



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Grundlehren der darstellenden Geometrie mit Einschluss der Perspektive

Lötzbeyer, Philipp

Dresden, 1918

Anhang.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83258](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-83258)

Anhang.

Darstellende Geometrie des Geländes.

(Kotierte Projektion oder Zahlrißverfahren.)

§ 1. Begriff der kotierten Projektion. Allgemeines.

1) Bedeutet P_0 (Fig. 1) einen beliebigen Punkt des Raumes und B eine wagerechte Bild- oder Zeichenebene, so ist seine Lage durch seinen senkrechten Riß P auf B ¹⁾ und die Angabe der Länge und Richtung seines Abstandes p (z. B. $p = 8$ m oder $p = -5$ m) eindeutig bestimmt. Die dem Riß P beigefügte Zahl heißt **Höhenzahl** oder **Kote**, der Riß P mit beigefügter Höhenzahl **kotierter Riß** oder **Projektion**.

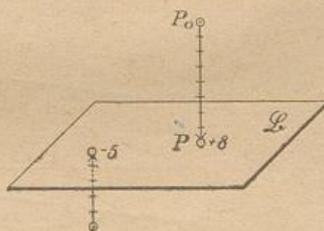


Fig. 1.

Dieses Rißverfahren wird hauptsächlich zur Darstellung von **Gelände- oder topographischen Flächen** verwandt. Darunter versteht man ein Stück der Erdoberfläche, das so klein ist, daß man die Richtungen der in allen ihren Punkten wirkenden Schwerkräfte als parallel ansehen kann.

2) In einer topographischen²⁾ Karte kommt es zunächst darauf an, ein Stück der Erdoberfläche nach Lage und Höhe genügend genau darzustellen. Ein Bild, wie es die photographische Kamera des Fliegers liefert, würde über die Bodengestaltung und -bedeckung, über die Beschaffenheit der Wege, insbesondere aber über die Höhenverhältnisse nicht genügenden Aufschluß geben. Um die Höhenunterschiede kenntlich zu machen, pflegt man eine hinreichende Zahl wichtiger Punkte abzubilden und mit der zugehörigen Höhenzahl zu versehen, die ihren Abstand von einer festen Ebene, meist dem Meeresspiegel, in einer bestimmten Maßeinheit, z. B. in Metern, bezeichnen. Die Abbildung einzelner Punkte aber genügt nicht,

¹⁾ Die Riße von Punkten oder Geraden werden im folgenden der Einfachheit halber nicht besonders gekennzeichnet, also einfach z. B. mit A, B... oder g, ihre Urbilder dagegen entsprechend mit A_0 , B_0 ... oder g_0 bezeichnet.

²⁾ Topographie ist die möglichst genaue Darstellung und Beschreibung einer geographischen Örtlichkeit.

um auf der Karte die Geländeformen deutlich zur Anschauung zu bringen. Um das zu erreichen, denkt man sich in bestimmten, nicht zu großen Abständen, z. B. alle 10 m, wagerechte Schnittebenen (Niveauflächen) durch die abzubildende Gelände fläche gelegt und die Risse der Schnittkurven, die man Höhen- oder Schichtlinien nennt, auf der Karte verzeichnet. Bei einem abgelassenen Teich kann man solche Schichtlinien, die Spuren früherer Wasserstände, sehr schön beobachten.

Das angegebene Darstellungsverfahren ist aus rein praktischen Bedürfnissen hervorgegangen, besonders aus militärischen und nautischen. Es findet im Vermessungs- und Kartenwesen, ferner in der Geologie und im Bergbau weitgehende Anwendung.

§ 2. Die Gerade. Grundbegriffe und Grundaufgaben.

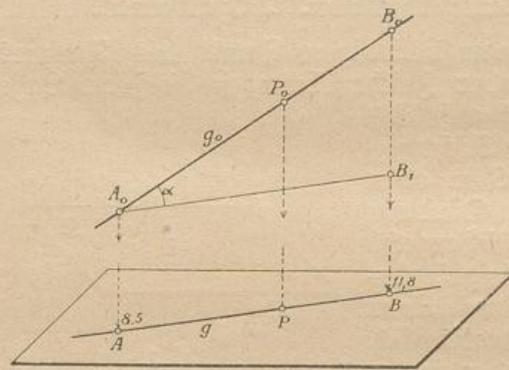


Fig. 2.

zu tun. Wenn man deswegen z. B. einfach von dem Fallwinkel oder dem Anstieg der Geraden g , dem Riß von g_0 , spricht, so hat man darunter die entsprechenden Größen der ursprünglichen Geraden zu verstehen.

Aufgabe 1. Eine Gerade g_0 ist durch die Zahlriße $A(8,5)$ und $B(11,8)$ gegeben. Den Fallwinkel und den Anstieg der Geraden, endlich die Entfernung A_0B_0 zu bestimmen.

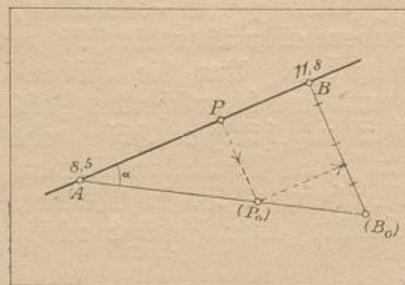


Fig. 3.

Zur Lösung vgl. Fig. 3. Bedeuten a , b , p die entsprechenden Höhenzahlen der Punkte A_0 , B_0 und P_0 (Fig. 2), so findet man die

1) Eine Gerade g_0 im Raume (Fig. 2) ist durch die Zahlriße zweier Punkte, z. B. $A(8,5)$ und $B(11,8)$ bestimmt.

Der Winkel α , unter dem g_0 gegen die wagerechte Bildebene geneigt ist, heißt der **Fallwinkel**, $\operatorname{tg} \alpha$ der **Anstieg** oder die **Böschung** der Geraden.

Anmerkung. Im folgenden haben wir es fast durchweg mit den Zeichnungen in der Bildebene

Man zeichne in der Bildebene (Fig. 3) das rechtwinklige Dreieck mit den Katheten AB und $B(B_0) = B_1B_0 = 3,3$ (vgl. Fig. 2). Die gesuchten Größen sind mit dem Winkelmeßer und Maßstab zu entnehmen.

Aufgabe 2. Die Höhenzahl eines beliebigen auf der Geraden AB gelegenen Punktes P zu bestimmen (**Einschalten eines Punktes**).

gesuchte Höhenzahl von P auch durch Rechnung (am bequemsten mit dem Rechenschieber) aus der Formel

$$p = a + \frac{AP}{AB}(b-a).$$

Aufgabe 3. Auf der Geraden AB den Punkt P mit der Höhenzahl p zu finden (vgl. Fig. 3).

Ermittle P auch durch Rechnung.

Aufgabe 4. Eine Gerade g_0 , die durch die Risse A (37,6) und B (41,3) gegeben ist, zu **graduieren (maßteilen)**, d. h. die Punkte mit ganzen Höhenzahlen zu ermitteln (Fig. 4).

Man zeichne die Umlegung AB(B_0) des rechtwinkligen Dreiecks $A_0B_0B_1$ mit der einen Kathete AB und der andern $B(B_0) = B_1B_0 = 3,7$ Einheiten, dem Höhenunterschied zwischen A_0 und B_0 , und trage auf $B(B_0)$ von B 0,4 und dann die Maßeinheit wiederholt ab. Die Parallelen, die durch die erhaltenen Punkte zu AB gezogen werden, schneiden die Umlegung $A(B_0)$ in Punkten, deren zugehörige Risse

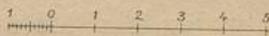
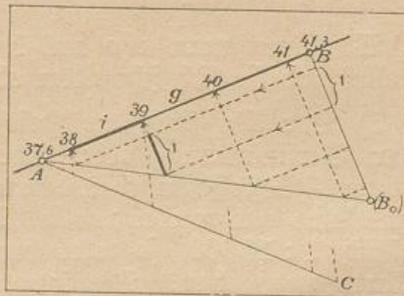


Fig. 4.

ganzzahlig sind. Zieht man jetzt durch die gefundenen Punkte auf $A(B_0)$ die Parallelen zu $B(B_0)$, so ergeben diese die gesuchten ganzzahligen Risspunkte auf AB, sie schneiden, wie man sagt, auf AB die **Graduierung (Maßteilung)** oder den **Gefällemastab** aus.

Einfacher wird die Aufgabe auf folgende Weise gelöst: Man ziehe von A aus einen beliebigen Strahl AC, trage auf ihm $AC = 3,7$ in beliebigen Einheiten und in den gleichen Einheiten von A aus 0,4 und weiter 1 ab. Die durch die erhaltenen Punkte zu CB gezogenen Parallelen schneiden auf AB die Graduierung aus.

Zur Graduierung genügt die Ermittlung zweier aufeinander folgender Risse mit ganzen Höhenzahlen, z. B. 38 und 39. Die Entfernung zweier solcher aufeinander folgender Punkte einer graduierten Geraden heißt ihr **Intervall** i.

Das Gefälle wird durch die Formel

$$\operatorname{tg} \alpha = 1 : i$$

bestimmt. Je steiler demnach der Aufstieg der Geraden AB, um so kleiner ist ihr Intervall.

Wie groß ist der Fallwinkel für $i = 1, 2, 5, 10, 20$ und 100 und wieviel für Hundert beträgt in jedem Falle die Steigung?

2) **Zwei Gerade** g_0 und l_0 des Raumes schneiden sich nur dann, wenn ihre Bilder g und l einen Punkt mit gleicher Höhenzahl gemeinsam haben (Fig. 5 und 6). Sie sind parallel, wenn $g \parallel l$ ist und zugleich ihre Intervalle übereinstimmen (vgl. § 3 S. III).

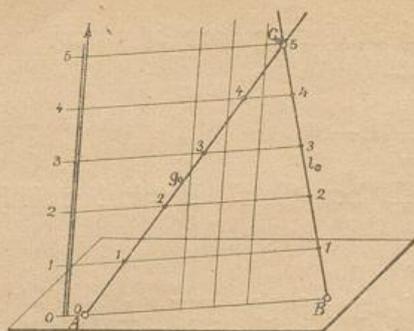


Fig. 5.

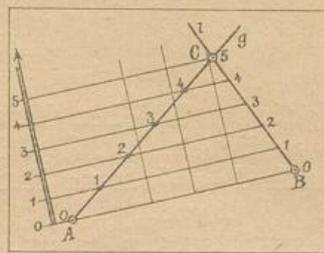


Fig. 6.

Wie kann man also aus den beiden Rissen zweier Geraden feststellen, ob sie sich schneiden oder parallel sind oder sich kreuzen?

3) Der **Maßstab der Zeichnung oder Karte** bezeichnet das Maß der Verkleinerung oder Verjüngung der Karte im Vergleich zur Natur. Besteht zwischen den wagerechten Entfernungen auf der Karte und den entsprechenden in Wirklichkeit das Verhältnis $1 : m$, z. B. gleich $1 : 10000$, so wird durch dieses Verhältnis der Maßstab der Karte angegeben. Die topographischen Karten bewegen sich in den Grenzen der Verjüngungsverhältnisse von $1 : 10000$ bis $1 : 200000$. Eine Karte großen Maßstabes wie $1 : 10000$ kann naturgemäß mehr enthalten und so ein Geländestück genauer wiedergeben als eine von kleinerem Maßstabe wie etwa $1 : 100000$, wird aber bei größeren Geländeabschnitten unhandlich.

Für den Maßstab $1 : m$ gilt für Längen die Beziehung $l_k : l_n = 1 : m$, wo l_k die Länge auf der Karte und l_n die entsprechende in der Natur bedeutet. Z. B. bei den Karten $1 : 25000$ sind 1000 m in der Natur nur 4 cm. Denn $l_k = 1000 \text{ m} : 25000 = 4 \text{ cm}$. Wie groß ist umgekehrt l_n für $l_k = 5,2 \text{ cm}$? Zur Vereinfachung ist auf jeder Karte der Maßstab aufgedruckt. Zeichne Maßstäbe für die Karten $1 : 100000$, $1 : 80000$, $1 : 25000$, $1 : 10000$!

Wichtige Geländegegenstände, wie Straßen und Eisenbahnlinien, werden nicht maßstabsgerecht gezeichnet, weil sie bei der Verjüngung auf einen kleinen Maßstab auf der Karte nur als ganz feine Linien erscheinen würden. Wie breit dürfte z. B. eine 10 m breite Straße auf einer Karte vom Maßstabe $1 : 100000$ (Generalstabskarte) oder auf den Messtischblättern ($1 : 25000$) nur gezeichnet werden?

Da die Höhen im Vergleich zu den Längen auf der Karte meist klein sind, werden bei Zeichnungen, wo auch die Höhen zur Darstellung kommen, diese in größerem Maßstabe gezeichnet (Überhöhung).

Verhalten sich auf einer Zeichnung vom Maßstabe $1 : m$ die Höhen zu den entsprechenden in der Wirklichkeit wie $1 : n$, so beträgt die tatsächliche Entfernung zwischen zwei Punkten A_0 und B_0 mit den Höhenzahlen a und b (vgl. Fig. 2)

$$e = \sqrt{m^2 AB^2 + n^2 (b - a)^2},$$

und der Anstieg der Geraden $A_0 B_0$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{n(b-a)}{m \cdot AB}$$

n wird meist kleiner als m gewählt (Überhöhung). In welchem Falle wird $e = m \cdot AB$ und $\varphi = \alpha$, wo $\operatorname{tg} \alpha = \frac{b-a}{AB}$ ist?

§ 3. Darstellung der Ebene und krummer Flächen.

1 a) Eine Ebene ist bestimmt durch zwei sich schneidende oder parallele Gerade. Graduiert man in Fig. 5 und 6 die Geraden und zieht die Verbindungslinien der Punkte mit gleicher Höhenzahl, so erhält man die Höhen- oder Schichtlinien der durch sie bestimmten Ebene.

Die zu den Höhenlinien senkrechten Geraden der Ebene (Fig. 5) werden **Falllinien** genannt. Ihre Risse verlaufen ebenfalls senkrecht¹⁾ zu den Bildern der Schichtlinien und werden von ihnen graduiert. Eine Ebene ist durch eine beliebige graduierte Falllinie, die man als ihren **Böschungs-** oder **Gefällemastab** bezeichnet, völlig bestimmt (inwiefern?). Der Böschungsmaßstab wird in der Regel als maßgeteilte Doppelgerade dargestellt und die dabei als eigentliche Falllinie geltende Gerade mit einer Pfeilspitze gekennzeichnet.

Der Fallwinkel α der Falllinien heißt das Fallen der Ebene und $\operatorname{tg} \alpha$ ihre Böschung. Die Anstiegrichtung der Ebene wird durch die zunehmenden Höhenzahlen der Falllinien bezeichnet.

Aufgabe. Die Zahlrisse dreier Punkte A (27,3), B (32,5), C (35,8) sind gegeben. Den Böschungsmaßstab der Ebene ABC zu zeichnen (Fig. 7).

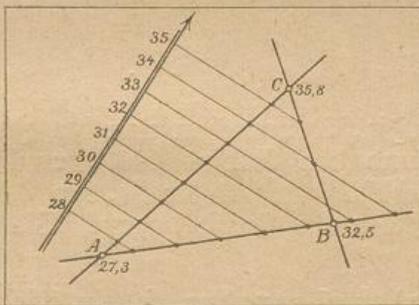


Fig. 7.

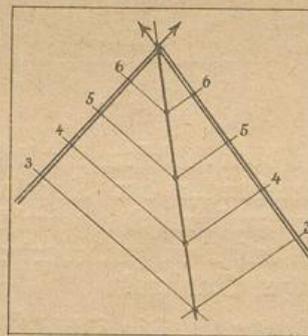


Fig. 8.

Ziehe die drei Verbindungsgeraden der gegebenen Punkte, maßteile sie, zeichne die Schichtlinien der Ebene und endlich senkrecht zu ihnen den Böschungsmaßstab.

b) **Aufgabe.** Die Schnittlinie zweier Ebenen zu bestimmen (Fig. 8).

¹⁾ Vgl. § 18, 2).

Die Schnittgerade ergibt sich als Ort der Schnittpunkte der Schichtlinien mit gleicher Höhenzahl, die zugleich ihre Graduierung bewirken.

Haben die gegebenen Ebenen gleiche Böschung, so halbiert die Schnittgerade im Bilde die von den gleichzahligen Schichtlinien gebildeten Winkel.

2) Aufgabe 1. Die Schichtlinien a) eines geraden, b) eines schiefen auf der Zeichenebene stehenden Kreiskegels zu zeichnen.

Die Schichtlinien des geraden Kegels sind konzentrische Kreise, deren gemeinsamer Mittelpunkt der Riß der Spitze ist. Was braucht in der Zeichenebene nur gegeben zu sein?

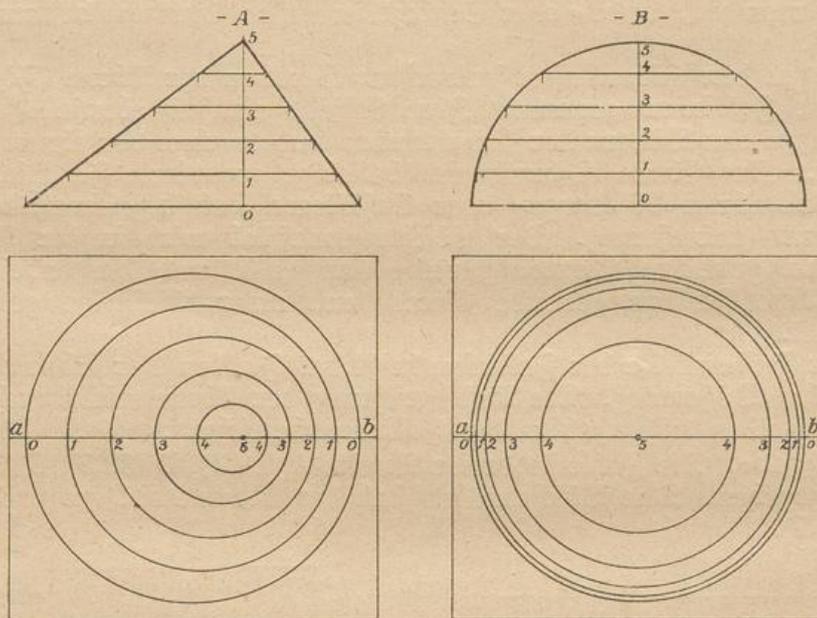


Fig. 9.

Fig. 10.

Von dem schiefen Kreiskegel (Fig. 9) brauchen nur die Zahlriffe der Endpunkte der Kegelschneidgeraden und der Radius des Grundkreises gegeben zu sein. Die gesuchten Schichtlinien sind Kreise, deren Mittelpunkte auf dem graduirten Riße der Kegelschneidgeraden liegen. Wie findet man ihre Radien?

Aufgabe 2. Die Schichtlinien a) eines geraden, b) eines schiefen Kreiszylinders mit wagerechten Grundflächen zu finden, wenn die Zahlriffe der Endpunkte der Achse und der Grundkreisradius gegeben sind.

Aufgabe 3. Die obere Hälfte eines geraden Kreiszylinders, der mit seiner ebenen Seitenfläche auf der Bildebene ruht, durch seine Schichtlinien darzustellen.

Aufgabe 4. Eine Halbkugel, deren ebene Fläche auf der Bildebene ruht, durch ihre Schichtlinien darzustellen (Fig. 10).

Aufgabe 5. Von einem Umdrehungskörper, der die Gestalt eines spitzen, geraden Kegels mit hohlen Seitenflächen hat (Fig. 11), das Schichtlinienbild zu zeichnen.

Betrachtet man die in den Fig. 9—11 durch ihre Schichtlinienbilder und lotrechten Schnitte dargestellten Körper A—C als Bergkörper, so hat man es bei A mit einem Bergkegel, bei B mit einer Kuppe und bei C mit einer sogenannten Spitze oder Nadel zu tun. Besteigt man die einzelnen Bergkörper und geht im Geiste von a nach b, so erkennt man unter Beachtung des zugehörigen lotrechten Schnittes leicht folgendes: Bei A sind An- und Abstieg unter sich gleichmäßig, aber der Abstieg ist steiler. Die durch den Weg gehen den Schichtlinien für den An- und Abstieg haben dementsprechend unter sich gleiche Abstände, aber für den Abstieg liegen sie enger aneinander. Die Kuppe im Bilde B steigt vom Fuße seitlich steil an, dann verflacht sie sich mehr und mehr. Dementsprechend drängen sich die Schichtlinien am Fuße, wo der Anstieg am stärksten ist, enger aneinander, während sie sich weiter oben mehr voneinander entfernen. Die „Spitze“ im Bilde C steigt zunächst sanft an, deshalb sind die Höhengschichtlinien weit voneinander entfernt. Dann strebt sie steiler empor. Demgemäß nähern sich die Schichtlinien mehr und mehr. Aus dem Vorhergehenden ergibt sich folgendes: Schichtlinien in weiten Abständen kennzeichnen ein allmählich ansteigendes, in engen Abständen ein stark ansteigendes Gelände.

Schichtlinien von Bergkörpern, die oben weit und nach unten zu sich immer mehr nähernd verlaufen, deuten auf einen nach außen gewölbten — erhabenen — Hang. Wie verlaufen die Schichtlinien bei einem nach innen gebogenen — hohlen — und wie bei einem gleichmäßig verlaufenden — steten — Hang?

3) Alle Ebenen gleicher Böschung, die durch denselben Punkt P gehen, umhüllen einen geraden Kreiskegel, den sogenannten **Böschungskegel**.

Aufgabe. Durch eine gegebene Gerade die Ebenen von gegebener Böschung zu zeichnen.

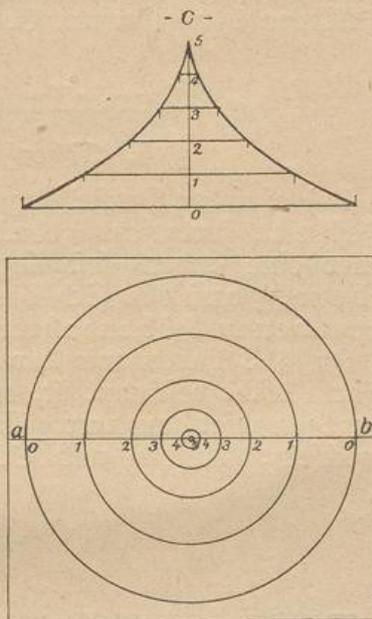


Fig. 11.

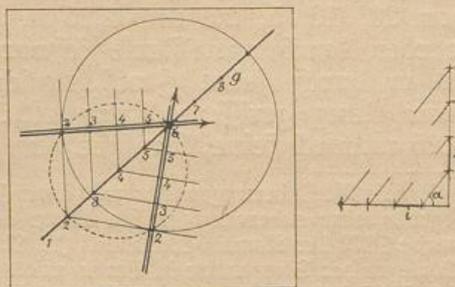


Fig. 12.

Man wähle (Fig. 12) einen beliebigen Punkt der Geraden g , z. B. 6, als Spitze des Kegels mit der gegebenen Böschung, zeichne den zu einem beliebigen Punkte von g , etwa 2, gehörigen Schichtkreis und ziehe von 2 an ihn die beiden Tangenten. Die nach den Berührungspunkten von Punkt 6 aus gezogenen Radien sind dann Falllinien der gesuchten Ebenen. Wie erfolgt ihre Graduierung?

Darstellung von Geländeflächen.

§ 4. Höhenschichtlinien. Längenprofile.

1 a) Bei der Darstellung von Geländeflächen dient die unter dem Festlande fortgesetzt gedachte mittlere Ebene des Meeresspiegels oder eine anders festgelegte wagerechte Ebene als Vergleichsebene,¹⁾ auf die sich die in der Karte oder Zeichnung angegebenen Höhenzahlen beziehen.

In § 3 haben wir bereits einige einfache Körperflächen, deren Form leicht bestimmt ist, durch Schichtlinien dargestellt. Die Natur dagegen zeigt ganz unregelmäßige Geländeformen. Berge und Täler wechseln. Mulden und Schluchten greifen tief in Bergkörper ein,

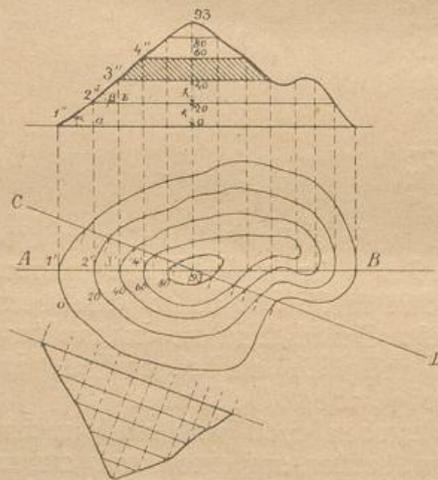


Fig. 13a.

Rücken und Vorsprünge wachsen heraus. Um von einer so mannigfaltig gestalteten Oberfläche eines Geländestückes ein deutliches und hinreichend genaues Bild zu geben, denken wir uns dieses (vgl. Fig. 13a), wie vorher die einfachen Körper, durch eine genügende Anzahl wagerechter Ebenen (Niveauflächen), die in gleichen Abständen, z. B. 20 m, übereinander liegen, geschnitten. Die Schnittkurven dieser Ebenen mit der Geländefläche, die **Höhenschichtlinien**, werden in verjüngtem Maßstabe auf die wagerechte Zeichenebene abgebildet. Die Abbildungen nennt man der Einfachheit halber ebenfalls kurz Schichtlinien. Die Landesaufnahme hat Schichthöhen von 20, 10, 5, 2,5 und 1,25 m festgesetzt. Schichthöhen von 20 m werden durch mittelstarke schwarze Hauptschichtlinien, die von 10 m durch feine Zwischenschichtlinien, die von 5 m durch feine, lang geriffene Normalhöhenlinien und die von 2,5 und 1,25 m durch feine, kurz geriffene Hilfschichtlinien bezeichnet.

¹⁾ Die Veränderungen der mittleren Höhe des Meeresspiegels haben Veranlassung gegeben, eine andere wagerechte Ebene als Vergleichsebene zu wählen. In Preußen wurde 1879 der Normal-Nullpunkt (N. N.) für Höhenmessung durch Anbringen einer Marke an der Sternwarte in Berlin mit der Höhenzahl 37 m festgelegt. Nach Abbruch des Gebäudes ist der Normal-Nullpunkt durch 5 versenkte Marken auf der Straße Berlin—Mantchow bei Hoppegarten bestimmt.

Wie die Höhen auf dem Lande werden die Tiefen des Meeres und der Seen durch Schichtlinien angegeben, die demgemäß Punkte gleicher Tiefen unter der Meeresfläche bezeichnen (Tiefenlinien).

Die Entstehung der Schichtlinien können wir uns sehr einfach mit Hilfe der Fig. 13b anschaulich vor Augen führen. Denken wir uns den dargestellten Bergkörper als Insel, vom Meere umgeben. Da, wo ihn das Wasser bei seinem normalen Stande bespült, haben wir uns die mit 0 bezeichnete Schichtlinie zu denken. Würde das Wasser nun genau von 10 zu 10 m nach und nach steigen, so würden durch die Uferlinien entsprechend die 10 m, 20 m usw. Schichtlinien bezeichnet. Diese Linien verkleinert auf die Karte übertragen, liefern das Schichtlinienbild, wie es die Figur zeigt. Ebenso können wir uns die Entstehung der Tiefenlinien vor Augen führen.

b) Um die Bodengestaltung eines welligen oder gebirgigen Geländestückes am deutlichsten zur Anschauung zu bringen, fertigt man ein **Relief** an. Ein solches ergibt sich leicht auf Grund der Schichtlinienkarte (z. B. von Meßtischblättern). Man kann die Hauptschichtlinien auf Pappstücke oder Holzplatten, deren Dicke der Schichtendicke entspricht, aufzeichnen und ausschneiden. Legt man die Stücke oder Platten richtig aufeinander, so erhält man ein stufenförmiges Gebilde. Die Stufen bringt man zum Verschwinden, indem man das Modell mit gefärbtem Wachs überzieht und mit erwärmtem feinem Sande überstreut.

2) Außer den Schichtlinien sind noch andere Kurven im Zusammenhang mit einer Geländefläche zu betrachten, wie z. B. Wege oder Eisenbahnlinien. Auch diese sind auf die Karte zu übertragen. Mit Hilfe der Schichtlinien kann man das Steigen oder Fallen solcher Linien, z. B. des Weges AB (Fig. 14), ohne Rücksicht auf die Krümmungen der Linienführung darstellen. Man zeichnet auf einer wage-

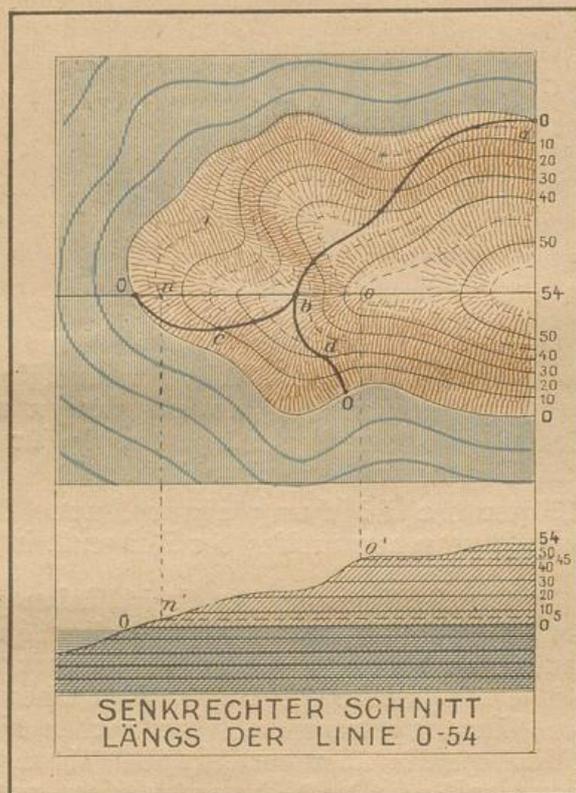


Fig. 13b.

rechten Achse die Abwicklung des Grundrisses der Kurve AB, indem man mit hinreichend kleiner Zirkelöffnung den Grundriß von AB stückweise überträgt, und kennzeichnet dabei auf der Achse besonders die Punkte, deren Höhenzahlen angegeben sind. In diesen Punkten werden die zugehörigen Höhen senkrecht aufgetragen. Die Verbindungslinie der Endpunkte durch einen Kurvenzug liefert das

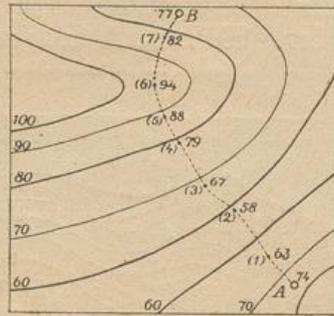


Fig. 14 a.

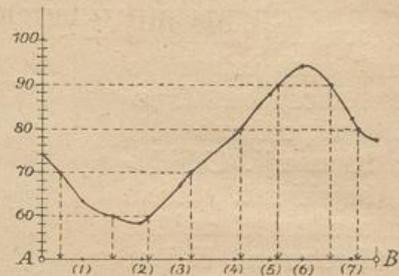


Fig. 14 b.

Längenprofil des Weges AB. Zweckmäßig ist es, die Höhen in einem 10fach so großen Maßstab aufzutragen wie die Längen. In der Technik sind derartige Längenprofile für den Entwurf von Bahn- und Wegebauten äußerst wichtig.

Unter der Böschung einer Kurve in einem ihrer Punkte versteht man den Anstieg der Tangente in dem betreffenden Punkte.

3) Die **Bestimmung der Schichtlinien** geht in der Praxis einfach vor sich. Zunächst wird bei der aufzunehmenden Geländefläche eine genügende Anzahl wichtiger Punkte mit Hilfe des Meßtisches nach Länge und Breite ermittelt und in einem bestimmten Maßstabe in den Plan eingetragen. Weiter werden die Höhen einiger wichtiger Geländepunkte über der Vergleichsebene bestimmt und alsdann in bezug auf diese die Höhenunterschiede von möglichst vielen anderen Punkten ermittelt. Ihre „absoluten“ Höhen werden bei den zugehörigen Rissen in der Karte verzeichnet.¹⁾ Bei der Höhenmessung gleichmäßig geneigter Flächen genügt die Messung von wenigen Punkten, bei solchen von veränderlicher Neigung müssen mehr Messungen ausgeführt werden.

Die Höhenlinien werden durch Einschaltung zwischen den Punkten bestimmt, die im Felde aufgenommen sind. Es seien z. B. 78,3 und 82,1 die Höhen zweier Punkte A und B, deren wagrechte Entfernung e auf der Karte gegeben ist. Man soll die Lage des Schnittpunktes X der Höhenlinie 80 auf AB suchen. Die Fig. 15 stellt einen Schnitt

¹⁾ Tiefenlinien werden ermittelt auf Grund zahlreicher Tiefenmessungen und Teilungen.

durch die Punkte AB dar in bezug auf 78,3 als Nullhöhe. Lösung durch Zeichnung und Rechnung. Umgekehrt kann die Höhe eines zwischen A und B gelegenen Punktes gefunden werden.

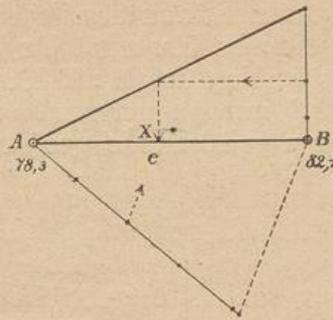


Fig. 15.

Um aus einer größeren Zahl vermessener Punkte des Geländes den Verlauf der dazwischen liegenden Hauptschichtlinien zu finden, verbindet man geeignete Punkte (Fig. 14) durch einen Kurvenzug AB, der möglichst quer zu den zu erwartenden Schichtlinien zu legen ist, und zeichnet das Längenprofil von AB. Wenn man nun von der lotrechten oder y -Achse aus die Höhenpunkte mit runden Zahlen, z. B. 60, 70, 80, 90, durch Parallele zur x -Achse auf das Längenprofil überträgt, von diesem auf die Abwicklung des Grundrisses von AB auf der x -Achse und von da auf den Grundriß in dem Plan, so können die gesuchten Zwischenpunkte mit runden Höhenzahlen leicht gefunden werden.

Anmerkung. Als zeichnerische Hilfsmittel kommen u. a. in Betracht: 1. Kurvenlineale, 2. Spiegellineale zum Zeichnen von Tangenten oder Loten (Normalen) in einem beliebigen Punkte einer Kurve, 3. der Storchschnabel, um Teile der Karte genau im vergrößerten oder verkleinerten Maßstabe auszuführen.

§ 5. Geländeschnitte (Querprofile).

1) Ein wichtiges Hilfsmittel zum Verständnis des Verlaufs der Geländefläche, besonders hinsichtlich der Neigung, bildet die Zeichnung von lotrechten Schnitten.

In Fig. 13a ist ein Bergkörper durch seine Schichtlinien dargestellt. Es soll ein lotrechter Schnitt längs der Linie AB gezeichnet werden. Der Deutlichkeit halber denkt man sich den Schnitt parallel zu AB verschoben und dann in die Zeichenebene umgelegt. Zu den Punkten $1', 2', 3' \dots$ hat man nur die zugehörigen Aufrisse $1'', 2'', 3'' \dots$ zu zeichnen und diese durch einen freien Kurvenzug zu verbinden. Man gewinnt so den lotrechten Schnitt oder das **Querprofil** längs der Linie AB.

Die kleinen Dreiecke $1'' 2'' a, 2'' 3'' b \dots$ heißen Profildreiecke. $a 2'', b 3'' \dots$ ist die Schichthöhe, $1' a, 2' b$ entsprechend die Anlage und $1'' 2'', 2'' 3''$ die Böschung. α und β sind die entsprechenden Böschungswinkel. Es ist oft von praktischem Wert, den Grad der Neigung des Geländes an einer bestimmten Stelle gegen die Waagrechte, d. h. den Böschungswinkel, zu kennen. In dem Böschungsdreieck $1' a 2''$, in dem man bei kleiner Schichtenstärke die Linie $1'' 2''$ als geradlinig ansehen kann, ist

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a 2''}{1'' a} = \frac{\text{Schichtenhöhe}}{\text{Anlage}}$$

Um schnell die Neigung an irgendeiner Stelle der Karte zu be-

stimmen, kann man sich einen sogenannten **Böschungmaßstab** (Fig. 16 a) zeichnen, der leicht für jede Karte verwendbar gemacht werden kann. Für die Karte 1 : 25 000 und die Schichtenhöhe $d = 20$ m ist d gleich 0,8 mm zu nehmen. Da diese Strecke zu klein ist, so nimmt man $d n = 10$ mal so groß an. Ebenso muß man auch die $n = 10$ fache

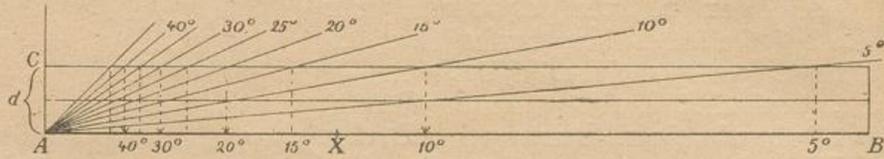


Fig. 16 a.

Schichtenentfernung h in den Zirkel nehmen. Die eine Zirkelspitze setzt man im Punkte A des Maßstabes ein und liest am Begegnungspunkt der anderen Spitze mit AB die Neigung ab. Trifft sie keinen Teilstrich des Maßstabes, so wird der zugehörige Neigungswinkel geschätzt, z. B. für den Punkt X auf 13° . Der Maßstab Fig. 16 a gibt unmittelbar die Neigung für Schichthöhen von 200 m. Der Maßstab Fig. 16 b gibt



Fig. 16 b.

diese für die Karte 1 : 25 000 unmittelbar für Schichten von 100 m Höhe, er ist praktisch viel besser verwendbar.

Militärisch ist die Kenntnis der Größe des Anstiegs von Wegen oder Hängen von großer Wichtigkeit. So kann Infanterie nur bis 18° Steigung geschlossen ohne Tritt, bis 30° in Schützenlinie, über 30° durch Klettern einen Berghang emporsteigen. Leichte Artillerie kann noch bis 7° Steigung im Trabe und Galopp auffahren.

Die Zeichnung von Geländeschnitten findet sehr mannigfache Anwendung bei den Aufgaben des Tief- und Bergbaues, der Geologie und bei militärischen Aufgaben, besonders artilleristischen.

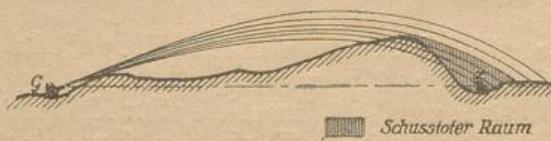


Fig. 17.

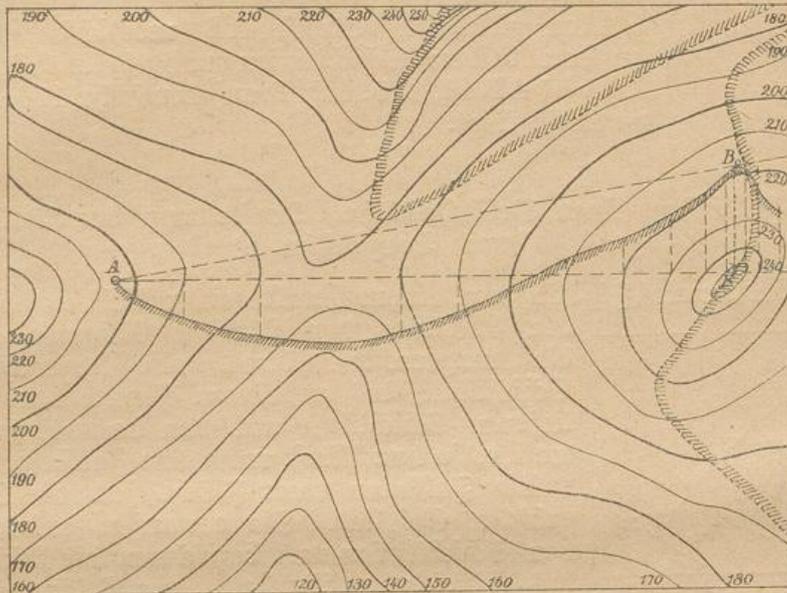
Will z. B. der Artillerist feststellen, ob er ein Ziel hinter einem steilen Hang (Fig. 17) beschießen kann, so zeichnet er sich einen Geländeschnitt längs der Linie G—Z (Geschütz—Ziel) und

vergleicht ihn mit den im gleichen Maßstab gezeichneten Flugbahnbildern.

Aufgabe. Von einem gegebenen Punkte aus, z. B. einem erhöhten Beobachtungspunkte, den Berührungspunkt an eine Geländefläche zu legen.

Man legt durch den gegebenen Punkt A (Fig. 18) eine hinreichende

Anzahl von Lotschnitten, zeichnet die zugehörigen Quersprofile — es genügt in der Regel die Zeichnung von Teilen — und zieht nach diesen von A aus die Tangenten. Die Übertragung der Berührungspunkte in die Karte liefert die gesuchte Berührungskurve und damit die für



Nicht eingesehenes Gelände

Fig. 18.

militärische Zwecke wichtige Ermittlung der Sichtfeldgrenzen für einen gegebenen Beobachtungspunkt. Die Bestimmung ist nur dann angenähert richtig, wenn der Gesichtskreis nicht zu groß ist, weil sonst die Krümmung der Erdoberfläche nicht vernachlässigt werden kann.

Zugleich kann damit auch die Aufgabe gelöst werden, das nicht eingesehene (sichttote) Gelände zu ermitteln.

2) Das **Einschalten von Schichtlinien** geschieht oft auch mit Hilfe von Quersprofilen, die man an der betreffenden Stelle zeichnet.

Aufgabe. In dem Plan (Fig. 19) längs der Richtung AB den Verlauf der Zwischenschichtlinien (d. h. der 2,5 m-Schichtlinien) zu bestimmen.

Lösung siehe Fig. 19.

Laufen die Schichtlinien annähernd parallel, so kann man Punkte der einzuschaltenden Zwischenschichtlinien mit ausreichender Genauigkeit mit Hilfe eines einfach anzulegenden Maßstabes finden.

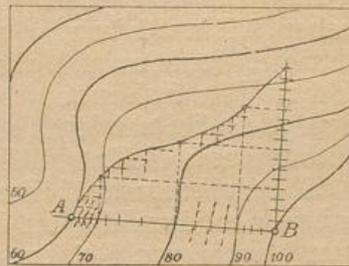


Fig. 19.

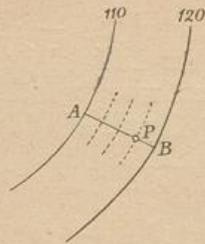


Fig. 20.

Für diesen Fall ergibt sich auch sehr einfach die Lösung der für den Artilleristen wichtigen Aufgabe:

Die Höhe eines Punktes zu bestimmen, der zwischen zwei Schichtlinien, z. B. 110 und 120, liegt (Fig. 20).

Man zieht die Strecke AB möglichst senkrecht zu den beiden Schichtlinien und stellt fest, daß $AP \approx \frac{1}{3} AB$ ist, d. h. daß P auf der Höhe $110 + \frac{1}{3}10 = 117,5$ liegt.

§ 6. Falllinien einer Geländefläche. Darstellung des Geländes durch Bergstriche.

- 1) Geht man (Fig. 21) von einem Punkte einer Geländefläche in der Richtung der stärksten Neigung gegen die wagerechte Ebene, also senkrecht zur Schichtlinie, bis zu einem Punkte der nächst tieferen Schichtlinie und von da entsprechend weiter, so durchläuft man eine **Falllinie**.

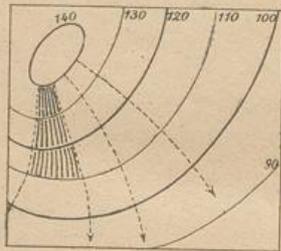


Fig. 21.

Die Falllinien einer Fläche sind die Linien größten Gefälles. Sie verlaufen senkrecht zu den Schichtlinien und bezeichnen die Richtung des abfließenden Wassers. Zur Zeichnung der Falllinien benutzt man das Spiegellineal.

- 2) Der Anstieg längs einer Falllinie ändert sich im allgemeinen. Um das stärkere oder schwächere Gefälle einer Geländefläche zur Anschauung zu bringen, pflegt man bei zahlreichen Kartendarstellungen, z. B. den Generalstabskarten 1 : 100 000, die Falllinien stückweise stärker oder schwächer auszuziehen. Man erhält so eine recht anschauliche Geländedarstellung durch **Bergstriche** oder **Schraffen**, die darin besteht, daß eine Schattierung der geneigten Flächen bewirkt wird. Dabei wird angenommen, daß die Sonne im Scheitelpunkte des abzubildenden Geländes steht. Eine wagerechte Fläche ist am hellsten beleuchtet, bleibt also weiß, die geneigten Flächen erscheinen um so weniger hell beleuchtet, je größer das Gefälle ist. Die Schattierung geschieht durch Striche (Schraffen), die in der Richtung der Falllinien gezogen werden und bei Neigungen von 5° aufwärts stets in gleicher Anzahl einen bestimmten Raum auszufüllen haben. Die Abstufung wird demnach nicht durch die Anzahl der Striche, sondern lediglich durch ihre Stärke erzielt. Kräftige Schraffen bedeuten starke, dünne Schraffen schwache Steigung. Dabei verzichtet man auf die weitere Abstufung bei der Darstellung von Geländeflächen von mehr als 45° Neigung.

Die Bodenunebenheiten (Fig. 22) kommen bei dieser Darstellungsart sehr anschaulich zum Ausdruck. Dagegen sind die Höhen nur aus den beigegeführten Zahlen, Höhenunterschiede nur annähernd aus der Länge der Bergstriche und dem abgeschätzten Böschungswinkel, die

Art und Steilheit der Böschung nur aus der Stärke der Bergstriche zu erkennen. Zu bemerken ist, daß das Sehen des Schraffenbildes auch geübt sein muß. Schließt man das eine Auge und betrachtet mit dem andern einige Sekunden z. B. das Bild Fig. 22, so werden die Formen sehr körperlich hervortreten (vgl. auch Fig. 13a).

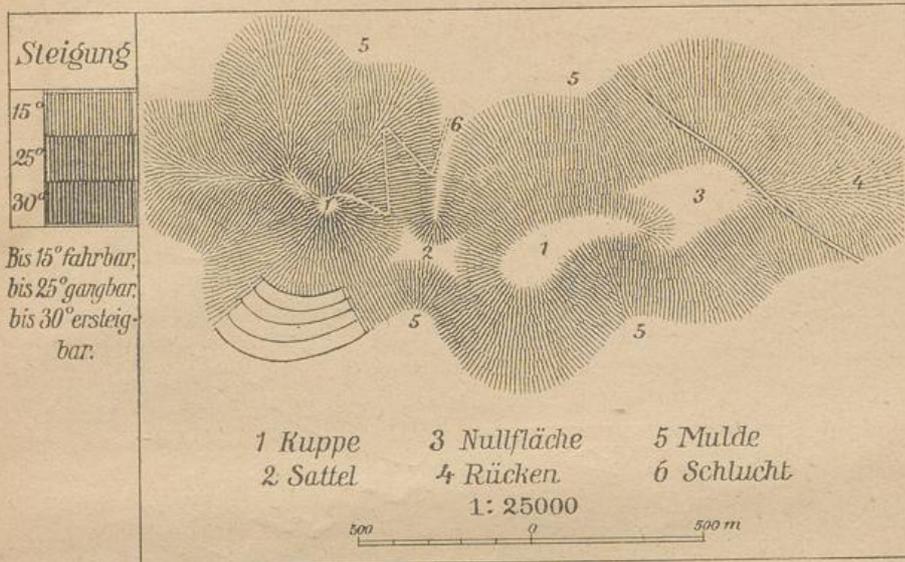


Fig. 22.

Sehr kleine Bodenformen, wie z. B. Böschungen an Hohlwegen, Dämmen und Sandgruben, werden bei Darstellung des Geländes durch Schichtlinien mit kurzen, starken Bergstrichen gekennzeichnet.

Ein anderes Verfahren, das Gelände anschaulich darzustellen, besteht in der Verwendung von Höhenlinien und Flächentönen unter Annahme senkrechter oder schiefer Beleuchtung (Schummerung).

Fig. 23 zeigt zum Vergleich Geländestücke in verschiedenen Darstellungen. Oben links ist ein reines Lagenbild, unten links ist noch die Geländeform durch Schichtlinien und unten rechts durch Schraffen zur Darstellung gebracht. Rechts oben ist die Schichtliniendarstellung mit Abtönung durch Schummerung vereinigt. Die Tiefe der Töne richtet sich nach dem Gefälle, folgt also den Grundsätzen der senkrechten Beleuchtung.

§ 7. Lesen der Karte. Grundriß und Ansichtsskizzen.

1) Zum Lesen einer Karte, d. h. zum schnellen Auffassen und richtigen Beurteilen des dargestellten Geländes, ist außer der Kenntnis der besonderen Kartenzeichen für Wege, Bahnen, Bodenart und -bedeckung usf.¹⁾ eine gewisse Übung erforderlich. Bei der Darstellung

¹⁾ Näheren Aufschluß über die Kartenzeichen und die Beschriftung gibt die amtliche Zeichenerklärung zur Karte des Deutschen Reiches.

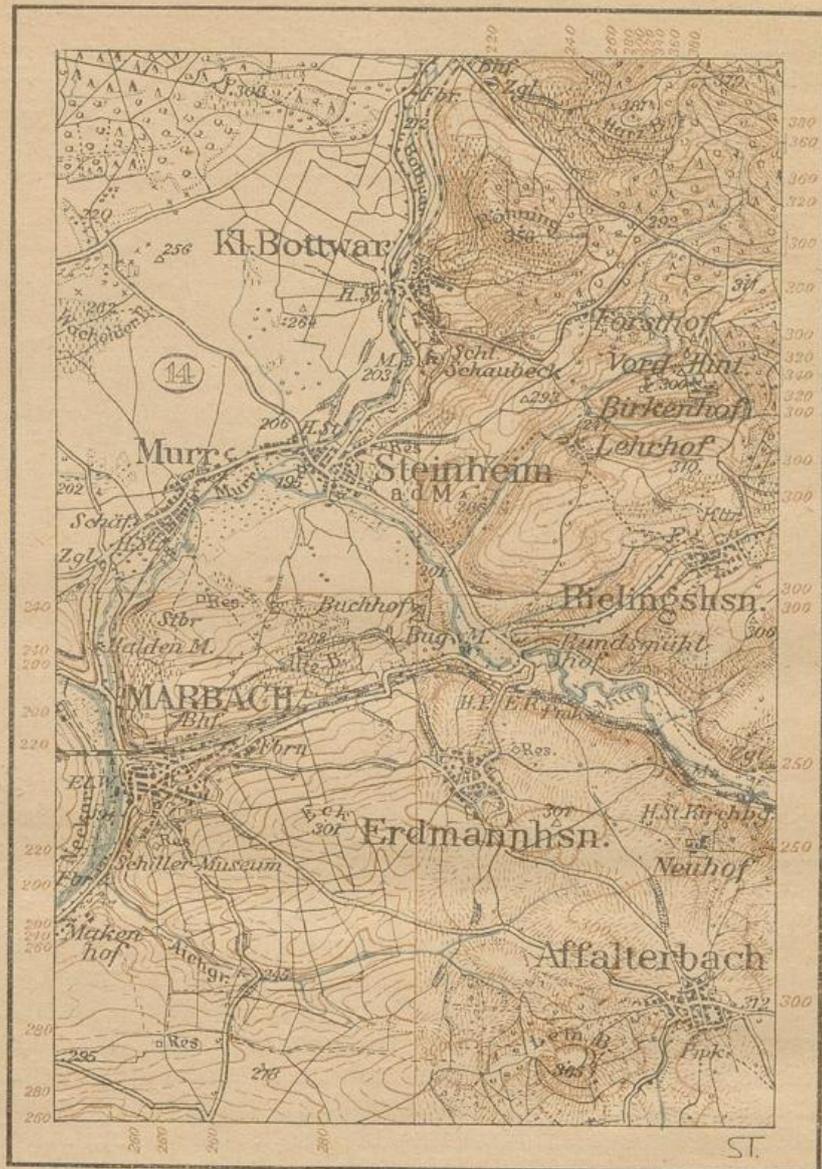


Fig. 23.

des Geländes durch Schichtlinien erkennt man sofort, ob ein Punkt höher liegt als ein anderer und um wieviel. Man übersieht leicht die allgemeine Gestalt des Geländestücks und kann weiter aus dem Verlauf der Schichtlinien die Form der Erhebungen erkennen: Vorsprünge, Bergnasen, Rücken an den Ausbiegungen, Mulden an den schwachen, Schluchten an den stärkeren Einbiegungen der Höhenlinien. Bei einem Sattel biegen die Höhenlinien auf allen vier Seiten nach innen ein (s. Fig. 24) uff. Je dichter die Höhenlinien an

einer Stelle folgen, um so steiler ist dort das Gelände. Eine Böschung ist erhaben, wenn die Abstände der Schichtlinien von unten nach oben größer werden, im entgegengesetzten Falle ist sie hohl.

Im allgemeinen geht durch jeden Punkt der Karte eine Schichtlinie. Es gibt aber gewisse Ausnahmepunkte (Fig. 24), die besonders bemerkenswert sind, wie **Gipfel-, Mulden- und Jochpunkte**. Die beiden ersten (G und M) sind dadurch ausgezeichnet, daß in ihnen die zugehörige Schichtlinie auf einen Punkt zusammenschrumpft. Der Gipfelpunkt liegt höher, der Muldenpunkt tiefer als alle benachbarten Punkte. Ein Jochpunkt (J) kennzeichnet sich dadurch, daß durch ihn zwei oder mehr Schichtlinien der gleichen Höhenzahl hindurchgehen. Er bezeichnet die tiefste Stelle zwischen zwei Erhebungen (G und K) und die Ausgangsstelle zweier durch einen Bergzug getrennter Täler. Die Falllinie, die vom Gipfel auf dem Kamm zum Jochpunkte hinabläuft, wird Kammweg (k) und jene, die vom Jochpunkt ins Tal (t) hinabführt und die Falllinie zweier Hänge schneidet, Talweg genannt.

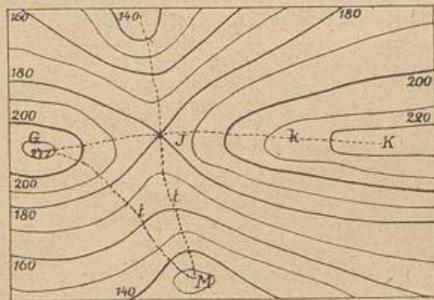


Fig. 24.

2a) Während die Karte das Ergebnis genauer wissenschaftlicher Aufnahmen und Zeichnungen darstellt, sind **Grundrisskizzen** Geländezzeichnungen in einfachster Form, die oft nur einem bestimmten Zwecke dienen. Sie sollen z. B. einen Weg, eine Feuerstellung, einen Lagerplatz oder Fernspreerverbindungen usw. kennzeichnen. Sie brauchen daher weder maßstabgerecht zu sein noch auf Messung zu beruhen. Doch müssen Abmessungen, auf die es ankommt, beigelegt werden. Soll z. B. ein Weg erkundet werden, so werden die Entfernungen auf ihm abgeschritten und die Richtungsänderungen geschätzt oder mit dem Kompaß bestimmt. Der Verlauf von seitlich liegenden Wegen und Flüssen wird nach Augenmaß eingetragen, ihr Schnittpunkt mit dem Weg durch Abschreiten gewonnen.

Kroftis sind Grundrisszeichnungen von Geländestücken, die nach der Natur in beschränkter Zeit mit den einfachsten Maß- und Zeichenvorrichtungen ungefähr maßstäblich angefertigt werden. Sie bieten im Kriege, wo man zunächst auf die oft schlechten Karten des Feindes angewiesen ist, die Möglichkeit, diese auf ihre Genauigkeit zu prüfen und zu berichtigen. Ein viel feineres und genaueres Verfahren bietet heutzutage das vom Flieger aufgenommene Lichtbild mit Hilfe der Bildmehrkunst.

b) Eine besondere Art von Skizzen sind die **Ansichtsskizzen** (Geländean-sichten). Darunter versteht man die Abbildung eines Geländestückes auf eine lotrechte Fläche, also eine perspektivische Darstellung. Die Ansichtsskizze soll dazu dienen, einmal erkannte wichtige Punkte,

z. B. feindliche Stellungen, im Gelände schnell wiederzufinden, um auch auf Grund ihrer Angaben schnell einen Zielwechsel vornehmen zu können. Sie enthält mit wenigen Strichen (Fig. 25) eine perspektivische Darstellung des in Frage kommenden Geländestückes von einem bestimmten Beobachtungspunkte aus. Alle bemerkenswerten Punkte, wie Türme, Häuser, Bäume, wichtige Linien (Feldstellungen) werden mit Angabe des seitlichen Abstandes von einem als Haupt- richtungspunkt gewählten Gegenstand eingetragen. Die seitlichen Abstände werden mit Hilfe eines Winkelmessers oder der Fadenplatte (Strichtheilung) des Doppelglases oder Scherenfernrohrs gemessen.

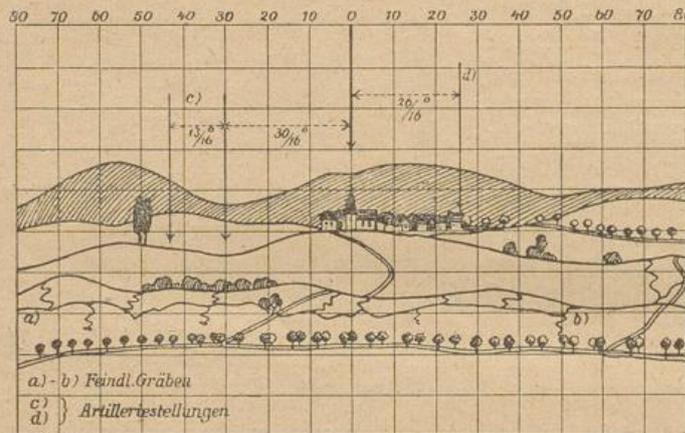


Fig. 25.

seitlichen Abstände zunächst ganz fein eine Reihe hervorstechender Punkte. Durch Wagrechthalten des Bleistifts in Augenhöhe wird die Aughöhenlinie festgelegt und einige Punkte gemerkt. Nun messe man mit lotrecht gehaltenem Bleistift die Höhe von wichtigen Geländepunkten über und unter der Aughöhenlinie. Zu diesem Zwecke hält man den Bleistift mit leicht gebogenem Arm vor das eine Auge, das andere schließend und bezeichnet mit dem Daumenende das Gesehene Maß, das man durch Auflegen des Bleistifts in die Zeichnung überträgt. Zu das Gerippe der großen Linien werden dann zum Schluß die weniger wichtigen Gegenstände nach Augenmaß eingetragen.

Aufgabe. Von einem durch Schichtlinien dargestellten Geländestück die Ansichtsskizze zu zeichnen.

Bei einem gegebenen Beobachtungspunkt aus geringerer Entfernung kommt für die Aufgabe die Perspektive (Zentralprojektion), für eine Ansicht aus weiter Ferne die Parallelprojektion in Frage. Der Einfachheit halber lösen wir die Aufgabe für diesen Fall und nehmen die Richtung der Abbildungsstrahlen senkrecht zur Bildebene an (Fig. 26). Der Grundriß der Bildebene (X_1, X_2) wird als Bildachse benutzt. Nun lotet man genügend viele Punkte des Planes auf die Achse und errichtet in den Schnittpunkten Lote, deren Längen

Für die Anfertigung der Skizze ist folgendes zu beachten: Man wähle zunächst in der ungefähren Mitte des darzustellenden Abschnitts einen bemerkenswerten Punkt, möglichst einen trigonometrischen Punkt, als Hauptrichtungspunkt und trage ihn ein, ebenso nach Messung ihrer

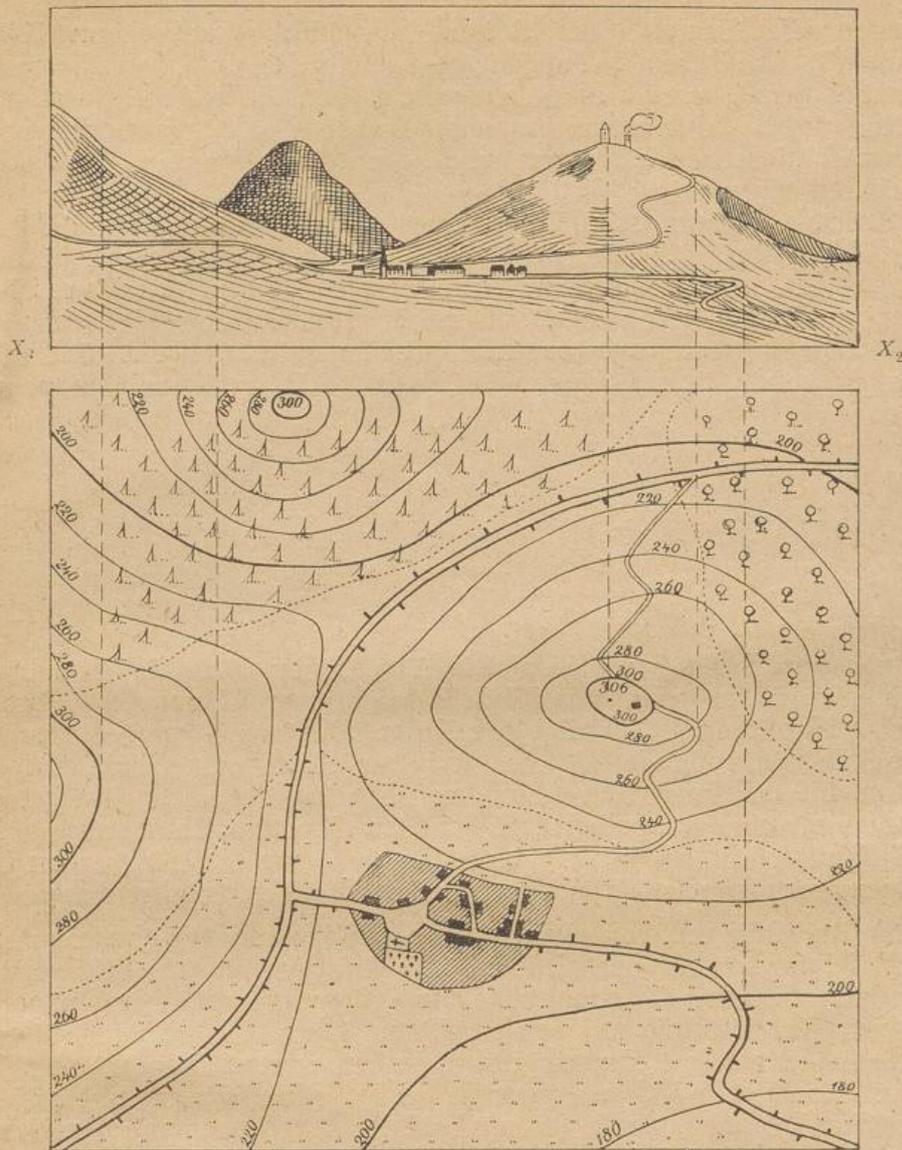


Fig. 26.

gleich den zugehörigen Höhenzahlen der abzubildenden Punkte sind. Insbesondere zieht man Tangenten an die Schichtlinien und bildet die Berührungspunkte ab.

§ 8. Wegführung im Gelände. Längenmessung.

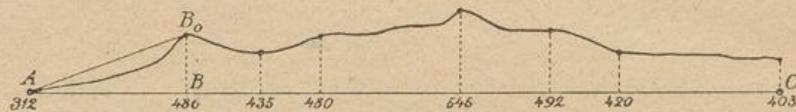
1) Eine topographische Karte ist immer so angelegt, daß ihr oberer Rand nach Norden liegt. Bei Märschen oder Wanderungen ist die Karte beim Gebrauche stets so zu halten, daß sich die Richtung des auf der Karte gezeichneten Weges mit der Marschrichtung auf diesem

9*

Wege deckt. Verfolge den Verlauf eines Weges auf einem Meßtischblatt. Er ist eben, hat mäßige oder starke Steigung, je nachdem er parallel, schräg oder nahezu senkrecht zu den Schichtlinien verläuft.

Wie verhält sich die Steigung eines Weges bei Schraffendarstellung, wenn er a) die Schraffen rechtwinklig, b) schräg schneidet, c) parallel zu ihnen läuft?

Über die Steigungsverhältnisse eines Weges gibt am anschaulichsten sein Längenprofil Auskunft. In Fig. 27 ist das Längenprofil des Weges AC eines deutschen Mittelgebirges dargestellt. Der Weg steigt zunächst von A nach B. Der Höhenunterschied zwischen A und B beträgt, wie man aus der Karte entnehmen kann, 174 m. Errichtet man in B auf AB das Lot gleich BB_0 , so stellt AB_0 annähernd die wahre



1 : 25000

Fig. 27.

Länge des Weges dar. Wieviel ist AB_0 größer als AB? Die wahre Länge ergibt sich genauer mit Hilfe des Längenprofils von AB. Für die ganze Wegstrecke AC beträgt der Unterschied der Länge des Profils gegenüber der Länge AC des auf der Karte gemessenen Weges knapp 150 m. Diese Abweichung von dem auf der Karte gemessenen Weg muß man im Hochgebirge bei Märschen und Wanderungen in Rücksicht ziehen, im Mittelgebirge dagegen, wo die Steigungen im allgemeinen nicht zu groß sind, genügt ein kleiner Zeitzuschlag.

2) Um Längen von ebenen Kurvenstücken auf der Karte zu ermitteln, denkt man sich diese aus kleinen geradlinigen Stücken zusammengesetzt und überträgt diese durch Abgreifen mit einer genügend kleinen Zirkelöffnung auf den Maßstab. Um z. B. die Länge eines Weges mit vielen Krümmungen zu finden, nimmt man zweckmäßig eine Strecke, die 500 m entspricht, in die Zirkelöffnung und zirkelt ihn vom Ausgangspunkte stückweise ab.¹⁾ Der Soldat und der Wanderer, der nicht immer einen Zirkel zur Hand hat, kann die Fingerspitzen, deren Breite er kennt, als bequemes Maß benutzen.

Genauer wird die Länge eines Kurvenstücks mit Hilfe eines Kurvimeters bestimmt. Dieses besteht aus einem Rädchen, mit dem man die Papierebene abfährt, wobei die Umdrehungen durch ein Zählwerk angegeben werden.

¹⁾ Vgl. auch die Verwendung der sägezahnartigen Kartenentfernungsmesser.