausschleifungsbogen heißt die Achse der Libelle; sie liegt bei einspielender Libelle horizontal. Der Winkel, um den man eine Libelle neigen muß, damit ein Blasenende um einen Teil der Teilung weiterbewegt wird, heißt die Empfindlichkeit oder die Angabe der Libelle. Die Empfindlichkeit der bei topographischen Instrumenten benutzten Libellen liegt zwischen 10 und 60 Sekunden.

Bei der Doppel- oder Wendelibelle (Abb. 7) ist die Glasröhre an zwei, einander gegenüberliegenden Stellen ausgeschliffen; die durch die beiden Teilungsmittelpunkte bestimmten Spielpunkte S_1 und S_2 werden so angebracht, daß die beiden Libellenachsen A_1 und A_2 parallel sind.

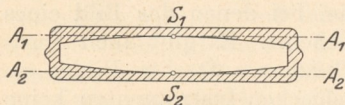


Abb. 7. Doppel- oder Wendelibelle.

Bei einer von H. Wild eingeführten Vorrichtung befindet sich über der Libelle ein Prismensystem, das eine Beobachtung der Libellenblase in der Längsrichtung der Libelle ge-