

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

I
L. inw.

299

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000295933

xxx

503

Feldmessen und Nivellieren

für

Bau- und ähnliche Schulen und zum Selbstunterricht

bearbeitet

von

M. Bandemer

Ingenieur.

Mit 65 in den Text gedruckten Abbildungen
und einer lithographierten Tafel.

F. Nr. 24 059



Wiesbaden.

C. W. Kreidel's Verlag.

1901.

XXX

503

BIBLIOTEKA PAŃSTWOWA
KRAKÓW

Alle Rechte vorbehalten.

T 299

Akc. Nr. 2342/49

Vorwort.

Bei Bearbeitung des vorliegenden Werkchens bin ich bemüht gewesen, dem lernenden Techniker ein Buch in die Hand zu geben, mit dessen Hilfe es ihm leicht wird, in das so wichtige Gebiet der praktischen Geometrie einzudringen. Das Büchlein ist zunächst zum Nachstudieren des in den Unterrichtsstunden Durchgenommenen bestimmt. Die einzelnen Materien sind leicht fasslich behandelt. Als bekannt setze ich die Elementarmathematik und Physik voraus. Selbstverständlich behandelt das Werk nur den Kern des Notwendigsten und Wissenswerten. Zum leichteren Verständnis sind zahlreiche Abbildungen aufgenommen.

Den Herren Fachgenossen, welche mich bei der Bearbeitung unterstützt haben, sage ich an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

Erster Teil.

Feldmessen.

	Seite
Einleitung	3
Die Messgeräte und deren Anwendung	4
Die Durchfluchtung der Linien	4
Wie wird eine Linie durchgeflichtet?	4
Wie wird die Linie AB rückwärts über B hinaus verlängert?	5
Die Längenmessungen	6
Wie wird mit den Messlatten gemessen?	6
Messkette und Messband	7
Wie wird mit der Messkette und dem Messbande gemessen?	7
Das Abstecken der rechten Winkel	8
Wie wird mit Hilfe des Winkelkopfes eine Senkrechte errichtet?	8
Das Winkelkreuz oder Diopter	9
Wie wird mit Hilfe des Diopters im Punkte C der Linie AB eine Senkrechte errichtet?	9
Der Winkelspiegel	10
Wie wird mit Hilfe des Winkelspiegels eine Senkrechte errichtet?	11
Wie fällt man vom Punkte P eine Senkrechte auf AB ?	12
Wie prüft man den Winkelspiegel auf seine Richtigkeit?	12
Wie berichtet man den Winkelspiegel?	13
Das Winkelprisma	14
Die Anwendung des Winkelprismas	14
Die Aufmessung der Linien	15
Messung von Geraden mit Hindernissen	15
Bestimmung der Breite eines Flusses	17
Die Aufmessung der Flächen	18
Allgemeines	18
Aufmessung einer Wiese	18

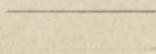
	Seite
Aufmessung eines Sees	20
Herstellung eines Lageplanes	22
Abstecken der Linien	22
Die Messung des Winkels	23
Berechnung der übrigen erforderlichen Stücke zur Absteckung eines Kreisbogens	24
Die Absteckung einzelner Bogenpunkte	24
Die Hilfstangente	25
Aufgabe mit Lösung	26
Das Stationieren	27

Zweiter Teil.

Nivellieren.

Das Nivellierinstrument	31
Das Stativ	31
Das eigentliche Instrument	31
Das Fernrohr	32
Das Fadenkreuz	33
Die Libelle	34
Der Dreifuss	34
Der Stengelhaken	34
Die Latte	34
Die Einstellung des Nivellierinstruments	35
Wie prüft man, ob die Libellenaxe senkrecht zur Dreifussaxe steht?	35
Die Anwendung des Nivellierinstruments	36
Nivellieren aus der Mitte	36
Nivellieren vom Ende aus	37
Die Berechnung der Ordinaten	38
Wie prüft man, ob die optische Axe des Fernrohrs parallel ist der Libellenaxe?	39
Die Kanalwage	40
Wie wird mit der Kanalwage nivelliert?	40
Die Setzwage	42
Wie werden Höhenunterschiede mit der Setzwage ermittelt?	43
Zeichnerische Darstellung des Nivellements	43

	Seite
Die Querprofile	47
Allgemeines	47
Die Aufnahme und Darstellung der Querprofile	49
Die Berechnung der Schnittpunkte	52
Berechnung des Flächeninhalts eines Querprofiles	55
Normalquerprofile für Eisenbahnen mit normaler Spurweite 1,435 m	57
Normalquerprofile für Kleinbahnen	58
Erdmassenberechnung	60
Flächennivellements und Höhenschichtpläne	64
Aufgabe mit Lösung	65
Erdmassen und Böschungsflächen	66
Berechnung des Baugeländes	67
Rohrlängen	68



Benutzte Werke.

1. Pitsch, Katechismus der Nivellier- und Feldmesskunst (J. J. Weber, Leipzig).
 2. Jordan, Handbuch der Vermessungskunde (J. B. Metzler, Stuttgart).
 3. Sarrazin und Overbeck, Kurventabelle (Springer, Berlin).
-

Erster Teil:
Feldmessen.

Einleitung.

Die Vermessungskunde beschäftigt sich mit dem Messen einzelner Teile der Erdoberfläche und mittelbar mit dem Messen der Erde selbst. Messen heisst, das Verhältnis zweier gleichartigen Grössen feststellen. Als zu messende Grössen kommen in Betracht: Längengrössen und Winkelgrössen. Die Bestimmung aller anderen Grössen lässt sich hierauf zurückführen. Als Masseinheit für die Längen dient das Meter, der 40 000 000. Teil des Erdumfanges. Als Masseinheit für die Winkel dient der 360. Teil eines Kreises, 1 Grad genannt. Kommt bei einer Messung die Ausdehnung der Erdoberfläche in horizontalem Sinne in Betracht, so nennt man dieselbe Lagemessung; kommt sie dagegen in vertikalem Sinne in Betracht, so nennt man sie Höhenmessung.

Die Feldmessarbeiten kann man in drei Gruppen einteilen:

1. Absteckungen.
2. Lagemessungen.
3. Höhenmessungen.

1. Die Absteckungen bestehen in der Festlegung von Linien, Grundrissen oder einzelnen Punkten eines Projektes durch Pfähle. Soll z. B. eine Strasse oder Bahn gebaut werden, so muss die Axe derselben zuvor genau abgesteckt werden.

2. Die Lagemessungen bestehen in der Aufmessung von Linien zur Feststellung der Lage einzelner Punkte und zur Berechnung von Flächen.

3. Die Höhenmessungen bestehen in der Ermittlung der Höhenlage einzelner Punkte bezogen auf einander oder auf den Normalpunkt des Amsterdamer Pegels (auf N. N.).

Die Messgeräte und deren Anwendung.

Bei den Feldmessarbeiten werden nachstehende Messinstrumente verwandt:

1. Für die Durchfluchtung der Linien: Fluchtstäbe auch Pikets oder Baken genannt.
2. Für die Längenmessungen: Messstäbe oder Messlatten, Messkette und Messband.
3. Für die Absteckung von rechten Winkeln: Winkelkopf, Winkelspiegel, Winkelprisma und Winkelkreuz oder Diopter.
4. Für die Höhenmessungen: Nivellierinstrument, Kanal- oder Wasserwage und Wiegelatte mit Libelle.

1. Die Durchfluchtung der Linien.

Fluchtstäbe sind 2—3 m lange, runde Holzstäbe, welche durch weissen und schwarzen oder weissen und roten Anstrich in Abschnitte von 50 cm geteilt sind. Am unteren Ende sind die Stäbe mit einer Eisenspitze, Fig. 1a und 1b, dem Schuh, beschlagen. Um die Piketstäbe auf weite Entfernungen gut zu sehen, befestigt man an ihrem oberen Ende kleine Fähnchen.

Wie wird eine Linie durchfluchtet?

Die Richtung einer geraden Linie wird durch zwei Punkte bestimmt. In dem Anfangs- und Endpunkte der Linie *AB* werden



Fig. 1. zwei Baken eingesteckt. Sollen weitere Punkte zwischen *A* und *B* abgesteckt

werden, so stellt sich der Beobachter etwa zwei Schritte hinter der Piketstange in A so auf, dass er die beiden Fluchtstäbe in Deckung sieht. Ein Arbeiter wird mit einer Bake nach R geschickt und dort in die Linie eingefluchtet. Zu diesem Zwecke muss er sich so hinstellen, dass sein Gesicht dem Einrichtenden zugekehrt ist. Dann hält er den Stab mit ausgestrecktem Arm zwischen Daumen und Zeigefinger freischwebend. Durch Erheben des rechten bezw. linken Armes deutet der Einfluchtende an, dass der Gehilfe den Stab nach rechts bezw. links vom Einrichtenden verschieben soll. Bei weiten Entfernungen ist es zweckmässig einen leicht sichtbaren Gegenstand, z. B. ein Taschentuch in die Hand zu nehmen. Wenn der Beobachter an den beiden Seiten der Signale A und B vorbei visierend den Stab in R nicht mehr sieht, so steht derselbe in der Linie AB . Um dem Arbeiter anzuzeigen, dass er den Stab in den Erdboden stecken soll, winkt man ihm mit beiden Händen in vertikaler Richtung von oben nach unten.

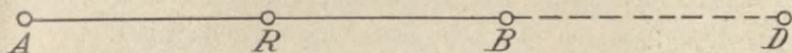


Fig. 2.

Es ist darauf zu achten, dass die Fluchtstäbe stets lotrecht in die Erde gesteckt werden. Man prüft die senkrechte Richtung eines Pikets, indem man ein Lot daneben hält. Ist der Fluchtstab mit dem Faden des Lotes parallel, so steht derselbe senkrecht. Bei sehr langen Linien werden mit Hilfe von Fernrohren in Abständen von 300—400 m Hauptsignale eingefluchtet, zwischen welchen dann mit dem blossen Auge die Pikets eingerichtet werden können.

Wie wird die Linie AB rückwärts über B
hinaus verlängert?

Der Beobachter begibt sich mit einer Fluchtstange in die Gegend des Punktes D und schreitet in der Richtung zu

AB so lange einher, bis dem nach B und A schauenden Auge der Fluchtstab A durch den Fluchtstab B gedeckt erscheint. Nun setzt er den mitgenommenen Fluchtstab so ein, dass derselbe sich mit B und A deckt. Die richtige Stellung des Stabes D prüft er dadurch, dass er einige Schritte hinter D tritt und an beiden Seiten der Signale AB und D vorbei visierend dieselben in Deckung sieht.

Da das Auge für die gegenseitige Deckung einer Fluchtreihe von Baken sehr empfindlich ist, so kann man gerade Linien bis über 1000 m mit dem blossen Auge durch fortgesetztes Verlängern abstecken, ohne dass die Gradrichtung zu wünschen übrig liesse.

Die Längenmessungen.

1. Messlatten sind 5 m lange hölzerne Latten von rundem oder ovalem Querschnitt mit 5—8 cm Durchmesser. An den beiden Enden sind sie mit senkrecht abschneidenden eisernen Schuhen beschlagen. Die Einteilung in Meter und Dezimeter wird durch weissen und schwarzen Anstrich markiert.

Wie wird mit den Messlatten gemessen?

Zum Messen einer Linie sind zwei Latten erforderlich. Dieselben werden in der Richtung der zu messenden Linie horizontal vor einander auf die Erde gelegt. Es ist stets darauf zu achten, dass die hinterliegende Latte beim Vorstrecken der anderen nicht weiter gestossen wird, was man am zweckmässigsten durch das Aufsetzen eines Fusses auf die hintere Latte vermeidet. Ein Arbeiter giebt beim Aufheben der Latte die Zahl der gemessenen Meter laut an; z. B. 5, 10, 15 u. s. w.

Im ansteigenden Terrain erfolgt die Messung nach der sogenannten Staffelmethode. Ein Arbeiter steckt in A eine Piketstange ein. Der andere Arbeiter legt die Latte horizontal auf die Erde und zwar so, dass das eine Ende in B

aufliegt und das andere an der Piketstange in *A* freischwebt. Dann wird in *B* eine Piketstange eingesteckt und wie vorhin weiter verfahren.

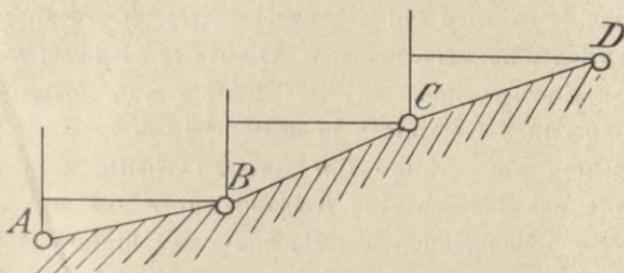


Fig. 3.

Messkette und Messband.

2. Die Messkette besteht aus 4—5 mm starken Eisenstäbchen, welche an den Enden mit Ösen versehen und durch Ringe mit einander verbunden sind. Der Abstand der Ringmitten beträgt 50 cm von einander. Die Einteilung in Meter wird durch die Grösse der Ringe markiert. An den beiden Enden der Kette befinden sich zwei grössere Ringe, durch welche 2 Stäbe (Kettenzieher) gesteckt werden. Die Länge der Kette beträgt 20 m. Ausserdem gehören zu einer Kette 5 Stück 30—40 cm lange Zählstäbchen.

3. Das Messband besteht aus 1 mm starkem und 1—2 cm breitem Stahl. Die Einteilung in Dezimeter ist durch Lochung, die in halbe und ganze Meter durch Messingnieten von verschiedener Form und Grösse markiert. An den beiden Enden befinden sich 2 Ringe für die Kettenzieher.

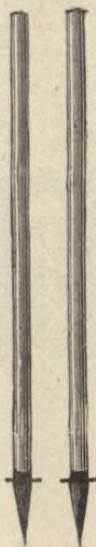


Fig. 4.

Wie wird mit der Messkette und dem Messbande gemessen?

Der Arbeiter, welcher hinten an der Kette geht, drückt seinen Stab fest in den Erdboden und fluchtet den Ketten-

zieher des vorderen genau in die zu messende und vorher durch Stäbe abgesteckte Linie ein; worauf dieser die Kette straff zieht und seinen Stab ebenfalls in die Erde eindrückt. In dasselbe Loch wird ein Zählstäbchen gesetzt. Nun werden die Kettenzieher herausgenommen. Die Kette wird vom vorderen Arbeiter weiter gezogen, bis der hintere zum Zählstäbchen gelangt und seinen Kettenstab in dasselbe Loch setzt. Alsdann wird verfahren wie vorhin. Der hintere Arbeiter sammelt die Zähler und hat dadurch eine Kontrolle über die gemessenen Längen. Im ansteigenden Terrain muss der hintere Arbeiter, in fallendem Terrain dagegen der vordere die Kette anheben, damit sie eine horizontale Linie bildet.

Das Abstecken der rechten Winkel.

1. Der Winkelkopf besteht aus einem hohlen Messinggehäuse, welches Trommel genannt wird. Die Trommel hat am unteren Ende eine Hülse, vermittelt welcher sie auf einen Stab gesteckt werden kann. Die Trommel ist oben offen, innen geschwärzt und hat die Gestalt eines Prismas oder Cylinders. An den beiden Seiten befinden sich schlitzartige Öffnungen. Dieselben sind an je zwei gegenüberliegenden Seiten so angeordnet, dass ihre Visierlinien sich in der Axe der Trommel unter einem rechten Winkel schneiden. Eine schmale und breite Öffnung stehen einander gegenüber. In letztere ist ein Pferdehaar eingespannt. Das Anvisieren erfolgt stets von der schmalen Öffnung aus.



Fig. 5.

Wie wird mit Hilfe des Winkelkopfes eine Senkrechte errichtet?

Soll z. B. im Punkte *C* der Linie *AB* eine Senkrechte errichtet werden, so muss Punkt *C* vorher durch Einfluchten

in AB bestimmt werden. Der Stab, auf welchem der Winkelkopf befestigt ist, wird in C senkrecht in die Erde gesteckt. Die Trommel wird nun so gedreht, dass eine Visierlinie in die

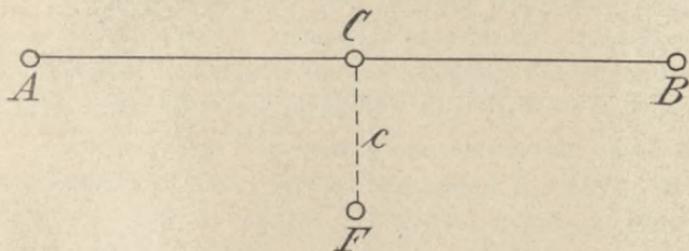


Fig. 6.

Hauptlinie AB fällt. Wird nun ein Stab in die Visierlinie c eingerichtet, so steht FC senkrecht auf AB .

Bem. Das Errichten einer Senkrechten ist nur dann genau, wenn der Kopf ganz lotrecht gehalten wird.

Das Winkelkreuz oder Diopter.

Das Winkelkreuz besteht aus einem Stabe, auf welchem 2 Lineale mittelst einer Schraube befestigt sind. Die Enden dieser Diopterlineale sind senkrecht nach oben gebogen und mit Schauritzen versehen. Um genau visieren zu können, ist in den Schauritzen ein Pferdehaar befestigt. Die Diopterlineale sind so gestellt, dass sie einen rechten Winkel bilden.

Wie wird mit Hilfe des Diop-
ters im Punkte C der Linie AB
eine Senkrechte errichtet?

Punkt C muss durch Einfluchten
in AB bestimmt werden. Man stecke

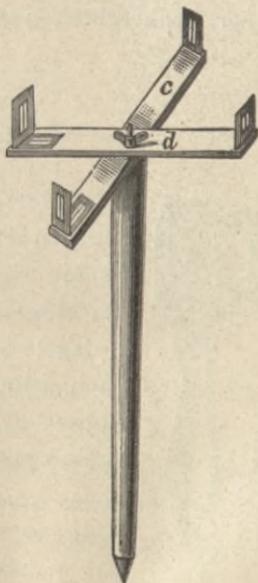


Fig. 7.

den Stab, auf welchem das Winkelkreuz ruht, senkrecht in dem Punkte *C* ein. Hierauf dreht man dasselbe so, bis man durch das eine Diopter von *B* aus die Piketstange *A* erblickt.

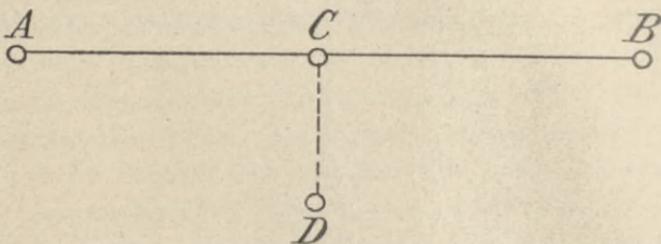


Fig. 8.

Wird nun ein Stab in die Visierlinie des anderen Diopters eingefluchtet, so steht *CD* senkrecht auf *AB*.

Es ist ebenfalls darauf zu achten, dass das Winkelkreuz genau senkrecht steht, da nur in diesem Falle das Errichten einer Senkrechten genau ist.

Der Winkelspiegel.



Fig. 9.

Derselbe besteht aus einem messingenen dreiseitigen Prisma, dessen Vorderseite offen ist. Die beiden Seitenwände sind fensterartig durchbrochen. Im innern Prisma sind an beiden Seiten zwei Spiegel angebracht, deren Neigung zu einander nach hinten 45° beträgt. Der eine der beiden Spiegel ist mit dem Prisma fest verbunden: der andere läßt sich durch eine Zug- und Druckschraube etwas verstellen. An der Grundplatte des Prismas befindet sich ein Griff, an dessen Ende eine Öse zur Befestigung eines Lotes angebracht ist.

Wie wird mit Hilfe des Winkelspiegels eine Senkrechte errichtet?

Der Beobachter stellt sich in C auf und dreht den Spiegel so, dass der von A kommende Lichtstrahl denselben in R trifft. Dieser Strahl wird in der Richtung von RS so zurückgeworfen, dass in dem Spiegel JX der Stab A in S zu sehen ist. Wird nun eine Fluchtstange so eingesteckt, dass sie sich mit S deckt, so ist CF die Senkrechte auf AB . Um sich stets überzeugen zu können, ob der Winkelspiegel sich in der Geraden AB befindet, steckt man in der Verlängerung derselben

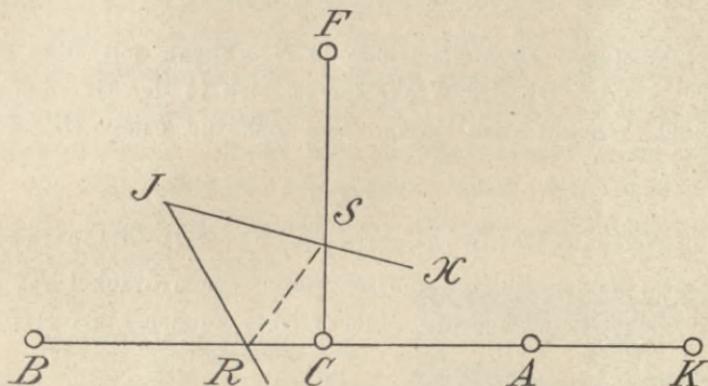


Fig. 10.

noch ein Piket K ein. Der Winkelspiegel befindet sich nur dann in der Linie AB , wenn sich die Bilder der beiden Pikets A und K decken.

Der Winkelspiegel muss stets so gehalten werden, dass sich seine Endflächen in horizontaler, der Griff dagegen in vertikaler Richtung befinden, da sonst das Spiegelbild nicht senkrecht erscheint. Am Griff des Spiegels muss ein Lot befestigt werden, dessen Spitze genau den Punkt markiert, von welchem die Senkrechte gefällt werden soll.

Wie fällt man vom Punkte F eine Senkrechte auf AB ?

Man bestimmt zunächst einen Punkt K in der Verlängerung der Geraden AB . Dann geht man, den Winkelspiegel vor einem Auge haltend, in der Linie AB so lange einher, bis

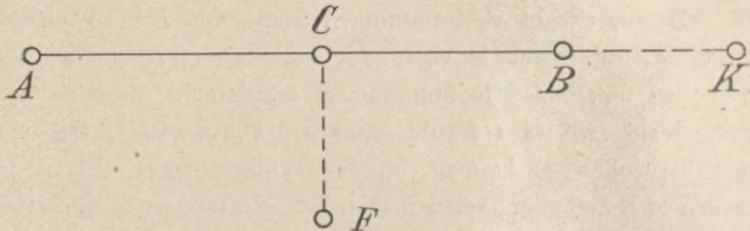


Fig. 11.

die Piketstange B , welche man in S erblickt, mit F in einer Flucht steht. Ob der Winkelspiegel sich in der Geraden AB befindet, erkennt man daran, dass sich die Pikets B und K decken.

Wie prüft man den Winkelspiegel auf seine Richtigkeit?

Die beiden Spiegel müssen unter einem Winkel von 45° zu einander geneigt sein. Man errichte zunächst auf AC eine

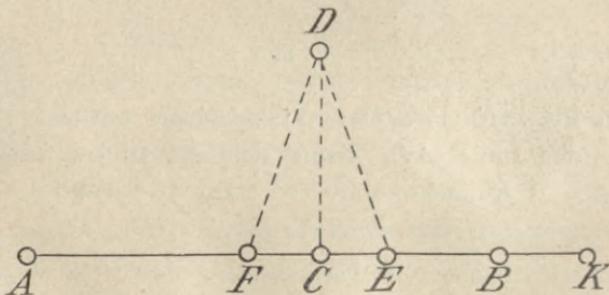


Fig. 12.

Senkrechte und dann auf CB . Wenn der Winkelspiegel richtig ist, so müssen die beiden Senkrechten zusammenfallen. Die

Richtigkeit des Spiegels prüft man auf folgende Weise: Vom Punkte *D* fälle man ein Lot auf *AC* und auf *BC*. Ist der Winkel der beiden Spiegel geringer als 45° , so erhält man einmal den Fusspunkt *E*, das andere Mal den Fusspunkt *F*. Die falschen Fusspunkte *EF* liegen gleich weit in entgegengesetzter Richtung vom richtigen Fusspunkt *C*. Derselbe liegt demnach in der Mitte zwischen *E* und *F*.

Wie berichtet man den Winkelspiegel?

Ergiebt die Prüfung des Winkelspiegels, dass der Neigungswinkel der beiden Spiegel kleiner ist als 45° , so muss man den einen Spiegel so verstellen, dass der Winkel etwas grösser wird. Dieses erreicht man, indem man die Druckschraube etwas löst und die Zugschraube etwas anzieht. Ist der Winkel der beiden Spiegel grösser als 45° , so muss er verkleinert werden; zu diesem Zwecke wird die Zugschraube etwas gelöst und die Druckschraube angezogen. Nach der ersten Berichtigung muss der Winkelspiegel abermals geprüft und evtl. nochmals berichtet werden.

Das Winkelprisma.

Dasselbe besteht aus einem Glasprisma, welches die Gestalt eines rechtwinklig- gleichschenkligen Dreiecks hat. Die Hypotenusenebene des Prismas ist spiegelnd. Das Prisma ist bis auf die beiden Kathetenflächen von einem Metallgehäuse umschlossen. Am untern Ende desselben ist ein Handgriff befestigt, an welchem sich in der Regel noch eine Öse zum Aufhängen eines Lotes befindet.

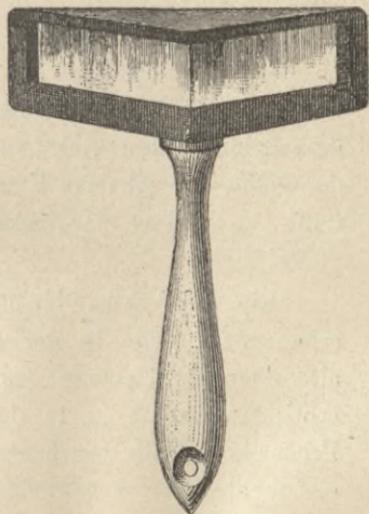


Fig. 13.

Die Anwendung des Winkelprismas.

Bei dem Durchgang des Lichtstrahles durch das Prisma sind zwei Fälle zu unterscheiden, indem der Lichtstrahl eine einmalige oder zweimalige Reflexion erfährt. Im ersten Falle erhält man ein bewegliches, im zweiten Falle ein festes Bild. Um ein festes Bild zu erhalten, muss man entweder in der Nähe der scharfen Kanten, also senkrecht zur Hypotenusenenebene, oder in der Nähe der stumpfen Kanten, parallel zur Hypotenusenenebene, in das Prisma blicken. Schaut man nach dem Piket P

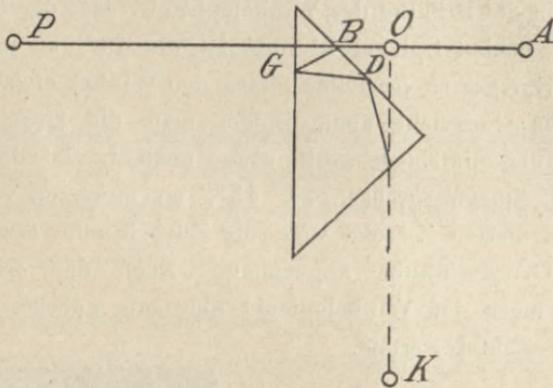


Fig. 14.

und hält das Winkelprisma so vor das Auge A , dass die Axe desselben vertikal steht und der Sehstrahl AB das Prisma in der Nähe der scharfen Kanten senkrecht zur Hypotenusenenebene trifft, so nimmt der Sehstrahl durch das Prisma den Weg $ABCDEF$.

Ein in K stehendes Piket erscheint dem durch das Prisma schauenden Auge in der Richtung AP . Während das Auge also über die Fassung des Prismas hinwegsehend das Piket P erblickt, gewahrt es in der geraden Fortsetzung desselben im Prisma das Bild der Fluchtstange K . Der Winkel POK ist ein rechter.

Am Winkelprisma muss ein Lot befestigt sein, dessen Spitze den Punkt O genau markiert. Man muss stets darauf achten, ob man auch das feste Bild hat. Man überzeugt sich leicht davon, indem man eine kleine Drehung des Prismas um seine Axe ausführt. Verschiebt sich das dabei im Prisma gesehene Bild nicht, so hat man das feste Bild. Das Winkelprisma ist bedeutend kleiner als der Winkelspiegel und lässt sich daher bequem in der Tasche unterbringen; es ist unveränderlich und braucht daher nicht immer geprüft zu werden.

Die Aufmessung der Linien.

Linien können direkt und indirekt gemessen werden. Indirekt nennt man die Messung, wenn sie mit Hilfe anderer Linien geschehen muss.

Messung von Geraden mit Hindernissen.

Die Linie AB geht z. B. über den See hinweg. Das

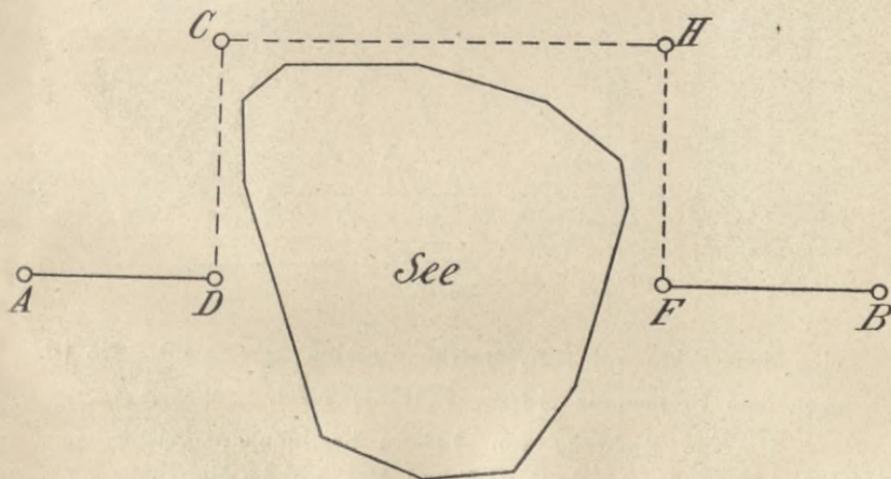


Fig 15.

Stück FD muss indirekt gemessen werden, indem man eine Parellele dazu absteckt. Zu diesem Zwecke errichtet man in

den beliebig gewählten Punkten F D Senkrechte und macht sie gleich lang. Die Verbindungslinie der Endpunkte dieser Senkrechten ist die Parallele zu AB , ihre Länge ist gleich der Linie FD . Die Länge der Linie $AB = AD + GH + FB$.

Die Linie AB geht durch ein undurchsichtiges Hindernis z. B. einen Wald hindurch. Es soll ihre Länge und Richtung bestimmt werden.

Man lege durch Punkt A der Linie AB eine Gerade AR , welche dicht am Walde vorbeiführt. Nun fälle man vom Punkt B

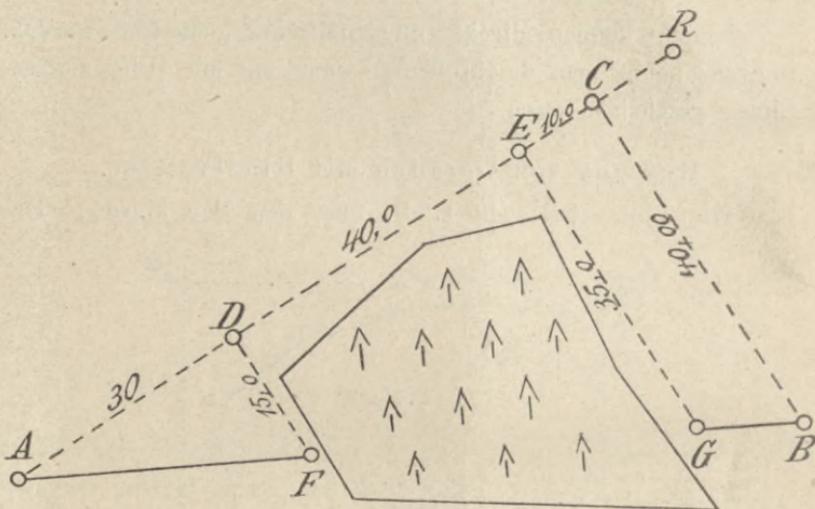


Fig. 16.

eine Senkrechte auf AR , welche dieselbe in C trifft. So ist nach dem Pythagoras $AB = \sqrt{AC^2 + BC^2}$.

Um die Richtung von AB zu bestimmen, errichte man auf AB die Senkrechten DF und EG , welche die Gerade AB noch ausserhalb des Waldes schneiden. Die Länge dieser Senkrechten DF und EG bis zum Schnittpunkte AB ergibt sich aus der Ähnlichkeit der Dreiecke:

Es verhält sich $FD:BC = AD:AC$.

$$FD \text{ ist gleich } \frac{BC \cdot AD}{AC}$$

ferner verhält sich $GE:BC = AG:AC$

$$GE = \frac{BC \cdot AG}{AC}$$

AD sei 30 m, $AE = 70$ m, $AC = 80$ m, $CB = 40$ m

$$AB \text{ ist } = \sqrt{80^2 + 40^2} = \text{rot. } 89 \text{ m}$$

$$FD \text{ ist } = \frac{40 \cdot 30}{80} = 15 \text{ m}$$

$$GE \text{ ist } = \frac{40 \cdot 70}{80} = 35 \text{ m}$$

Bestimmung der Breite eines Flusses.

Dieselbe geschieht mit Hilfe ähnlicher Dreiecke. An den Uferkanten des Flusses werden die Signale A und B errichtet.

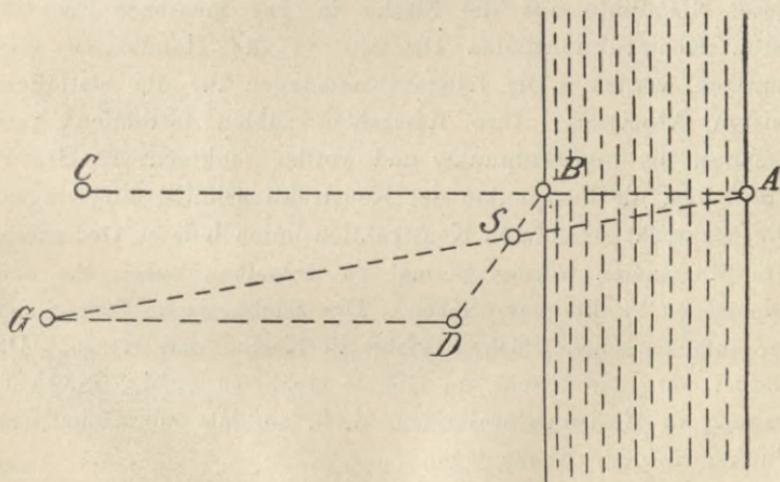


Fig. 17.

Nun verlängert man die Linie AB über B hinaus, etwa bis C , trägt unter einem beliebigen Winkel die Gerade BD aus und

steckt eine Parallele von BC etwa DG ab. Die Visierlinie von GA schneidet BD im Punkte S . Dieser Schnittpunkt wird ebenfalls festgelegt. Aus der Ähnlichkeit der Dreiecke SDG und SBA folgt nun, dass $SD : DG = SB : BA$.

BA wird in nachstehender Proportion mit x bezeichnet. SD sei 20 m, $DG = 80$ m und SB 10 m.

Es verhält sich $20 : 80 = 10 : x$

$800 = 20 x$ $x = 800 : 20 = 40$ m. Der Fluss ist 40 m breit.

Die Aufmessung der Flächen.

Allgemeines.

Zunächst zeichnet man ein der aufzumessenden Fläche ähnliches Bild. Dann trägt man in diese Handskizze nach Bedarf eine oder mehrere Standlinien ein, d. h. Linien, von denen man die Aufmessung beginnt. Nun zerlegt man von dieser Standlinie aus die Fläche in gut messbare Figuren, deren Konstruktionslinien ebenfalls in die Handskizze eingetragen werden. Die Längenabmessungen für die Standlinie heissen Abscissen. Ihre Masszahlen zählen fortlaufend vom Anfangs- bis zum Endpunkte und werden senkrecht zur Standlinie neben die Fusspunkte der Konstruktionslinien eingetragen. Die senkrecht errichteten Konstruktionslinien heissen Ordinaten, ihre Masszahlen werden normal zu denselben neben die eingemessenen Punkte geschrieben. Die zeichnerische Darstellung der aufgemessenen Flächen erfolgt in Karten und Plänen. Da hierbei nur eine Fläche zu Gebote steht, so erfolgt die Auftragung in Horizontalprojektion, d. h. so, als ob sämtliche Punkte in einer Ebene lägen.

Aufmessung einer Wiese.

AB ist die gewählte Standlinie, sie ist in Abscissen von 18,70; 19,80; 75,80 u. s. w. m Länge geteilt. a, b, c, d, e, f, g

sind die senkrecht errichteten Konstruktionslinien (Ordinaten genannt) der Flächen. Der Flächeninhalt der Wiese ergibt

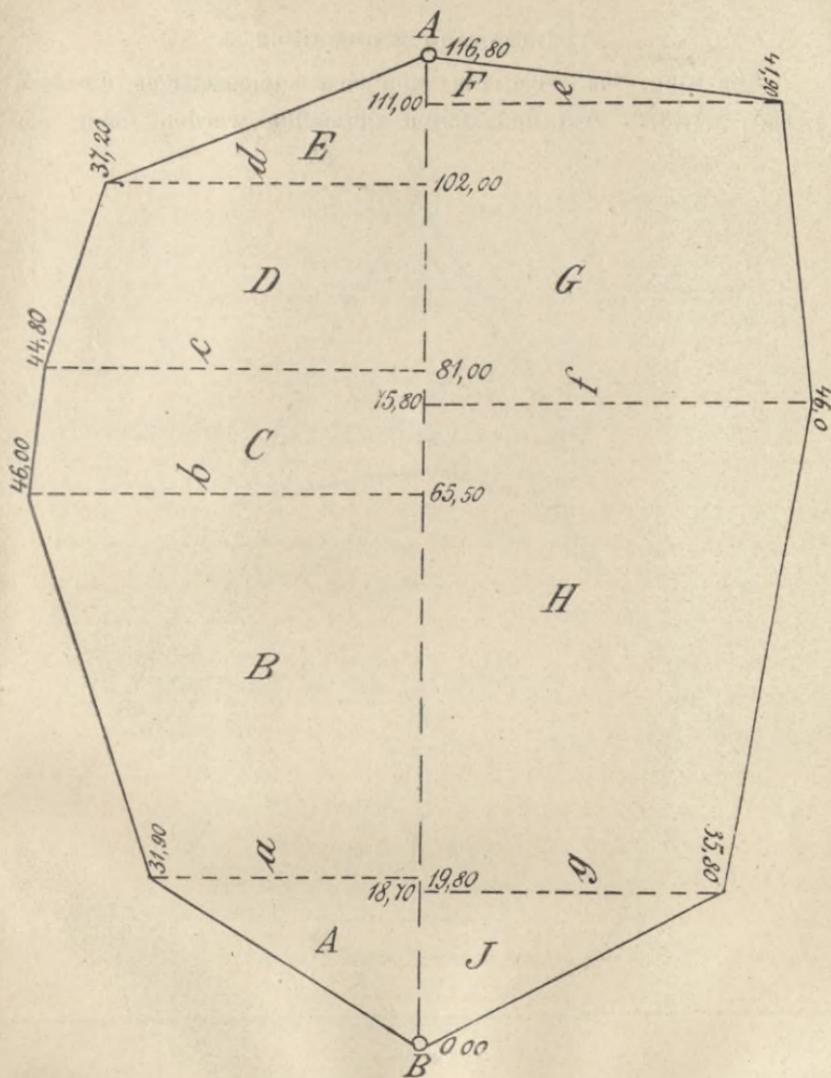


Fig. 18.

sich aus der Berechnung der Trapeze und Dreiecke. Es sei A, B, D u. s. w. der Inhalt der einzelnen Flächen. 2*

$I = \text{Inhalt der Wiese ist} = A + B + C + D + E + F + G + H + I.$

Aufmessung eines Sees.

Um den See wird ein möglichst gleichseitiges Dreieck gelegt; ABC . Auf den Seiten desselben werden dann die

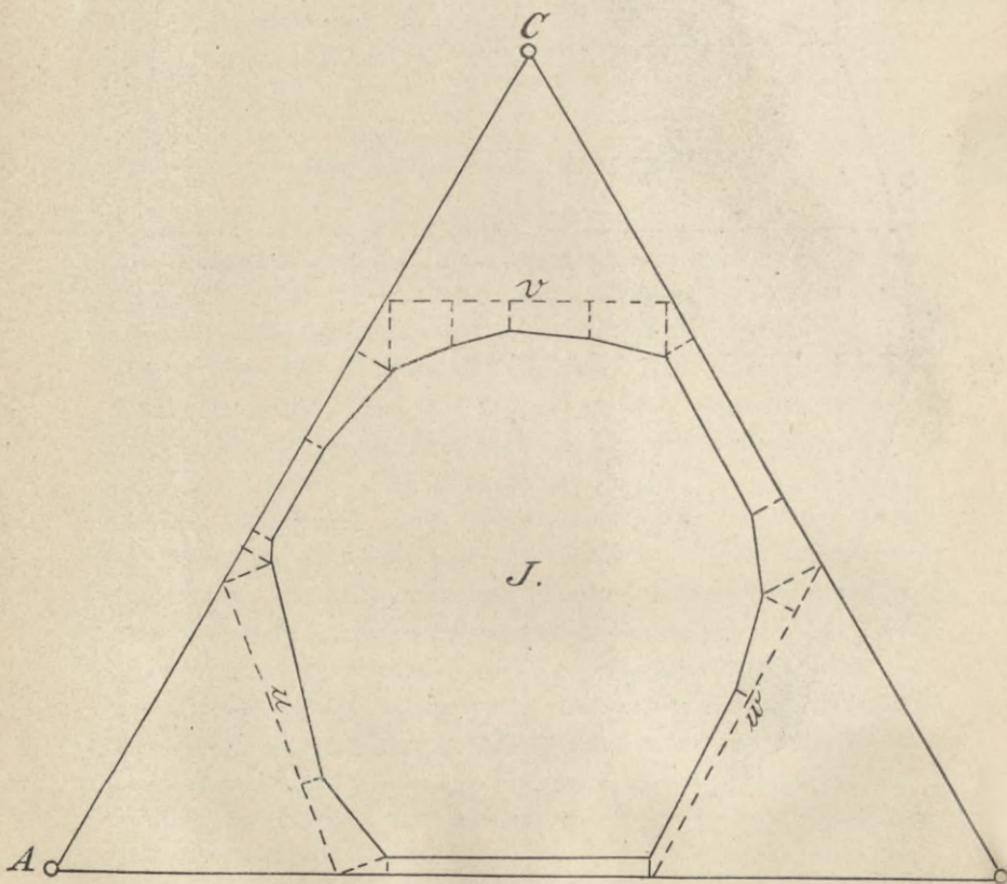


Fig. 19.

Hilfslinien u, v, w errichtet. Von den Seiten des dadurch entstandenen Vielecks werden dann die Richtungen der einzelnen Punkte des Ufers durch Ordinaten hergestellt. Der Inhalt des

Herstellung eines Lageplanes.

AB sei die gewählte Standlinie. Die Lage der Gebäude wird durch Koordination hergestellt. (Abscisse und Ordinate eines Punktes heissen dessen Koordinaten.) Die Masse sind wie nachstehend angedeutet, in den Lageplan einzutragen. Der Schnitt des Weges nach Parlen wird auf folgende Weise hergestellt: an der Wegekante werden zwei Signale errichtet. Die Richtung der Linie wird bis zum Schnittpunkt mit der Standlinie AB verlängert. Von einem der Signale aus wird eine Senkrechte auf AB gefällt. Im Lageplan ist stets eine Zeichenklärung einzuzeichnen.

Abstecken der Linien.

Eine Linie besteht aus Geraden und Kurven. Der Punkt, in welchem sich zwei gerade Linien schneiden, heisst Winkelpunkt. Der Übergang von einer Geraden zur andern wird durch einen Kreisbogen vermittelt. Die Absteckung desselben erfordert nachstehende Arbeiten:

1. Messung des Winkels, welcher von den Geraden gebildet wird.
2. Berechnungen:
 - a) der Tangentenlänge vom Winkelpunkte bis zum Bogenanfang bezw. Ende.
 - b) der Abscisse und Ordinate des Scheitels.
 - c) des Abstandes des Scheitels vom Winkelpunkte.
 - d) der Bogenlänge.
3. Absteckung einzelner Bogenpunkte.
4. Für gewisse Fälle die Bestimmung der Hilfstangente.

Bei der Berechnung der vorstehenden Stücke kommt das Dreieck, welches man durch Verlängerung einer Mittellinie über den Winkelpunkt hinaus erhält, in Betracht.

Die Messung des Winkels.

Dieselbe kann direkt mit dem Theodoliten, oder indirekt mit Hilfe der Messkette geschehen. Punkt B sei der Winkel-
punkt der Eisenbahnmittellinien AB und BC . Man verlängere
 AB über B hinaus etwa bis G und trage dieselbe Länge auf
der Linie BC ab, etwa BH . Hierdurch erhält man das gleich-

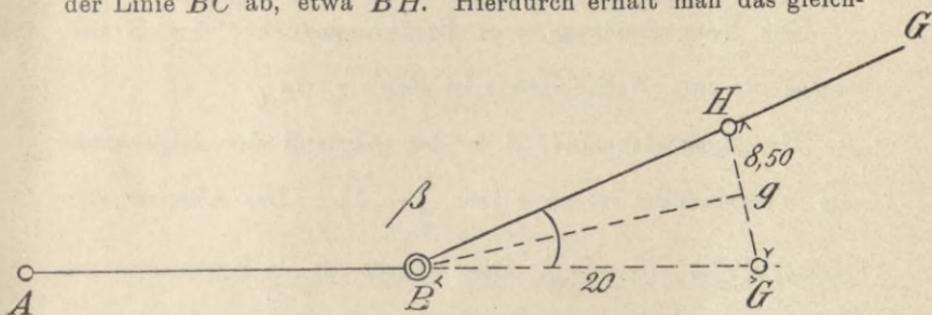


Fig. 22.

schenkliche Dreieck HBG . Nun messe man den Abstand
von H bis G . So ist $\frac{1}{2} \frac{g}{BH} = \sin \frac{\alpha}{2}$. Der Winkel β ist gleich
 $180^\circ - 2\alpha$; er kommt jedoch nicht weiter in Betracht. Der
Centriwinkel des einzulegenden Kreisbogens ist vielmehr gleich
dem Winkel α .

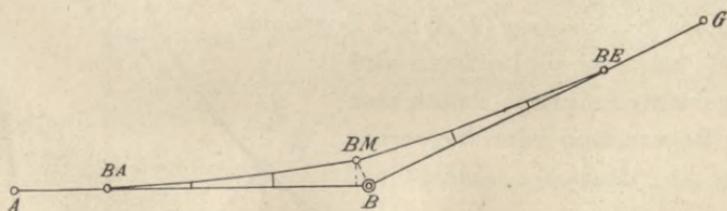


Fig. 23.

Beispiel BG sei 20 m. $HG = 8,50$. $4,25 : 20 = 0,2125$.
Für diesen Wert ergibt die Kurventabelle von Sarrazin und
Oberbeck einen Winkel von $24^\circ 32'$.

Ist auf diese Weise der Centriwinkel des einzulegenden Kreisbogens bestimmt, so wird der Radius beliebig gewählt. Derselbe darf z. B. für Hauptbahnen nicht unter 300 m sein.

Berechnung der übrigen erforderlichen Stücke zur Absteckung eines Kreisbogens.

Die Tangentlänge vom Berührungspunkte des Kreisbogens bis zum Winkelpunkte ist gleich $r \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$.

Der Scheitelabstand, d. h. der Abstand der Bogenmitte vom Winkelpunkte ist $= r \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$. Die Abscisse der Bogenmitte ist $= r \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$. Die Ordinate für die Bogenmitte ist $= r \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right)$. Die Bogenlänge ist $= r \cdot \frac{\pi \alpha}{180}$.

Die Absteckung einzelner Bogenpunkte.

Dieselbe geschieht von der Tangente aus durch rechtwinklige Koordinaten. Vom Winkelpunkte aus werden zunächst die Tangentlängen AB und BC abgetragen, wodurch Bogenanfang (BA) und Bogenende (BE) bestimmt wird. Dann wird Bogenmitte festgelegt, indem man von Bogenanfang oder Bogenende aus die Abscisse c abträgt und

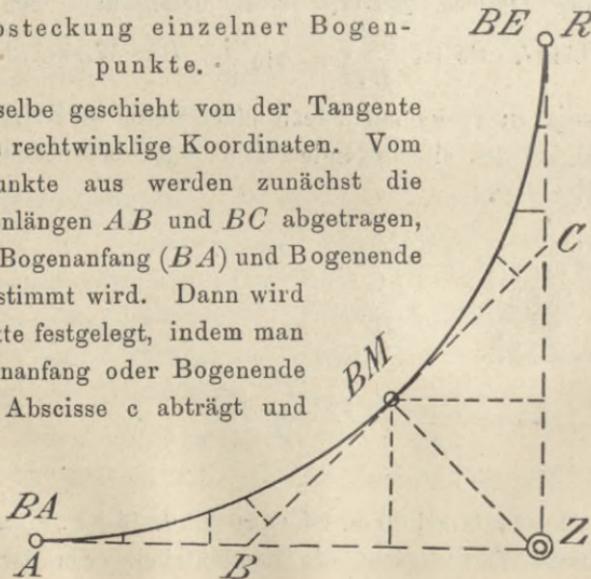


Fig. 24.

senkrecht auf derselben die dazu gehörige Ordinate g . Ist auf diese Weise Bogenanfang, -Mitte und -Ende festgelegt, so wird die Tangente von Bogenanfang und -Ende aus in Abscissen von 5, 10 m u. s. w. geteilt; senkrecht zu denselben werden dann die Ordinaten der einzelnen Bogenpunkte abgetragen.

Die Berechnung derselben geschieht nach folgender Formel:

$$\begin{aligned} r & \text{ sei Radius des Bogens} \\ x & \text{ „ Länge der Abscisse} \\ y & \text{ „ die gesuchte Ordinate} \\ y & = r - \sqrt{r^2 - x^2} \end{aligned}$$

Die Hilfstangente.

Wenn sehr grosse Kreisbögen abgesteckt werden sollen, so erreichen die Ordinaten eine solche Länge, dass schon ein geringer Fehler beim Abstecken des rechten Winkels eine erheblich falsche Lage des Bogenpunktes ergibt. Man steckt daher solche Bögen mit der Hilfstangente ab. Die Länge derselben beträgt $\text{tg } \frac{\alpha}{4}$. Zunächst werden die Tangentenlängen wie bei jeder andern Kurve vom Winkelpunkte aus abgetragen. Dann trägt man von BA und BE aus die Längen der Hilfstangenten AB und RC ab. Die Punkte B, C werden durch eine Gerade verbunden. Bogenmitte liegt im Halbierungspunkte derselben. Man erhält jetzt die weiteren Hilfstangenten SB und SC . Die Absteckung der Kurve erfolgt nun von Bogenanfang, -Mitte und -Ende aus.

Aufgabe.

¶ Zwei Kleinbahnmittellinien schneiden sich unter einem Winkel von 90° . Der Radius soll 100 m betragen. Berechne sämtliche Stücke, welche zur Absteckung des Kreisbogens erforderlich sind.

Lösung.

Der Centriwinkel des einzulegenden Kreisbogens ist gleich $180^\circ - 90^\circ = 90^\circ$.

Die Tangente ist $= 14,14 : 14,14 = 1 \cdot r = 100 \text{ m}$ lang.

Die Abscisse ist $14,14 : 20 = 0,707 \cdot 100 = 70,70 \text{ m}$.

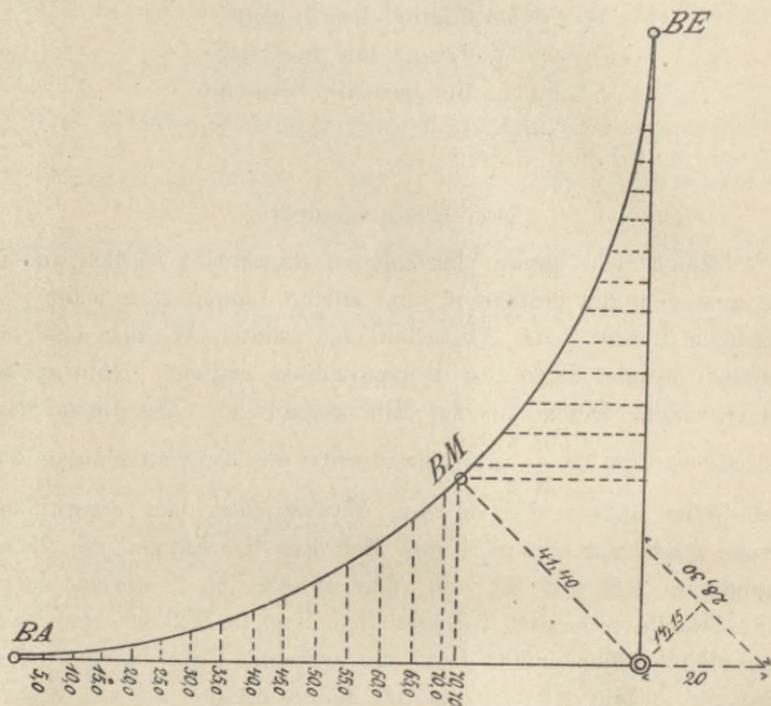


Fig 25.

Lies in Fig. 25: 14,14 und 28,28.

Die Ordinate für BM ist $= 1 - (14,14 : 20) = 0,707 = 0,293 \cdot r = 29,30 \text{ m}$.

Der Scheitelabstand ist $= 20 : 14,14 = 1,414 - 1 = 0,414 \cdot r = 41,40 \text{ m}$.

Die Bogenlänge ist $= \frac{\pi \cdot \alpha}{180} \cdot r = 157,00 \text{ m}$.

Die Ordinaten für die Abscissen von 5, 10, 15 u. s. w. sind:

	$y = r - \sqrt{r^2 - x^2}$.	Also $\sqrt{100^2 - 5^2} = 0,13$ m.
für die Abscisse	10	$= 100 - \sqrt{100^2 - 10^2} = 0,50$ „
„ „ „	15	$= 100 - \sqrt{100^2 - 15^2} = 1,13$ „
„ „ „	20	$= 100 - \sqrt{100^2 - 20^2} = 2,02$ „
„ „ „	25	$= 100 - \sqrt{100^2 - 25^2} = 3,18$ „
„ „ „	30	$= 100 - \sqrt{100^2 - 30^2} = 4,61$ „
„ „ „	35	$= 100 - \sqrt{100^2 - 35^2} = 6,33$ „
„ „ „	40	$= 100 - \sqrt{100^2 - 40^2} = 8,35$ „
„ „ „	45	$= 100 - \sqrt{100^2 - 45^2} = 10,70$ „
„ „ „	50	$= 100 - \sqrt{100^2 - 50^2} = 13,40$ „
„ „ „	55	$= 100 - \sqrt{100^2 - 55^2} = 16,48$ „
„ „ „	60	$= 100 - \sqrt{100^2 - 60^2} = 20,00$ „
„ „ „	65	$= 100 - \sqrt{100^2 - 65^2} = 24,01$ „
„ „ „	70	$= 100 - \sqrt{100^2 - 70^2} = 28,59$ „

Das Stationieren.

Bevor man stationiert, muss die Linie in ihren Zügen festgelegt und durchgefluchtet sein. Anfangs- und Endpunkte, sowie die Winkelpunkte sind durch 3 bis 6 m hohe, über das Terrain reichende, mit Fähnchen versehene Stangen zu markieren. Unter Stationierung versteht man die Auspählung der Linie in Stationen von 100 m Länge. Zwischenstationen werden geschlagen:

1. in Abständen von 50 m z. B. 1 +⁵⁰
2. wo Terrainwechsel ist z. B. 0 +³⁰
3. an den Graben- und Wegekanten 2 +^{70,0} GK
2 +^{74,5} GK.

Vor jedem Stationspfahl muss ein Terrainpfählchen kommen, welches bis zur Erdoberfläche eingeschlagen und auf welches

beim Nivellieren die Latte gesetzt wird. Die Länge der Stationspfähle beträgt 50 bis 70 cm; die der Kopfpfähle 30 cm. Die Stationspfähle müssen 20 bis 30 cm über der Erde hervorste-
hen. Die Nummerierung geschieht von 0 beginnend fortlaufend; z. B. 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 u. s. w. Kommen Stationspfähle in einen fahrbaren Weg zu stehen, so werden an ihrer Stelle Kopfpfähle geschlagen, d. h. Pfähle, welche nicht über das Terrain reichen dürfen. Die eigentlichen Stationspfähle werden senkrecht zur Axe für die entsprechende Abscisse gesetzt, woselbst sie gegen Beschädigung seitens der Passanten gesichert sind. Bei Vorarbeiten für Chausseen wird die Axe der neuen Strasse, sofern sie in einem bereits bestehenden Wege liegt, durch Kopfpfähle stationiert; die mit Nummern versehenen eigentlichen Stationspfähle werden senkrecht zur Axe für die betreffende Station geschlagen. Die Winkelpunkte werden durch 1,00 m lange und 8 qcm starke Pfähle gekennzeichnet, welche bis zur Terrainoberfläche eingegraben werden.

Zweiter Teil.

Nivellieren.

Höhenunterschiede können mit Hilfe des Nivellierinstruments, der Wasser- oder Kanalwage und der Setzwage ermittelt werden.

Das Nivellierinstrument.

Dasselbe besteht aus folgenden Teilen:

1. Dem Stativ.
2. Dem eigentlichen Instrument.
3. Dem Stengelhaken.
4. Der Latte.

Das Stativ.

Dasselbe besteht aus drei drehbaren Holzfüssen, welche am oberen Teile desselben, dem Teller oder Kopf des Stativs, durch Schrauben befestigt sind. Der Teller des Stativs ist aus Holz oder Messing gefertigt.

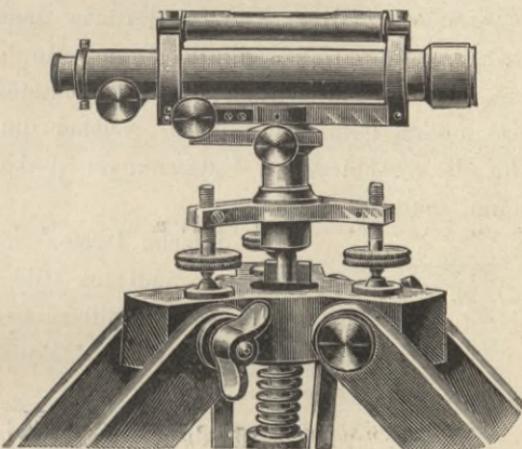


Fig. 26.

Das eigentliche Instrument.

Die Hauptteile desselben sind: das Fernrohr mit dem Fadenkreuz und der Libelle und der Dreifuss.

Das Fernrohr.

Das nach seinem Erfinder benannte Kepler'sche Fernrohr, welches die einfachste Konstruktion eines astronomischen Fernrohres ist, besteht aus zwei bikonvexen Linsen. Die grössere Linse, welche dem zu beobachtenden Gegenstande zugewandt ist, wird Objektiv genannt. Die kleinere, welche dem beobachtenden Auge zugewandt ist, heisst Okular. Die Objektiv-

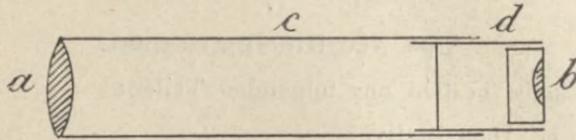


Fig. 27.

linse wirft von einem entfernten Gegenstande ein umgekehrtes verkleinertes Bild. Die Okularlinse dagegen wirkt als Lupe, d. h. vergrössernd, weil die Brennweite derselben etwas grösser ist, als die Entfernung des beobachteten Gegenstandes. Sie ist in dem Okularauszuge d , welcher durch eine Stellschraube für die verschiedenen Entfernungen passend eingestellt werden kann, befestigt.

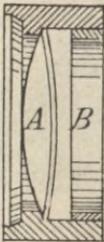


Fig. 28.

Da einfache Linsen von einem Gegenstande ein farbig gerändertes Bild geben, so verwendet man bei den Nivellierinstrumenten ein Fernrohr mit achromatischem Objektiv und zusammengesetztem Okular.

Das achromatische Objektiv besteht aus zwei Linsen, einer bikonvexen Kronglaslinse A und einer bikonvexen Flintglaslinse B . Beide Linsen berühren sich mit den einander zugewandten Flächen, wodurch man ein, an den Rändern farbenloses Bild erhält.

Das Ramsdensche Okular besteht aus zwei bikonvexen Linsen, welche ihre erhabenen Seiten einander zuwenden. Die dem Auge zunächst liegende Linse *A* heisst Okular-, die andere *B* heisst Kollektivlinse. Das Verhältniß der Brennweiten beträgt 5 : 9.

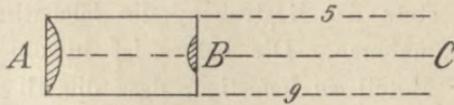


Fig. 29.

Die vorderen Brennpunkte der Linsen fallen im Punkte *C* zusammen.

In dieser Gestalt wäre das Fernrohr zum Messen nicht zu gebrauchen, da in dem Gesichtsfelde desselben eine grosse Anzahl von Punkten erscheint und man daher nicht behaupten kann, man habe einen bestimmten Punkt anvisiert. Erst durch Einführung eines Fadenkreuzes wird es zum Messfernrohr.

Das Fadenkreuz.

Dasselbe besteht aus zwei aufeinander senkrechten Fäden, welche auf einem Ring, dem Fadenkreuzring, befestigt sind. Derselbe ist senkrecht zur Fernrohraxe in dem Okularauszuge durch die Schrauben *ab* und *cd* befestigt. Durch Lösen der einen und Anziehen der gegenüberliegenden Schraube lässt sich eine kleine Bewegung des Fadenkreuzes in der Richtung der beiden Schrauben bewirken. Durch die Schrauben *ab* kann man also das Fadenkreuz in vertikaler Richtung, durch die Schrauben *cd* in horizontaler Richtung bewegen.

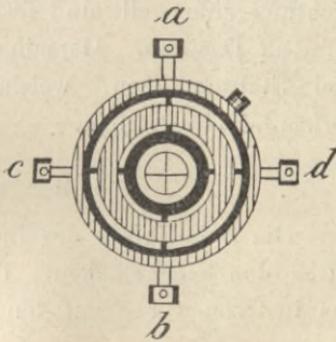


Fig. 30.

Die Libelle.

Man unterscheidet zwei Arten von Libellen, nämlich Röhren- und Dosenlibellen. Die Röhrenlibelle besteht aus einer gebogenen Glasröhre, welche mit Aether oder Alkohol so weit gefüllt ist, dass nur eine kleine Luftblase zurückbleibt. Die Blase hat stets das Bestreben, die höchstliegende Stelle der Röhre einzunehmen. Die Röhre ist in einer Einfassung von Holz oder Metall so befestigt, dass die Blase, wenn die Einfassung auf einer horizontalen Fläche ruht, stets in der Mitte der Glasröhre steht. Die Einfassung lässt in der Regel nur ein Stück der Röhre, welches mit einer Gradeinteilung (Pariser Linien) versehen ist, sichtbar werden. Die Libelle ist auf dem Fernrohr durch zwei Schrauben horizontal befestigt.

Der Dreifuss.

Das Fernrohr ist in zwei Stützen, welche auf einem Balken ruhen, gelagert. Der Balken ist auf einer senkrechten Axe befestigt, um welche das Rohr mit der Libelle im Kreise gedreht werden kann. Durch eine Stell- und Klemmschraube kann die Axe und somit das Fernrohr für eine bestimmte Richtung eingestellt und festgeklemmt werden. Die Axe ruht auf dem Dreifuss. Derselbe besteht aus einer Hülse mit den drei Stellschrauben, welche dazu dienen, das Instrument horizontal einzustellen.

Der Stengelhaken.

Die Befestigung des Instruments auf dem Stativ geschieht durch den Stengelhaken. Durch eine starke Spiralfeder wird das Instrument fest auf den Stativkopf gedrückt.

Die Latte.

Die Nivellierlatte ist 4,0 bis 5,0 m lang und mit weisser Ölfarbe gestrichen. Die Einteilung in Meter, Dezimeter und

Centimeter ist abwechselnd durch roten und schwarzen Anstrich markiert. Da man durch das Fernrohr die Gegenstände umgekehrt sieht, so muss die Latte auch umgekehrt, also mit dem Ende 0,1 auf den Pfahlkopf gesetzt werden.

Die Einstellung des Nivellierinstrumentes.

Nachdem das Instrument auf das Stativ gesetzt und mit demselben verspannt ist, wird das Fernrohr zunächst parallel zweier Fusschrauben gestellt, welche in entgegengesetzter Richtung so lange gedreht werden, bis die Libelle in der Mitte der Glasröhre steht. Alsdann wird das Instrument auf dieselbe Weise parallel der dritten Fusschraube eingestellt. Nun bringt man das Fernrohr in seine erste Lage und wiederholt das Verfahren so lange, bis die Libelle fest stehen bleibt, wenn man das Instrument um die Axe des Dreifusses dreht.

Wie prüft man, ob die Libellenaxe senkrecht zur Dreifussaxe steht?

Man stellt das Instrument parallel zur Verbindungslinie zweier Fusschrauben, welche in entgegengesetzter Weise so lange gedreht werden, bis die Libelle in der Mitte der Glasröhre steht. Dann dreht man das Fernrohr um einen Winkel von 180° um die vertikale Axe. Zeigt sich nun ein Ausschlag der Libelle, d. h. weicht die Libelle von der horizontalen Linie ab (bleibt also nicht in der Mitte der Glasröhre stehen), so ist die eine Hälfte des Ausschlags durch die beiden Befestigungsschrauben (s. Abb. S. 31), die andere Hälfte durch die dritte Fusschraube zu beseitigen.



Fig. 31.

Die Anwendung des Nivellierinstruments.

Als Ausgangspunkt des Nivellements wählt man in der Regel einen vorher festgelegten Fixpunkt, dessen Höhenzahl sich auf den Normal-Nullpunkt des Amsterdamer Pegels bezieht. Die Ablesung von der Latte erfolgt stets von oben nach unten, und zwar auf Millimeter. Man notiert stets diejenige Ablesung, welche mit der Horizontalaxe des Fadenkreuzes in derselben Richtung liegt. In stark kuppertem Terrain oder bei sehr grossen Entfernungen, welche die Ablesung von einer Aufstellung aus unmöglich machen, müssen Umsatz und Wechsellpunkte eingeschaltet werden, von welchen man stets zwei Ablesungen haben muss.

Wir unterscheiden zwei Methoden des Nivellierens, nämlich die des Nivellierens aus der Mitte und die des Nivellierens aus den Endpunkten.

1. Das Nivellieren aus der Mitte.

In nebenstehender Abbildung seien $A B C D E F$ die Punkte, deren Höhenunterschiede ermittelt werden sollen. Man stellt das Instrument in der Mitte zwischen Punkt C und D , etwa 125 m von A entfernt, auf;

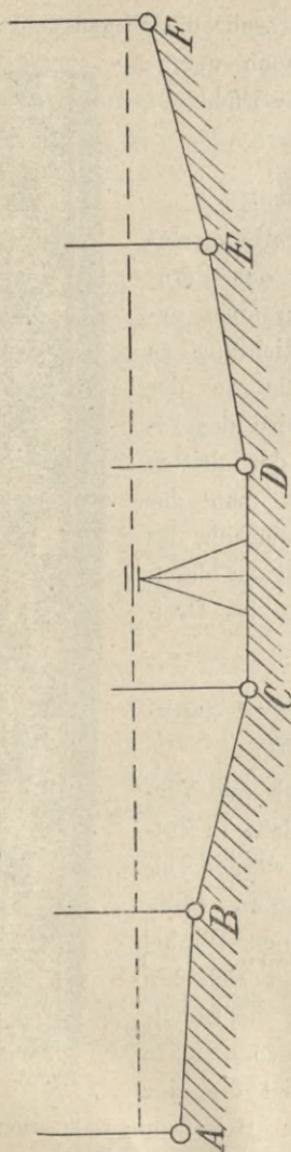


Fig. 32.

Bemerkung: Die grösseren Nivellier-Instrumente gestatten nach jeder Seite hin eine genaue Ablesung bis auf Entfernungen von 200 m.

Die Berechnung der Ordinaten.

Die durch das Nivellement gefundenen Höhenzahlen heissen Höhengoten oder Ordinaten; die Berechnung derselben erfolgt durch Abziehen der Ablesungen von einander. Hat man z. B. nachstehende Ablesungen

Punkt <i>a</i>	1,40
„ <i>b</i>	0,90
„ <i>c</i>	1,50
„ <i>dt</i>	1,40
„ <i>d</i>	1,80

so liegt Punkt *b* um 0,50 m höher als *a*; *c* um 0,10 m tiefer als *a*; wenn also die Ablesung grösser ist, so liegt der betreffende Punkt tiefer, ist sie kleiner, so liegt er höher. Punkt *c* ist Wechsellpunkt. Bei der zweiten Aufstellung wurde in *c* 1,40, in *d* 1,80 abgelesen. Punkt *d* liegt um 0,40 m tiefer als *c*. Die Ablesungen des Nivellements werden in Tabellen eingetragen. Eine häufig gebrauchte Tabelle ist nachstehende (s. S. 37).

Die Berechnung der Ordinaten geschieht in der Weise, dass man zur bekannten Ordinate des Fixpunktes die Ablesung an demselben addiert. Von der dadurch erhaltenen Visierebene, Horizont geheissen, werden bis zum Wechsellpunkte die Ablesungen subtrahiert, wodurch man direkt die Ordinate erhält. Die Richtigkeit der Tabelle wird kontrolliert, indem man die Ablesungen der Wechsellpunkte in den Rubriken R und V addiert und ihre Summen subtrahiert. Die Differenz der beiden Summen muss gleich sein der Differenz der ersten und letzten Ordinate.

Profil		Lattenablesung			Visier- ebene	Ordinate	Bemerkungen über Wege, Gewässer und Fixpunkte
Station	plus	Rück- wärts	Mitte	Vor- wärts			
F. P.		1,400			41,788	40,388	Ordinate des Fix- punktes auf dem Bahnhof N. N. gleich 40,388 über N. N.
0.			1,444			40,344	
	30		4,288			37,500	
	50		4,222			37,566	
1,0			1,385			40,403	
	50		0,974			40,814	
2				1,400		40,388	
dto.		1,384			41,772		
	50		3,970			37,802	
G. K.	70,0		3,700			38,072	
G. S.			4,100			37,672	
G. K.	74,50		3,710			38,062	
3				4,218		37,554	
dto.		1,000			38,554		
	50		1,480			37,074	
4				1,324		37,230	
		<u>3,784</u>		<u>6,942</u>			

$$3,784 - 6,942 = - 3,158. \quad 40,388 - 37,23 = 3,158.$$

G. K. bedeutet Grabenkante. *G. S.* Graben-Sohle.

Wie prüft man, ob die optische Axe des Fernrohrs parallel ist der Libellenaxe?

Bevor man nivelliert, hat man das Instrument auf seine Richtigkeit zu prüfen. Die Prüfung hat sich 1. auf die Libelle, 2. auf das Fadenkreuz zu erstrecken. Wie die Libelle geprüft und berichtigt wird, ist bereits Seite 35 gesagt.

Die optische Axe des Fernrohrs ist die Verbindungslinie des Fadenkreuzpunktes mit dem optischen Mittelpunkt des Objektivs. Der optische Mittelpunkt einer Linse ist derjenige Punkt, durch welchen die Lichtstrahlen ungebrochen hindurchgehen. Man schlage in einer beliebigen Entfernung 2 Pfähle *A* und *B*, stelle das Instrument in der Nähe des Punktes *A* auf und lese von dieser Aufstellung aus zuerst in *A* und dann in *B* ab. Nun setze man das Instrument in der Nähe von *B*

auf und lese zuerst von *B* und dann von *A* ab. Ist die Differenz der beiden Ablesungen gleich, so ist das Instrument richtig. Zeigt sich dagegen ein Unterschied, so ist die Hälfte desselben zu korrigieren. Die Korrektur erfolgt durch Verschieben des Fadenkreuzes in vertikaler Richtung, indem man von den beiden Schrauben *a* und *b*, welche den Fadenkreuzring halten, die eine löst und die andere anzieht. Hierdurch wird die optische Axe so lange geändert, bis man die richtige Ablesung hat.

Beispiel.

I.	Aufstellung;	Punkt <i>A</i>	Ablesung	=	2,30
I.	" "	" <i>B</i>	" "	=	1,40
					Differenz 0,90
II.	Aufstellung;	Punkt <i>B</i>	Ablesung	=	0,80
II.	" "	" <i>A</i>	" "	=	1,30
					Differenz 0,50

Die Differenz musste bei einem richtigen Instrument bei der II. Aufstellung ebenfalls 0,90 betragen; der Fehler ist $= 90 - 50 = 40$ cm, 20 cm sind also zu beseitigen, Der Arbeiter hält zu diesem Zwecke die Latte im Punkte *A* auf, und das Fadenkreuz wird so lange bewegt, bis man 1,50 m von der Latte abliest.

Die Kanalwage.

Die Kanalwage, auch Wasserwage genannt, besteht aus einer 1 m langen Blechröhre, deren Enden senkrecht nach oben gebogen sind. An denselben ist eine Glasröhre (von etwa 5 cm Durchmesser) angebracht. In der Mitte der Blechröhre ist eine Hülse angebracht, durch welche das Instrument auf einen Stab oder ein Stativ gesetzt werden kann.

Wie wird mit der Kanalwage nivelliert?

Die Röhre wird bis in die halben Glascylinder hinauf mit Wasser gefüllt. Da in allen kommunizierenden d. h.

in Verbindung stehenden Röhren das Wasser gleich hoch steht, so geben die Wasserflächen in den Glasröhren eine horizontale Ebene an. In diese Ebene visiert man eine Nivellierlatte ein, welche in dem einzunivellierenden Punkte senkrecht aufgestellt ist. Die Höhe, in welcher die Nivellierlatte durch die Horizontalebene der beiden Glasröhren getroffen wird, muss abgelesen und notiert werden. Sollen z. B. die Höhen der Punkte *A*, *B* und *C* ermittelt werden, so stellt sich der Arbeiter mit der Latte zuerst in *A* und dann in *B* und *C* auf, deren Höhen nun nacheinander abgelesen werden. Der Höhenunterschied der Punkte ist gleich der Differenz der Ablesungen.

Hat man z. B. in *A* 1,46, in *B* 2,30 und in *C* 0,64 abgelesen, so liegt Punkt *A* um $2,30 - 1,46 = 0,84$ höher als *B*, *B* um $2,30 - 0,64 = 1,66$ tiefer als *C*.

Das Nivellieren mit der Kanalwage ist jedoch ungenau, weil selbst bei 5 cm weiten Röhren das Wasser sich an den Rohrwandungen in die Höhe zieht, so dass die Oberfläche nicht eine genaue Ebene bildet. Das Auge nimmt daher zwei über-

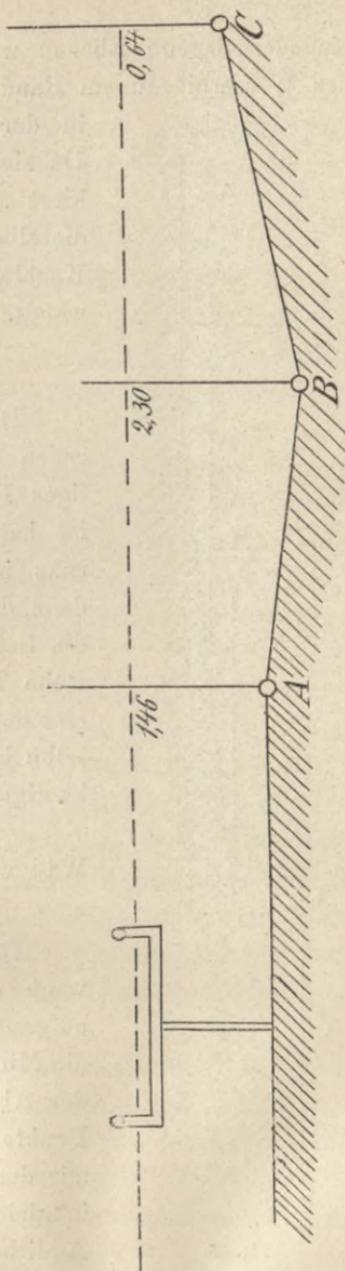


Fig. 34.

einandergelegene Ebenen wahr, von welchen die obere durch das Wasserniveau am Rande, die untere durch das Niveau in in der Mitte der Röhre gebildet wird. Da sich die untere Ebene deutlicher markiert als die obere, so empfiehlt es sich, dieselbe zum Visieren zu benutzen. Die Kanalwage wird nur auf Bauplätzen verwandt.

Die Setzwage.

Die Setzwage besteht aus drei geraden Leisten, welche ein gleichschenkeliges Dreieck bilden. Die untere Leiste ist halbiert. An der Spitze des Dreiecks ist ein Lot befestigt, welches nur dann die Mitte der Grundlinie trifft, wenn die Setzwage auf einer Horizontalen ruht. Beim Nivellieren mit der Setzwage wird eine sogenannte Wiegelatte verwendet. Dieselbe besteht aus einer 3—5 m langen vierkantigen geraden Holzlatte.

Wie werden Höhenunterschiede mit der Setzwage ermittelt?

Die Wiegelatte, auf welcher die Setzwage ruht, wird mit einem Ende in *A* aufgesetzt und so gehalten, dass das Lot die Mitte der Grundlinie trifft. Nun wird der Abstand der Kante *F* der Latte vom Punkte *B* gemessen. Dann wird die Latte mit der einen Kante in *B* aufgesetzt und in gleicher Weise weiter verfahren. Durch Addition der einzelnen Abmessungen wird

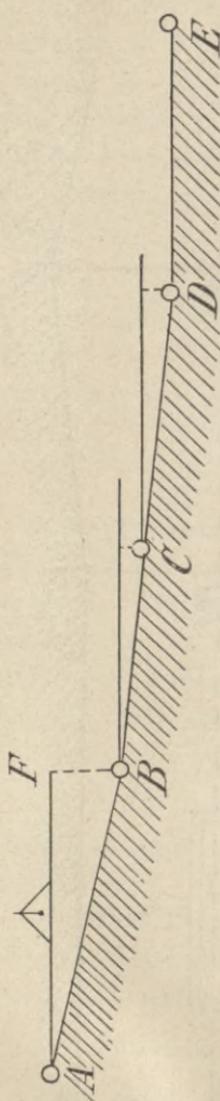


Fig. 35.

der Höhenunterschied der Punkte $A D$ ermittelt. Statt der Setzwage wird häufig eine Libellenwage (siehe S. 34) benutzt.

Bem.: Wiegelatte und Libellenwage werden zur Aufnahme von Querprofilen, Abwiegen von Böschungen pp. verwandt.

Zeichnerische Darstellung des Nivellements.

Man unterscheidet zwei Arten von Nivellements, nämlich Linien- und Flächennivellements. Bei einem Liniennivellement liegen die nivellierten Punkte in einer Linie auf der Erdoberfläche. Solche Nivellements kommen hauptsächlich beim Bau von Strassen und Eisenbahnen vor, wo die Axe des Baues nivelliert werden muss. Die Ergebnisse des Liniennivellements werden in Profilzeichnungen dargestellt, und zwar, wenn die nivellierten Punkte in der Axe liegen, in Längensprofilen, wenn sie senkrecht zu derselben liegen, in Querprofilen. Die Terraindarstellung eines Längennivellements geschieht auf folgende Weise:

Man zeichnet eine horizontale Linie und trägt auf derselben die Abscissenlängen der nivellierten Punkte ab. Senkrecht zu denselben werden dann die Ordinaten gezeichnet und deren Endpunkte durch gerade Linien verbunden. Die Masszahlen der ganzen und halben Stationen werden senkrecht unter die Horizontale geschrieben; die Zahlen der Terrainordinaten senkrecht auf die Perpendikel. Diese Ordinaten heissen Terrainordinaten, weil sie die Höhenlage des Terrains angeben. Eine Terraindarstellung des Nivellements Seite 39 giebt nachstehende Zeichnung an.

Ist in dieser Weise das Terrain dargestellt, so werden Gefällverhältnisse und Höhenlage der Bahnaxe, welche auch Planumlinie oder Gradienten genannt wird, festgestellt. Das Gefälle wird bestimmt durch das Verhältnis der Senkrechten zur Horizontalen. Beträgt z. B. die Senkrechte 1 m, die Horizontale 100 m, so hat man ein Gefälle 1 : 100.

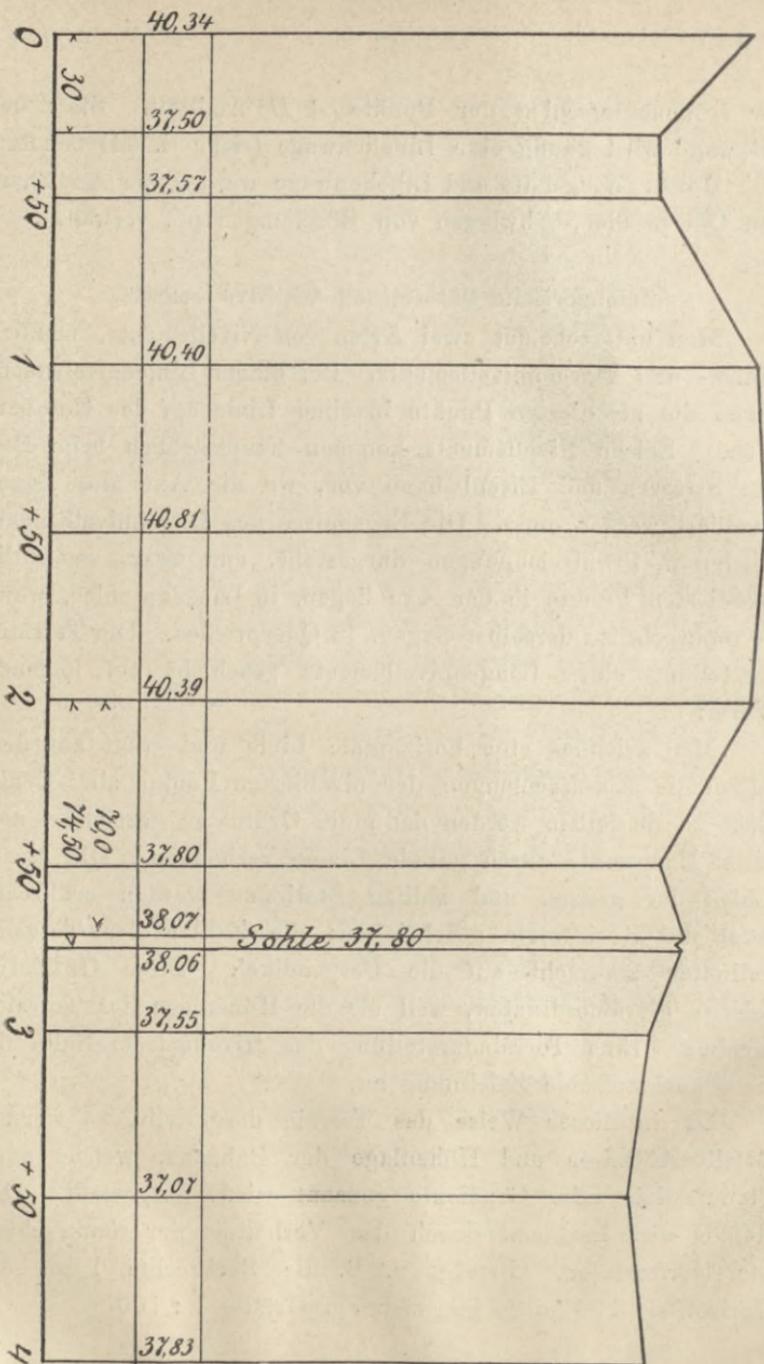


Fig. 36.

Die Masszahlen für die Höhenlage der Planumslinie heissen Planumsordinaten. Sie werden über die Terrainordinaten geschrieben. Die Gradiente kommt oft über oder unter das Terrain zu liegen. Dasselbe ist daher durch Erdanschüttung zu erhöhen oder durch Abgrabung zu vertiefen. Man unterscheidet daher zwei Arten von Profilen, nämlich Auftrags- und Abtragsprofile. Die Gradiente ist möglichst so zu legen, dass Auf- und Abträge sich decken.

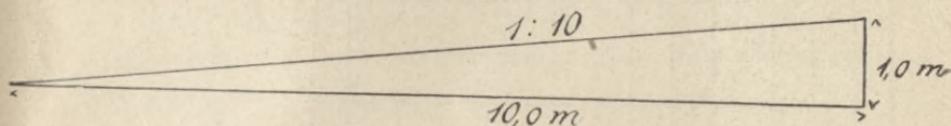


Fig. 37.

Im nachstehenden Höhenplan soll das Gefälle von Stat. 0—2 horizontal (∞) sein, von Stat. 2—4 dagegen 1 : 200 betragen. In Station 0 ist die Planumslinie auf 39,00 also um um 1,34 tiefer als das Terrain angenommen. Da dieselbe bis Stat. 2 horizontal ist, so wird ihre Höhenlage bis Stat. 2 überall dieselbe sein, also 39,00 betragen. Von Stat. 2—4 fällt die Gradiente 1 : 200; auf 1 m also um 0,005 m.

In Stat. 2+ ⁵⁰	heisst die Planumsordinate	39,0 - 50	. 0,005 =	38,75
" " 2+ ⁷⁰	" " " "	39,0 - 70	. 0,005 =	38,65
" " 2+ ^{74,5}	" " " "	39,0 - 74,5	. 0,005 =	38,62
" " 3	" " " "	39,0 - 100	. 0,005 =	38,50
" " 3+ ⁵⁰	" " " "	39,0 - 150	. 0,005 =	38,25
" " 4	" " " "	39,0 - 200	. 0,005 =	38,00

Ist die Gradiente auf diese Weise festgestellt, so werden die Auf- und Abtragshöhen berechnet. Dieselben sind gleich der Differenz der Terrain- und Planumsordinaten.

Stat.	Terrainord.	Planumsord.	Auftrag.	Abtrag.
0	40,34	39,00		1,34
0+ ³⁰	37,50	39,00	1,50	
0+ ⁵⁰	37,57	39,00	1,43	
1	40,40	39,00		1,40

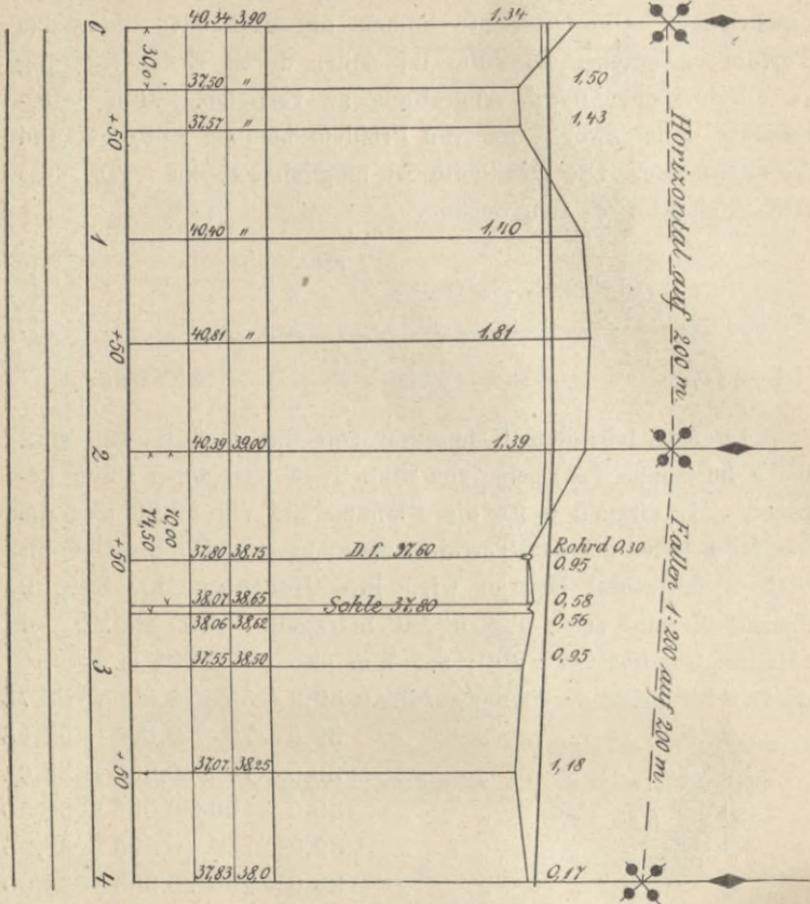


Fig. 88.

Neue Gräben werden auf folgende Weise dargestellt:

- Ein beiderseitiger gleichtiefer Graben
- „ rechtsseitiger Graben
- „ linksseitiger Graben

Der Wasserlauf ist durch einen Pfeil anzudeuten.

Unter jeder zehnten Station ist die Kilometerzahl anzugeben.

In den Höhenplan ist ein sogen. Kurvenband einzutragen, welches die Bögen und Geraden darstellt. Wir unterscheiden zwei Arten nämlich Rechtskurven und Linkskurven. Der Massstab beträgt für die Höhen 1 : 250, für die Längen 1 : 2500. Wenn die Ordinaten zu lang sind, dann kann die Horizontale um eine bestimmte Anzahl von Metern höher gerückt werden und man schreibt dann z. B.: „Die Horizontale liegt 20 m über N. N.

Die Terraindarstellung ist in schwarz, die Planumlinie, Planumsordinaten, sowie die Zahlen der Auf- und Abtragshöhen sind in Zinnober, die Gräben und die Ordinaten der Sohlen sind blau darzustellen. Auftragsprofile sind mit Zinnober, Abtragsprofile mit schwarzer Tusche anzulegen.

Die Querprofile.

Allgemeines.

Die Breite eines Bahnkörpers richtet sich nach dem Charakter derselben. Hier sei als Beispiel ein Normalprofil einer Nebenbahn angenommen.

Fig. 39 stellt ein Querprofil für den Auftrag dar

„ 40 „ „ „ „ „ „ „ Abtrag „

Die obere Begrenzungsfläche heisst Planum, und ist 4,20 m breit. Die Seitenflächen werden Böschungen genannt. Ihre Neigung wird durch das Verhältnis der Senkrechten zur Horizontalen bestimmt. Beträgt die Senkrechte 1,00 m, die Horizontale 1,50 m, so hat man eine Böschung 1 : 1½. Das Böschungsverhältnis richtet sich nach der Standfestigkeit der

Erdarten. In der Praxis haben sich folgende Neigungen bewährt:

Sand: 1 : 2 bis 1 : 1½

Dammerde: 1 : 1½ bis 1 : 1¼

Fels: 1 : 1 bis 1 : 0,1.

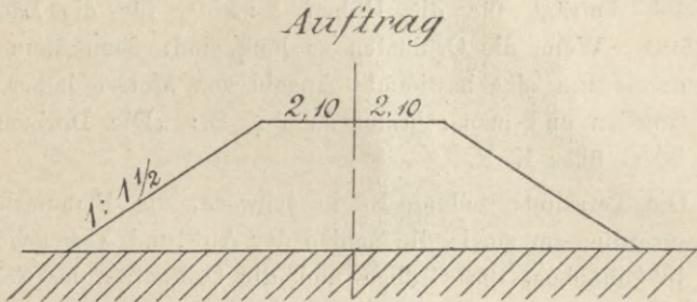


Fig. 39.



Fig. 40.

Da in einem Einschnitt die Böschungen Wasser zum Planum führen, so verlangt das Profil zwei Seitengräben. Ein Normalgraben hat in fertigem Zustande nachfolgende Abmessungen: Sohle 0,40 m breit, Tiefe 0,40 m. Die Böschungen werden durch Anbringen und Einsäen von Mutterboden gegen

Zerstörung gesichert. Die Stärke desselben beträgt 10—20 cm, man unterscheidet daher Querprofile für die Roharbeit und für die fertige Arbeit. Ersteres kommt, wie wir später sehen werden, bei den Erdmassen in Betracht.



Fig. 41.

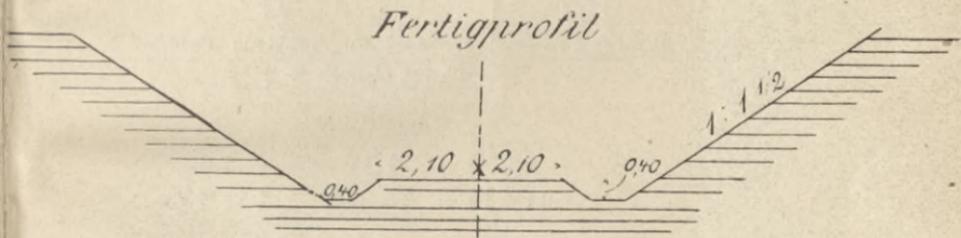
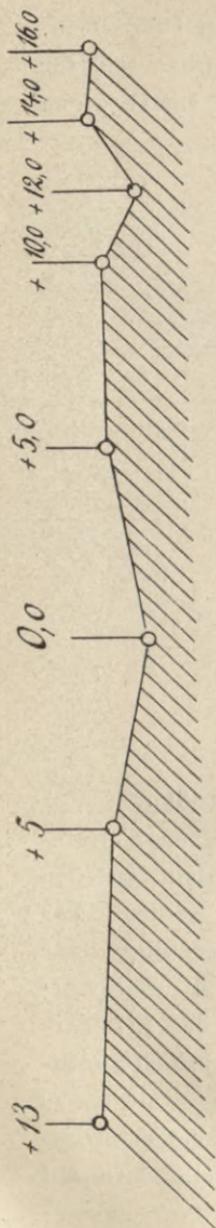


Fig. 42.

Die Aufnahme und Darstellung der Querprofile.

Querprofile werden aufgenommen, wenn das seitliche Terraingefälle stärker ist als 1:20. Sie müssen stets an den betreffenden Stationspfahl der Axe angeschlossen werden. Vor der Aufnahme sind die Terrainwechsellpunkte senkrecht zur Axe einzumessen und durch Pfähle zu markieren. Zur Aufnahme bedient man sich in den meisten Fällen des Nivellierinstrumentes. Bei stark abfallendem Terrain ist es jedoch zweckmässig, die Aufnahme mit der Wiegelatte und Libelle zu machen, da hierdurch ein rascheres Arbeiten ermöglicht wird. Die Aufnahme des nachstehenden Terrains gestaltet sich auf folgende Weise.



Profil		Lattenablesung			Visier-Ebene	Ordinate
Station	plus	Rückwärts	Mitte	Vorwärts		
Fixpunkt		2,556			42,944	40,388
0			2,604			40,34
+ 5,00 m	rechts		1,60			41,344
+ 10,0 "	"		1,60			41,344
+ 12,0 "	"		2,60			40,344
+ 14,0 "	"		1,80			41,144
+ 16,0 "	"		1,60			41,344
+ 5,0 "	links		1,60			41,344
+ 13,0 "	"			1,10		41,844
		2,556		1,10		

Bemerkungen: Ordinate Fixpunkt am Bahnhof P = 40,388 über N. N.

Kontrolle:

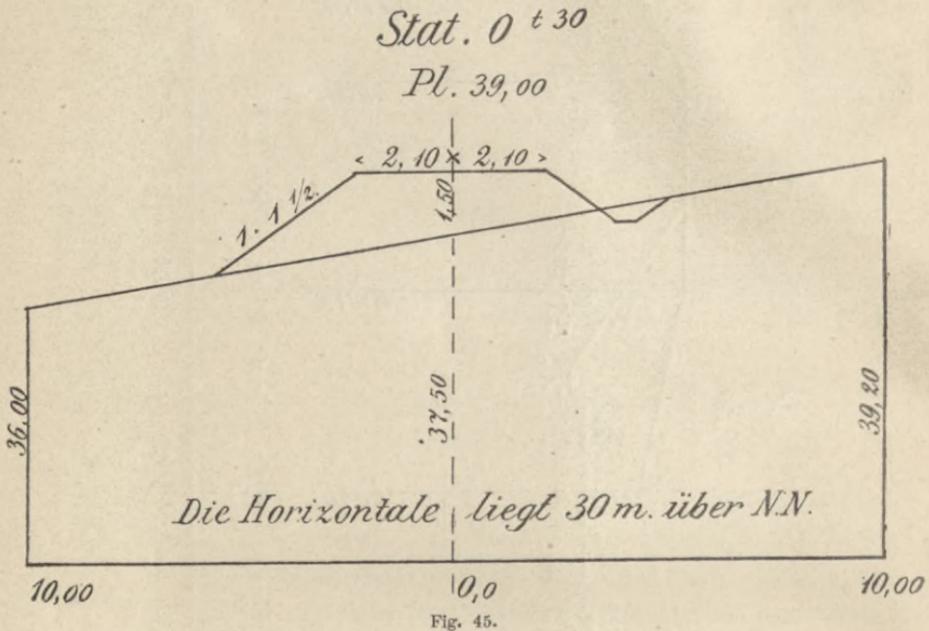
$$2,556 - 1,10 = + 1,456.$$

$$41,844 - 40,388 = + 1,456.$$

Bei der Aufnahme der Querprofile ist darauf zu achten, 1. dass Terrainwechsellpunkte nicht übergangen werden; 2. ferner, dass nicht rechts und links verwechselt werden. Als rechts bzw. links der Axe gelten stets diejenigen Punkte, welche einem, in der Richtung der Bezifferung der Pfähle des Längenprofils fortschreitenden Beobachter zur rechten, resp. linken Hand erscheinen. Steht der Beobachter mit dem Gesichte vor der Stat. 1, so ist die zur rechten Hand liegende Seite auch die rechte; steht er zwischen Stat. 1 und 2 und blickt nach Stat. 1, so ist die zur linken Hand liegende Seite doch die rechte.

Fig 43.

Das Terrain wird ähnlich wie bei den Längenprofilen dargestellt, nur mit dem Unterschiede, dass der Massstab für Höhen und Längen derselbe ist. Ist das Terrain dargestellt, so wird aus dem Höhenplan die Auf- bzw. Abtragshöhe genommen und in der Axe des Querprofils, welche gleich be-



deutend ist mit der Axe des Längenprofils, festgelegt. Hierauf wird das betreffende Normalprofil konstruiert.

Nachstehende Querprofile seien z. B. in Stat. 0 und 0 + 30 unseres Höhenplanes Fig. 38 aufgenommen. Als Normalprofile sollen die Profile Fig. 39 und 40 benutzt werden.

Die Berechnung der Schnittpunkte.

Vor Beginn der Erdarbeiten müssen die Schnittpunkte der Querprofile mit dem Terrain berechnet und auf dem Felde ab-

gesteckt werden. Der Abstand von der Axe wird horizontal gemessen. Man ermittelt zu diesem Zwecke die Terrainordinaten unter den Profilecken *A* und *B* und die Terrainordinaten der Schnittpunkte der Böschungslinien mit dem Terrain. Diese Schnittpunkte heißen Anfallspunkte. Die Ordinate der Axe des Profils in Stat. $0 + 30$ heisst 37,50; die Terrainordinate 10 m links 36,00. Das Terrain fällt auf 10 m um $37,50 - 36,00 = 1,50$ m; auf 1 m um $1,50 : 10 = 0,15$ m. Der horizontale Abstand der Profilecke *A* von der Axe beträgt 2,10. Das Terrain fällt also bis *A* um $2,10 \cdot 0,15 = 0,315$ m. Die Terrainordinate unter *A* wird daher $37,50 - 0,315 = 37,185$

Pl. 39,00

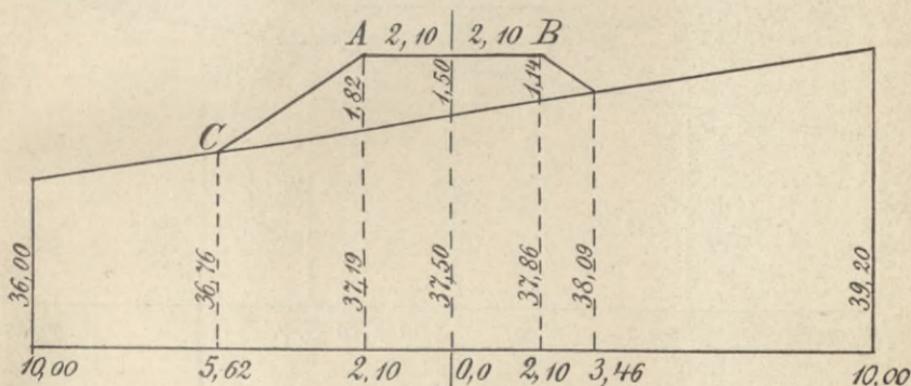


Fig. 46.

heissen. Die Planumsordinate in *A* heisst 39,00. Der Auftrag beträgt daher $39,00 - 37,185 = 1,815$ rot = 1,82 m. Das Böschunggefälle beträgt bei einer Böschung $1 : 1\frac{1}{2}$ pro m $1 : 1,5 = 0,666$ m. Böschung und Terrain haben gleich gerichtete Neigung. Sie nähern sich daher pro m nur um die Differenz derselben, also um $0,666 - 0,15 = 0,516$ m. Der Abstand des Punktes *C* von der Profilecke *A* wird so oft mal 1 m betragen als 0,516 in 1,82 enthalten ist. $1,82 : 0,516 = 3,52$ cm. Die Terrainordinate in *C* heisst $37,185 - 3,52 \cdot 0,15 = 36,757$ rot 36,76.

Aus vorstehender Berechnung ergibt sich folgende Regel:

Die Entfernung des Anfallpunktes von der nächsten Profiflecke erhält man bei gleich gerichteten Neigungen, indem man die Auftragshöhe unter der Profiflecke durch die Differenz des Böschungs- und Terraingefälles dividiert.

Rechts des Profils steigt das Terrain 0,17 m pro m. Die Terrainordinate unter der Profiflecke *B* heisst $37,50 + 2,10 \cdot 0,17 = 37,857$. Der Auftrag bei *B* beträgt daher $39,00 - 37,857 = 1,143$ rot 1,14. Terrain und Böschung haben entgegen-

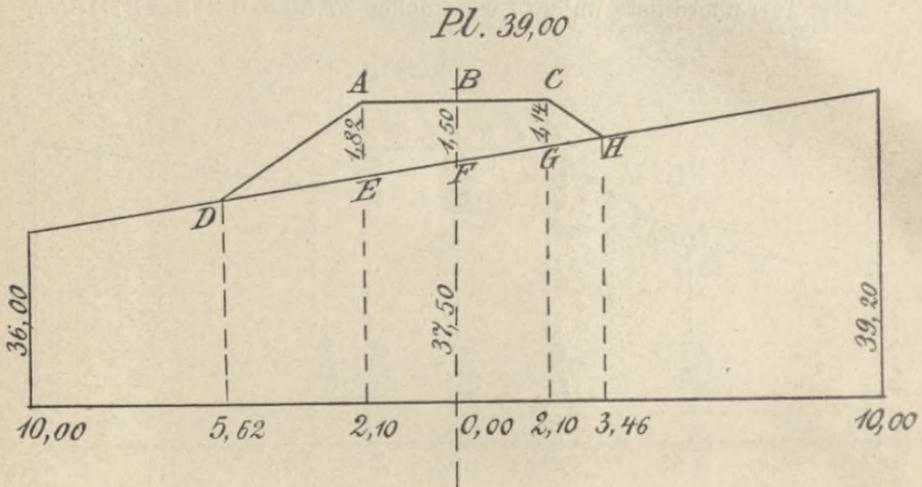


Fig. 47.

gesetzte Neigung. Sie nähern sich daher pro m um die Summe ihres Neigungsverhältnisses, also um $0,666 + 0,17 = 0,836$. Der Abstand der Horizontalen beträgt daher $1,14 : 0,836 = 1,36$ m. Es ergibt sich für entgegengesetzte Neigungen folgende Regel: Die Entfernung des Anfallpunktes von der nächsten Profiflecke erhält man bei entgegengesetzten gleichmässigen Neigungen, indem man die Auftragshöhe unter der Profiflecke durch die Summe des Böschungs- und Terrain-

gefälles dividiert. Bei nicht gleichmässigem Gefälle berechnet man die Horizontalentfernung von Brechpunkt zu Brechpunkt.

Berechnung des Flächeninhalts eines Querprofils.

Der Flächeninhalt eines Querprofils wird gefunden, indem man dasselbe in leicht berechenbare Flächen zerlegt und den Inhalt derselben addiert.

Das vorstehende Profil (Fig. 47) lässt sich in das Dreieck *AED*, die Trapeze *ABFE* und *BCFG* und das Dreieck *CGH* zerlegen.

Der Inhalt des Dreiecks *AED*
 ist $= \frac{1,82 \cdot 3,52}{2} = 3,20 \text{ qm.}$

Der Inhalt des Trapezes *ABFE*
 $= \frac{1,82 + 1,50}{2} \cdot 2,10 = 3,49 \text{ qm.}$

Der Inhalt des Trapezes *BCGF*
 $= \frac{1,50 + 1,14}{2} \cdot 2,10 = 2,77 \text{ qm.}$

Der Inhalt des Dreiecks *CGH*
 $= \frac{1,14 \cdot 1,36}{2} = 0,78 \text{ qm.}$

Der Flächeninhalt des ganzen Profils beträgt daher $3,20 + 3,49 + 2,77 + 0,78 = 10,24 \text{ qm.}$

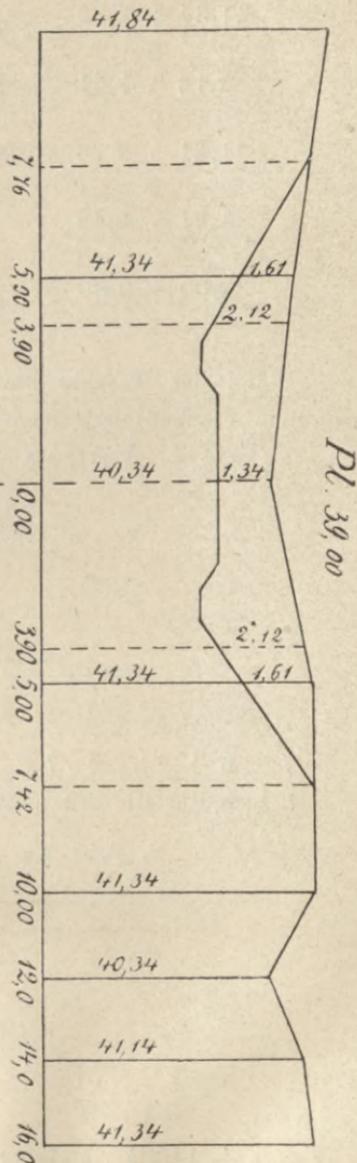


Fig. 48.

Der Inhalt des vorstehenden Profils ist

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1,34 + 2,12}{2} = 1,73 \cdot 3,90 = 6,75 \cdot 2 = 13,50 \\
 &+ \frac{2,12 + 1,61}{2} = 1,86 \cdot 1,10 = 2,05 \cdot 2 = 4,10 \\
 &+ \frac{1,61 \cdot 2,76}{2} = 2,22 \\
 &+ \frac{1,61 \cdot 2,42}{2} = 1,94 \\
 &+ \frac{2,00 + 0,80}{2} = 1,40 \cdot 0,40 = 0,56 \cdot 2 = 1,12 \\
 &\hline
 &22,88 \text{ qm}
 \end{aligned}$$

Wenn das Terrain kein Quergefälle besitzt, so ermittelt man den Flächeninhalt nach nachstehenden Formeln:

1. Auftrag.

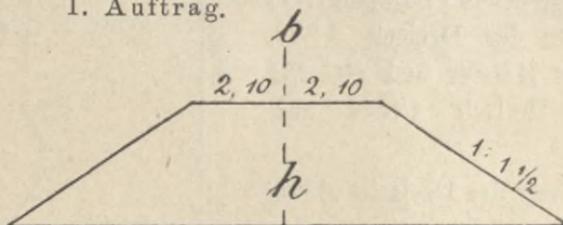


Fig. 49.

$$I = b + 1\frac{1}{2} h \cdot h.$$

b bedeutet die Planumsbreite, h die Höhe des Auftrages.

2. Abtrag.

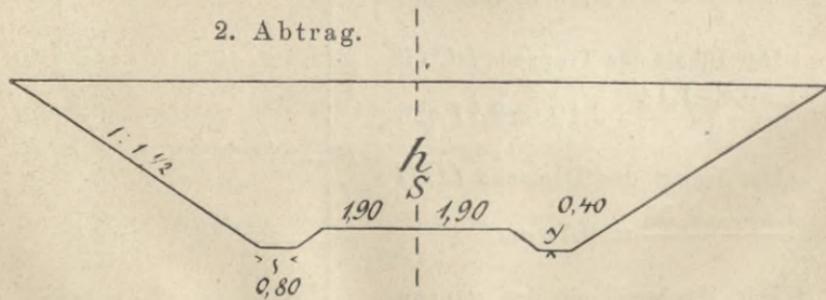


Fig. 50.

$$I = s + 1\frac{1}{2} h \cdot h + 2x.$$

s bedeutet die untere Breite des Einschnittes, h die Tiefe desselben und $2x$ den Flächeninhalt der beiden Seitengräben.

Normalquerprofile für Eisenbahnen mit normaler Spurweite 1,435 m.

1. Hauptbahnen.

Für Hauptbahnen

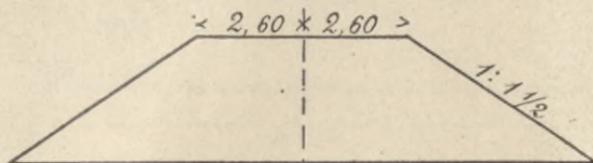


Fig. 51.

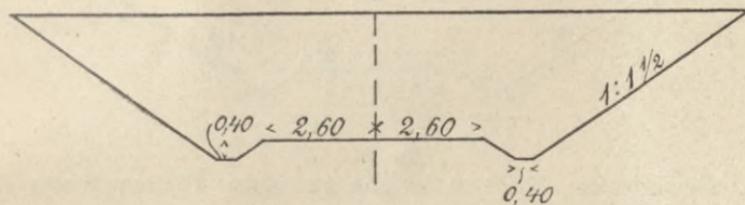


Fig. 52.

2. Nebenbahnen.

Für normalspurige Nebenbahnen

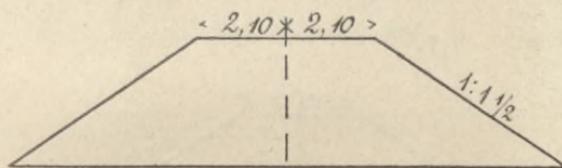


Fig. 53.

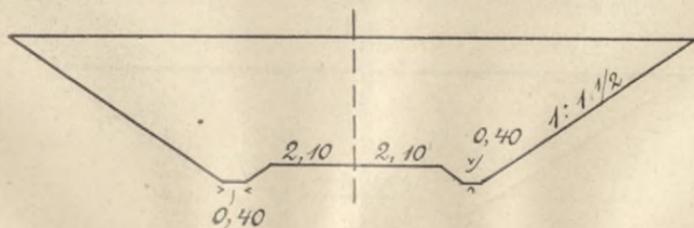


Fig. 54.

Normalquerprofile

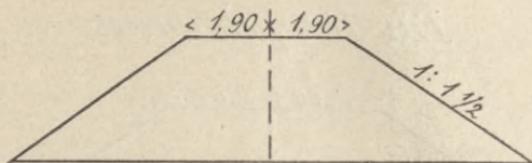


Fig. 55.

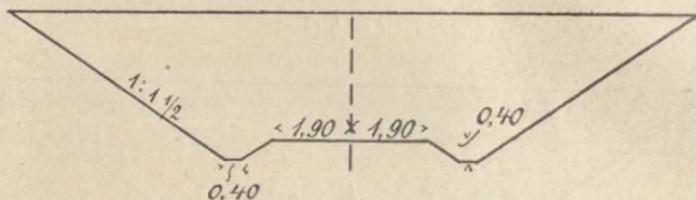


Fig. 56.

Bemerkung: 3,80 m ist die geringste Planumsbreite für normalspurige Bahnen.

Normalquerprofile für Kleinbahnen.

1. Spurweite 1,00 m.

Für Kleinbahnen

1 Spurweite 1,00 m

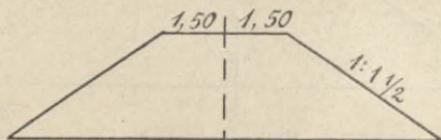


Fig. 57.

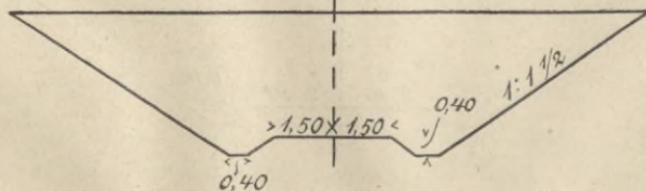


Fig. 58.

2. Spurweite 0,75 m.

Spurweite 0,75 m

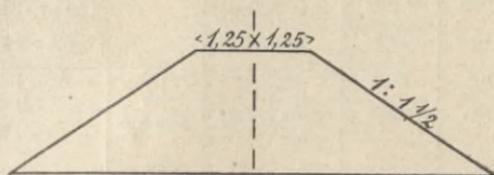


Fig. 59.

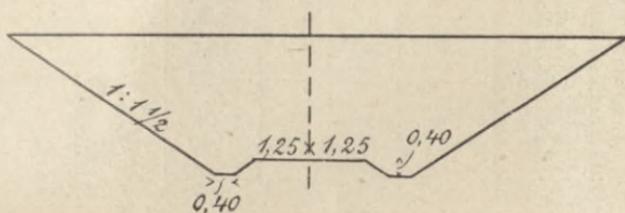


Fig. 60.

3. Spurweite 0,60 m.

Spurweite 0,60

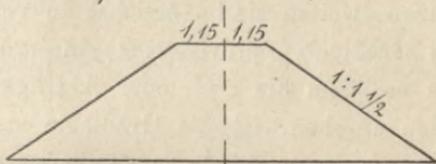


Fig. 61.

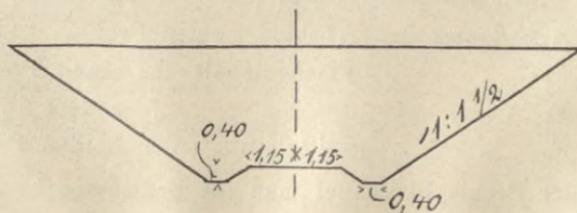


Fig. 62.

Erdmassenberechnungs-

Profil		Höhe des Auf- trags	Tiefe des Ab- trags	Tiefe der Bahn- gräben		Querschnitt			
				rechts	links	des Auftrags	des Abtrags	der Gräben	
Stat.	plus	m	m	m	m	qm	qm	qm	qm
0		1,20	—	—	—	7,20	—	—	—
	20	1,10	—	—	—	5,70	—	—	—
	50	1,40	—	—	—	8,80	—	—	—
	80	1,60	—	—	—	10,6	—	—	—
1	50	0,20	—	—	—	0,90	—	—	—
		0,15	—	—	—	0,70	—	—	—
2		0,10	—	—	—	0,40	—	—	—

Erdmassenberechnung.

Die Planumslinie ist stets so zu legen, dass sich Auf- und Abträge möglichst decken. Es sind die Bodenmassen in denselben zu berechnen und in den Höhenplan einzutragen. Zu grosse Transportweiten sind möglichst zu vermeiden. Man trägt daher die Gradienten provisorisch ein und berechnet die Erdmassen. Je nachdem die Auf- oder Abträge zu viel bezw. zu wenig Massen ergeben, ist die Gradiente zu senken bezw. zu heben. Einen genauen Inhalt der Bodenmassen erhält man nach der Formel:

Inhalt ist gleich $\frac{1}{6} E (F_1 + 4 F_0 + F_2)$

E bedeutet den Abstand zweier Profile

F_1 „ „ Flächeninhalt des einen Profils

F_2 „ „ „ „ andern „

F_0 „ „ gemittelten „ der beiden Profile.

In der Praxis berechnet man die Erdmassen in der Regel nur näherungsweise, indem man den Flächeninhalt der Quer-

Formular.

Gesamt- Quer- schnitt	Länge des Erd- körpers, halbe Profilent- fernung	Inhalt der Erdkörper		Böschungs- flächen 1,8 h · l	Bemerkungen.
		Auftrag	Abtrag		
qm	qm	ebm	ebm.	qm	
—	—	—	—	—	
12,90	10	129,00	—	—	
14,50	15	217,50	—	—	
19,40	15	291,00	—	—	
11,50	10	115,00	—	—	
1,60	25	40,00	—	—	
1,10	25	27,50	—	—	
		<u>820,00</u>			

profile mittelt, also nach der Formel $J = \frac{F_1 + F_2}{2} \cdot E$, oder indem man die Auf- bzw. Abtragshöhen mittelt. F bedeutet den Inhalt eines Querprofils bei gemittelter Auftragshöhe. Der Inhalt des Erdkörpers ist dann gleich $I = FE$. Die erste Formel giebt die Bodenmassen um $\left(\frac{h^1 - h^2}{4}\right)^2$ zu gross an, die zweite um $\left(\frac{h^1 - h^2}{8}\right)^2$ zu klein an.

Da die Anfangs- bzw. Endpunkte der Einschnitte bzw. Aufträge selten in den Stationen liegen, so muss der Horizontalabstand der Schnittpunkte der Planumslinie mit dem Terrain von der nächsten Station berechnet werden. Es geschieht dieses, wie bei den Querprofilen gezeigt wurde. Der in den Einschnitten gewonnene Boden nimmt durch Aufgrabung pp. bedeutend an Volumen zu. Obgleich ein Teil wieder versackt (die Dämme werden mit 10% Sackmass geschüttet), so ist bei der Erdmassenberechnung doch hierauf Rücksicht zu nehmen. Die

bleibende Auflockerung, welche hierbei in Abzug zu bringen ist, beträgt bei:

Sand :	1—1 ¹ / ₂ 0/0	der Abtragsmasse
Lehm und leichter Erde :	3 0/0	" " "
Mergelboden :	4 1/2	" " "
festem Thon :	6 0/0	" " "
Felsen :	15 0/0	" " "

Bei der Erdmassenberechnung wird am zweckmässigsten vorstehendes Formular verwandt:

Häufig wird es erforderlich, den Schwerpunkt eines Aufbezw. Abtragskörpers zu ermitteln. Der Schwerpunkt eines Körpers liegt stets in demjenigen Profil, welches die Massen eines Einschnittes bezw. Dammes in zwei gleiche Teile teilt. Die Gesamtmasse beträgt nach vorstehender Tabelle 820 cbm, die Hälfte davon ist 410. Der Inhalt des Körpers von Stat. 0 bis 0 + ⁵⁰ beträgt 346,50 cbm, also 63,50 cbm weniger als die Hälfte. Die Summe der Querprofile bei Stat. 0 + ⁵⁰ und 0 + ⁸⁰ beträgt 19,40 qm, die Hälfte 9,7 qm. Der Abstand beträgt 30 m. Der Schwerpunkt liegt so oft mal 1 m von Stat. 0 + ⁵⁰ entfernt, als 14,5 in 30 enthalten ist.

$300 : 145 = 2,06$. Der Schwerpunkt des Erdkörpers liegt mithin bei Stat. 0 + ^{52,06}.

Bemerkung: Statt des Flächeninhalts der Querprofile kann man auch ihren Abstand mitteln. Inhalt ist $\frac{1}{2} E (F_1 + F_2)$. Über Erdmassenermittlung bei Neuveranschlagung von Bahnen auf graphischem Wege ist von Göring im Verlage von Seydel-Berlin ein Werkchen erschienen, welches jedem Techniker zu empfehlen ist.

Flächennivellements und Höhenschichtpläne.

Unter einem Flächennivellement versteht man die Ermittlung sämtlicher Höhen, welche für die Terraingestaltung einer Fläche von Wichtigkeit sind. Solche Nivellements kommen

vor: beim Anlegen von Drainagen, Ent- und Bewässerungsanlagen pp. Die zu nivellierende Fläche wird zu diesem Zwecke mit einem Quadratnetz überzogen. Dasselbe verschafft man sich, indem man durch dasselbe ein Längenprofil legt und senkrecht dazu Querprofile. Wenn man die gefundenen Höhenzahlen in den Lageplan einträgt, so hat man noch kein klares Bild von der Terraingestaltung. Dasselbe erhält man, indem man die Punkte gleicher Höhen mittelt und durch Linien verbindet. Die hierdurch erhaltenen Linien heißen Horizontal- oder Niveaukurven, weil in jeder Kurve nur Punkte gleicher Höhe liegen. Aus den Horizontalkurven lässt sich daher leicht

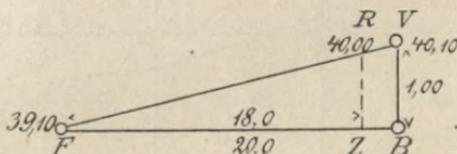


Fig. 63.

ein Schluss auf die Terraingestaltung ziehen. Die Kurven werden mit Sepia gezeichnet; diejenigen mit 1 m Distanz werden punktiert, mit 5 m schwach und mit 10 m stark ausgezogen. Die Punkte gleicher Höhe werden auf folgende Weise berechnet:

Es soll z. B. im nachstehenden Lageplan die Niveaukurve 40 ermittelt werden. Der Abstand der nivellierten Punkte von einander beträgt 20 m. Von Punkt A bis E fällt das Terrain auf 20 m um $40,50 - 39,50 = 1,00$ m; auf 1 m um $1,00 \text{ m} : 20 = 0,05$. Die Kurve 40 liegt um 0,50 m höher als Punkt E. Da das Terrain auf 1 m um 5 cm steigt, so wird der Abstand der Kurve 40 von E $0,50 : 0,05 = 10$ m betragen. Schneller gelangt man auf folgende Weise zum Ziel. Um den Durchgang der Kurve 40,00 zwischen den Punkten

FB zu ermitteln, zeichnet man zunächst eine 20 m lange Horizontale und bestimmt in derselben die Punkte F und B .

Die Höhe des Punktes F beträgt 39,10, die des Punktes B 40,10. Punkt B liegt um 1 m höher als F . Auf der Verbindungslinie FV muss daher ein Punkt liegen, dessen Höhe 40,0 beträgt. Es sei z. B. R der Punkt der Höhe 40; mit

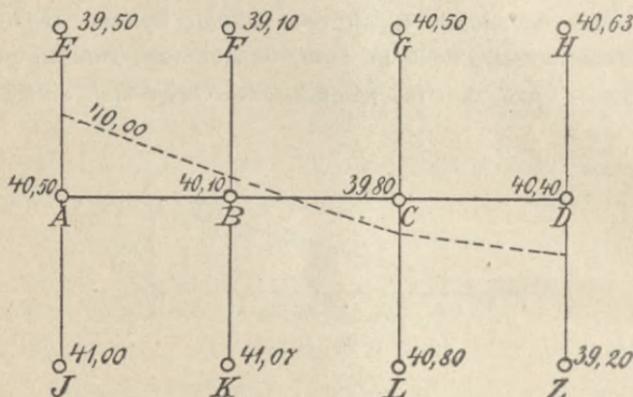


Fig. 64.

derselbe liegt um $40 - 39,1 = 0,90$ m höher als F . Aus der Ähnlichkeit der Dreiecke FZR und FBV ergibt sich folgendes Verhältniss

$$FZ : FB = RZ : BV. FZ = \frac{FB \cdot RZ}{BV} = \frac{20 \cdot 0,90}{1,00} = 18,00.$$

Der Abstand der Kurve 40 vom Punkte F beträgt demnach 18,00 m.

Aufgabe.

Tafel I.

Von A nach B soll eine Bahn gebaut werden. Es sollen für eine Theilstrecke berechnet werden:

1. Die Erdmassen.
2. Die Böschungsflächen.
2. Der Flächeninhalt des erforderlichen Baugeländes.
4. Anzahl der Rohre für den Durchlass.

Erdmassen und Böschungsflächen.

Als Normalprofile sollen die in Fig. 39 und 40 abgebildeten Profile benutzt werden. Die Stärke des Mutterbodens beträgt 20 cm.

Die beiderseitigen Böschungsflächen bei einer Böschung $1 : 1\frac{1}{2}$ werden nach der Formel $1,80 \cdot h \cdot l$ berechnet.

h bedeutet die Höhe des Auftrags, bezw. Tiefe des Einschnittes, l den Abstand der beiden Querprofile.

Der Einschnitt von Stat. 0 bis $0 + 50$ enthält 277 cbm Boden. Die Aufträge von Station $0 + 50$ bis $1 + 73$ erforderten 284 cbm Boden. Es fehlen mithin noch 7 cbm Boden, welche aus dem Einschnitt von Stat. $1 + 73$ zu nehmen sind. Ein bleibender Auflockerungswert ist nicht in Anrechnung gebracht, da man in den Abschnitten Mutterboden zum Bekleiden der Böschungen abdeckt.

3. Berechnung des Baugeländes.

Bei Berechnung des Baugeländes kommt die Breite des Bahnkörpers in Betracht. Derselbe besteht aus:

1. der Planumsbreite (4,20 m)
2. der dreifachen Auf- bzw. Abtragshöhe
3. Zuschläge für Bahngräben (bei einem Normalgraben beträgt die obere Breite 1,6 m), Schneezäunen, Schutzstreifen pp.

Die Breite der Schutzstreifen beträgt jederseits 50 cm. In vorstehendem Formular ist daher zu der Planumsbreite von 4,20 m gleich die Breite des Schutzstreifens addiert.

Erdmassenberechnungs-

Profil		Höhe des Auf- trags	Tiefe des Ab- trags	Tiefe der Bahngräben		Querschnitt			
Stat.	plus			rechts	links	des	des	der Gräben	
		qm	qm			rechts	links		
		m	m	m	m	qm	qm	qm	qm
0	—	—	1,00	—	—	—	10,42	—	—
	20	—	0,50	—	—	—	5,77	—	—
	30	—	0,50	—	—	—	5,77	—	—
	50	0,00	0,00	—	—	—	—	—	—
	70	0,80	—	—	—	4,30	—	—	—
	72	0,77	—	—	—	4,10	—	—	—
1	—	0,00	0,00	—	—	—	—	—	—
	6	0,15	—	—	—	0,70	—	—	—
	50	0,85	—	—	—	4,70	—	—	—
2	73	0,00	0,00	—	—	—	—	—	—
	—	—	1,00	—	—	—	10,42	—	—
	25	—	1,00	—	—	—	10,42	—	—
	42,97	0,00	0,00	—	—	—	—	—	—

Name des Besitzers	Profil Station	Auf- bezw. Abtrags- Höhe m	Normale Breite 5,20 m m	3 h m	Zuschl.	
					Bahn- gräben m	Schnee- zäune m
Hermann Theodor	0	1,00	5,20	3,00	3,20	—
	0 + 20	0,50	5,20	1,50	3,20	—
	0 + 30	0,50	5,20	1,50	3,20	—
	0 + 50	0,00	5,20	—	3,20	—
	0 + 70	0,80	5,20	2,40	—	—
	0 + 72	0,77	5,20	2,31	—	—
Jahr Paul	1	0,00	5,20	0,00	—	—
	1 + 6	0,15	5,20	0,45	—	—
Hennig Karl	1 + 50	0,85	5,20	2,55	—	—
	1 + 73	0,00	5,20	0,00	—	—
	2	1,00	5,20	3,00	3,20	—
	2 + 25	1,00	5,20	3,00	3,20	—
	2 + 42,97	0,00	5,20	—	3,20	—

Formular.

Gesamt- Querschnitt		Länge des Erdkörpers, halbe Profil- entfernung	Inhalt der Erdkörper		Böschungs- flächen 1,8 h · l	Bemerkungen
Auftrag	Abtrag		Auftrag	Abtrag		
qm	qm	qm	cbm	cbm	qm	
—	—	—	—	—	—	
—	16,19	10,00	—	161,90	54,00	
—	11,54	5,00	—	57,70	18,00	
—	5,77	10,00	—	57,70	18,00	
4,30	—	10,00	43,00	—	28,80	
8,40	—	1,00	8,40	—	5,65	
4,10	—	14,00	57,40	—	38,80	
0,70	—	3,00	2,10	—	1,62	
5,40	—	22,00	118,80	—	79,20	
4,70	—	11,50	54,05	—	35,19	
—	10,42	13,50	—	140,67	48,60	
—	20,84	12,50	—	260,50	90,00	
—	10,42	8,98	—	93,57	32,35	
					<u>450,21</u>	

Breite der einzelnen Profile	Gesamt- breite	Halber Abstand der Profile	Flächen- inhalt	Bemerkungen.
	m	m	qm	
11,40	—	—	—	
9,90	21,30	10,00	213,00	
9,90	19,80	5,00	99,00	
8,40	18,30	10,00	183,00	
7,60	16,00	10,00	160,00	
7,51	15,11	1,00	15,11	
5,20	12,71	14,00	177,94	
5,65	10,85	3,00	32,55	
7,75	13,40	22,00	294,80	
5,20	12,95	11,50	148,93	
11,40	16,60	13,50	224,10	
11,40	22,80	12,50	285,00	
8,40	19,80	8,98	177,80	
			<u>2011,23</u>	

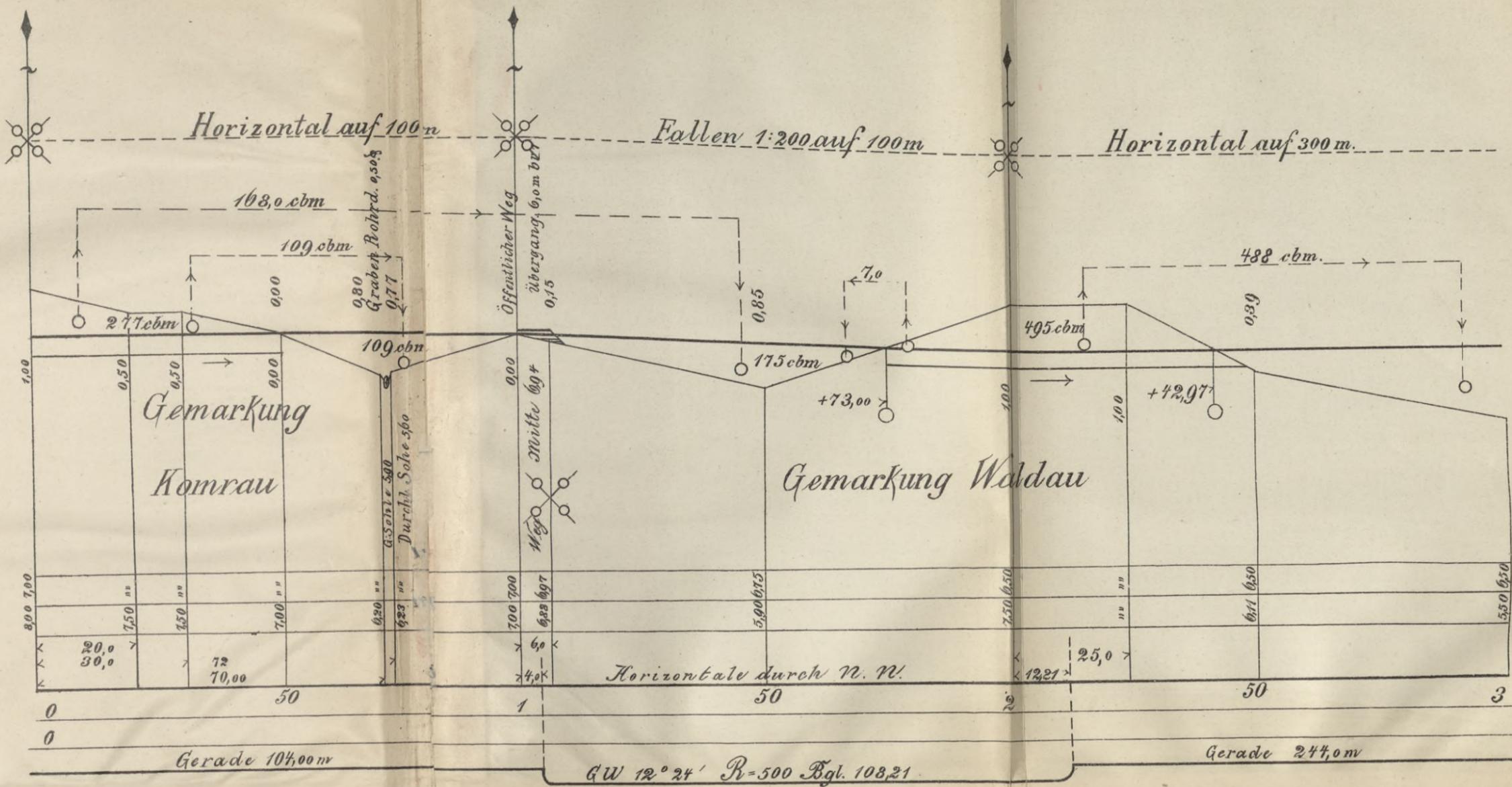
4. Rohrlängen.

Die Durchlasssohle liegt 30 cm tiefer als die Grabensohle, da man annimmt, dass der Graben erst geräumt werden muss. Die Schütthöhe über dem Durchlass beträgt im vorstehenden Beispiel $7 - 5,60 = 1,40 - 0,50 = 0,90$ m.

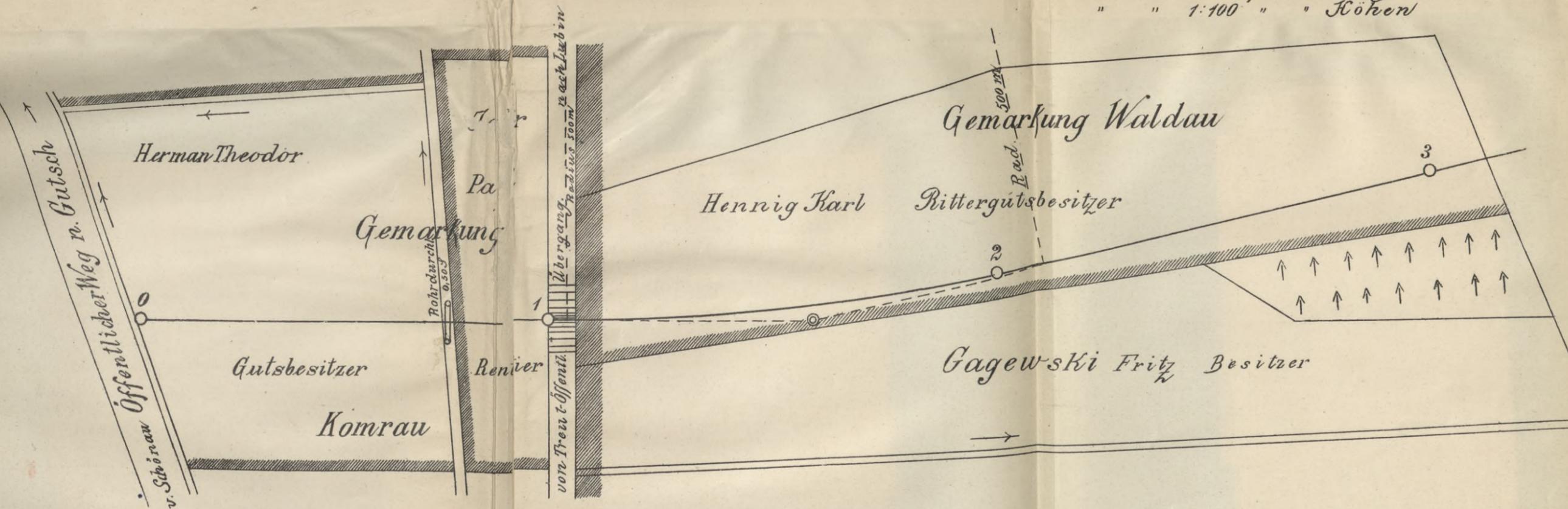
Es sind demnach erforderlich $4,20 + 2,70 = \text{rot. } 7$ laufende m Rohre von 0,50 m Lichtweite.

Bemerkung: Weiter auf dieses Beispiel einzugehen, würde den Rahmen dieses Buches zu sehr erweitern und gehört auch in das Gebiet der Vorarbeiten.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

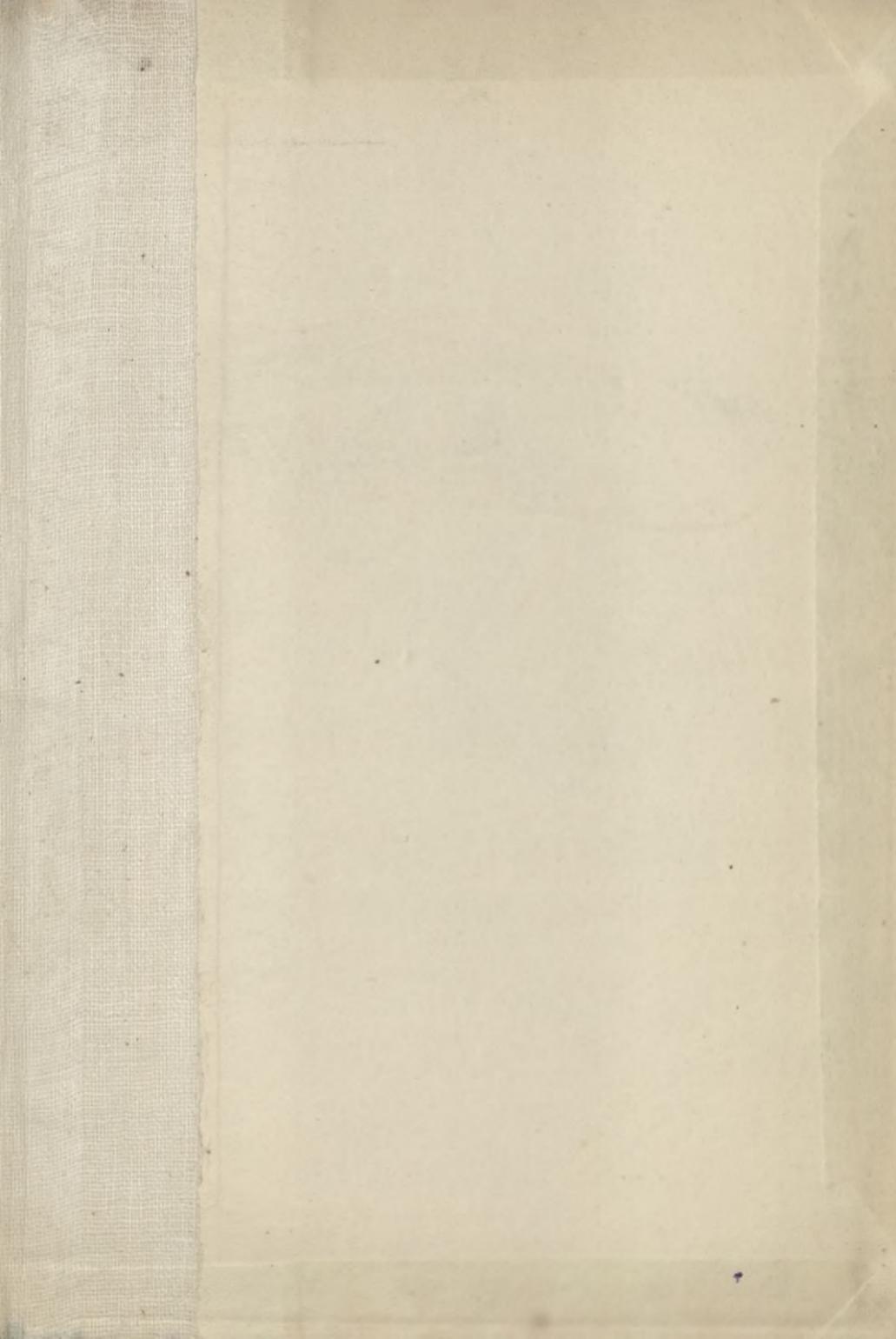


Maßstab 1:1000 für die Längen
 " " 1:100 " " Höhen



S-96

S-96



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000295933