



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das Feldmessen

Schewior, Georg

Leipzig, 1917



[urn:nbn:de:hbz:466:1-97252](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-97252)

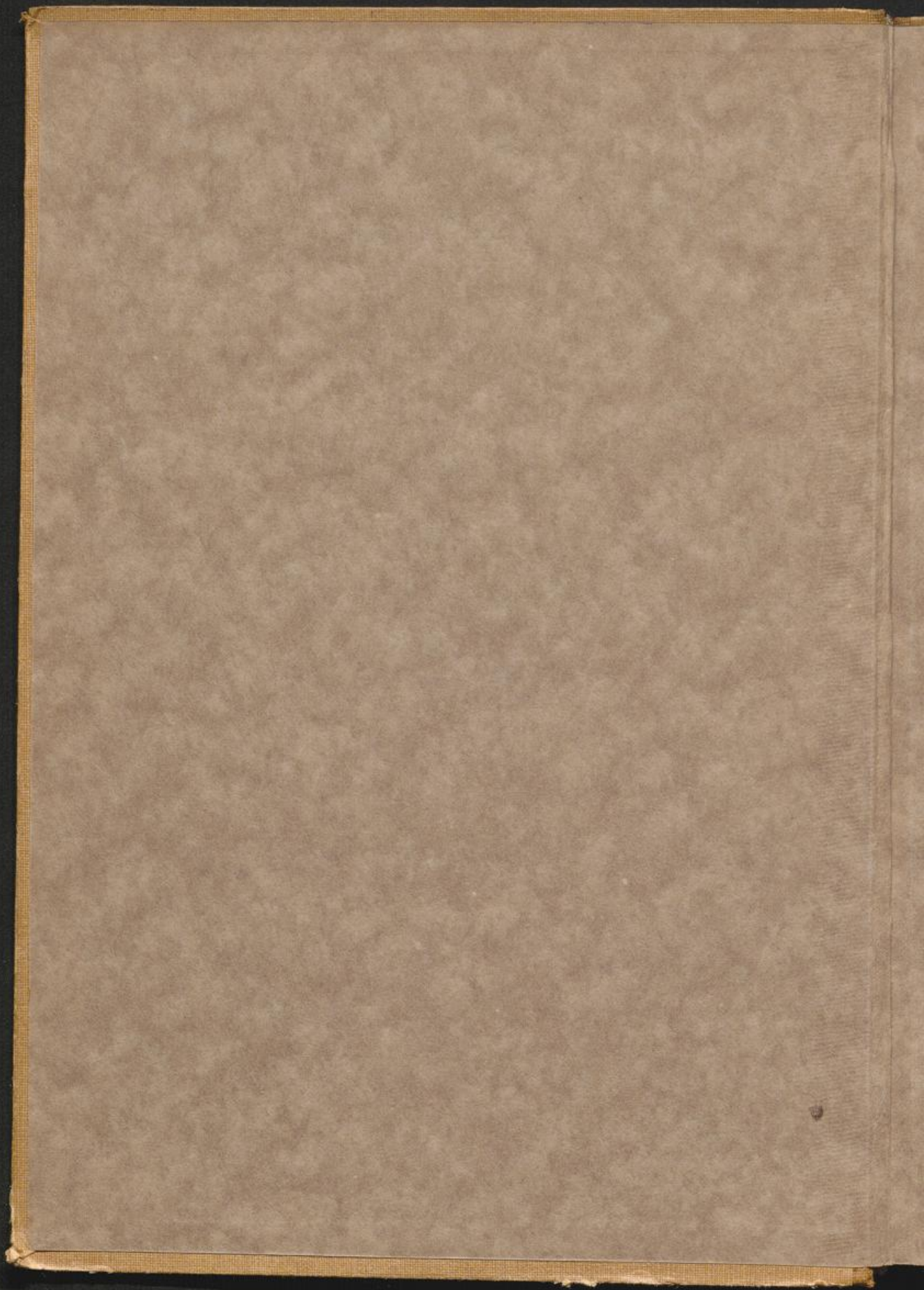
Handbuch des Bauingenieurs

12. Band

Das Feldmessen von G. Schewior

2. Teil





EK 86 19.
HK 1296_e



HANDBUCH
DES
BAUINGENIEURS

EINE VOLLSTÄNDIGE SAMMLUNG DER AN DEN TIEFBAUSCHULEN
GELEHRTEN TECHNISCHEN UNTERRICHTSFÄCHER

ZUM GEBRAUCHE
FÜR
DIE SCHULE UND PRAXIS

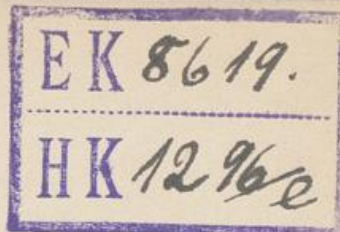
HERAUSGEGEBEN
UNTER MITWIRKUNG ERFAHRENER FACHMÄNNER

VON
Professor R. SCHÖLER
DIREKTOR DER ANHALTISCHEN BAUSCHULE IN ZERBST

XII. BAND
DAS FELDMESSEN II.



LEIPZIG 1917
VERLAG VON BERNH. FRIEDR. VOIGT.



DAS

FELDMESSEN

II. TEIL

UMFASSEND:

DIE HÖHEN-EINWÄGUNG; DAS SCHNELLMESSEN; DIE HÖHENBESTIM-
MUNG MITTELS LUFTDRUCKMESSER; DIE WASSERMESSUNGEN;
ABSTECKARBEITEN UND SCHLUSSVERMESSUNG; ANHANG

FÜR DIE SCHULE UND DEN PRAKTISCHEN GEBRAUCH

BEARBEITET

VON

GEORG SCHEWIOR

REGIERUNGSLANDMESSER UND KULTURINGENIEUR
LEKTOR AN DER WESTFÄLISCHEN WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU MÜNSTER I. W.



MIT 430 TEXTABBILDUNGEN, 10 TAFELN UND ZAHLREICHEN TABELLEN



LEIPZIG 1917

VERLAG VON BERNH. FRIEDR. VOIGT.



11.7
36218

Alle Rechte vorbehalten

03

M

36218



Vorwort

Der Inhalt der Schrift bildet die Fortsetzung des in der gleichen Sammlung „Das Handbuch des Bauingenieurs“ bereits erschienenen Bandes Das Feldmessen, I. Teil, der ausschließlich die Lagemessung behandelt. Wie dieser, so ist auch der vorliegende II. Teil des Feldmessens dem Bedürfnisse des Bau-Ingenieurs und Technikers, insbesondere wieder auch des Wiesenbau-, Tiefbau- und Kulturtechnikers angepaßt. Er umfaßt in erster Linie die verschiedenen Arten der Höhenaufnahme, dann die Wassermessungen, schließlich die Absteckarbeiten, die wie die Höhenmessungen wegen ihrer außerordentlichen Bedeutung für die Bautechnik auf breitester Grundlage zur Darstellung gekommen sind. Jedoch konnte auch hier, wie im I. Teile, von dem Gebrauche der „Ausgleichungsrechnung“ Abstand genommen werden, wenn man hiervon die üblichen einfachen Abgleichungen bei den Höhenaufnahmen ausschließt.

Dem allgemeinen Bestreben auf Einführung deutscher Bezeichnungen bin ich im weitesten Maße gerecht geworden, jedoch sind die in der Mathematik gebräuchlichen Ausdrücke, soweit sie nicht ohne weiteres zu ersetzen sind, beibehalten worden.

Zu großem Danke verpflichtet bin ich wieder zahlreichen feinmechanischen Werkstätten für die Bereitstellung von Druckstöcken. Ebenso sei der Verlagsbuchhandlung an dieser Stelle nochmals besonders gedankt, daß sie trotz des großen Umfanges der Schrift das stets bewiesene Entgegenkommen hier in weitgehendstem Maße gezeigt hat.

Möge auch dieser Band eine freundliche Aufnahme und wohlwollende Beurteilung finden.

Münster i. W., im Januar 1917.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	v
A. Einleitung	1
B. Die Höhen-Einwägung	3
I. Allgemeines	3
II. Meßwerkzeuge	6
1. Setzwage und Richtsheit	7
a) Einfache Setzwage	7
b) Richtsheit mit Röhrenwage	10
c) Röhrenwagen für weitere Zwecke	11
2. Kanal- und Schlauchwage	13
a) Kanalwage	13
b) Schlauchwage	15
3. Einfache Absehwage	16
4. Fernrohrwagen und Zubehör	17
a) Die Fernrohrwagen	18
1. Fernrohrwage mit festem Fernrohr	18
α) Einrichtung	18
β) Prüfung und Berichtigung	24
2. Fernrohrwagen mit kippbarem Fernrohr	29
α) Einrichtung	29
β) Prüfung und Berichtigung	33
3. Fernrohrwagen mit drehbarem Fernrohr	34
b) Die Höhenlatten und Untersätze	41
α) Höhenlatten	41
β) Untersätze	45
c) Marken für Höhenfestpunkte	47

	Seite
III. Das Einwägen	50
1. Allgemeines	50
2. Anschluß- und Festpunktseinwägung	60
a) Anschluß-Einwägungen	61
α) Anschluß an einen gegebenen Höhenpunkt	61
β) An- und Abschluß auf gegebenen Höhenpunkten	66
b) Einwägung von Festpunkten im Arbeitsfelde	68
α) Festpunkte auf schmalen Flächenstreifen	69
β) Festpunkte auf größeren Flächen	70
c) Festpunktverzeichnis	74
3. Längsschnitt-Einwägung	75
a) Aufnahme des Längsschnittes	76
b) Darstellung der Längsschnitte und Lagepläne	82
α) Längsschnitte	82
β) Lagepläne	84
4. Längs- und Querschnitts-Einwägung	85
a) Abstecken der Querschnitte	85
b) Aufnahme der Querschnitte	87
c) Darstellung der Querschnitte	92
d) Aufnahme und Darstellung von Wasserläufen	95
1. Aufnahme	95
α) Gräben und kleine Bäche	95
β) Flüsse und Bäche von größerer Breite	96
γ) Tief eingeschnittene Flußläufe	96
δ) Breite Flüsse mit großen Wassertiefen	98
ϵ) Höhe des Wasserstandes	98
2. Darstellung	99
5. Flächen-Einwägung	100
a) Allgemeines	100
b) Flächeneinwägung durch Aufnahme der Gelände-Brechpunkte	103
1. Aufnahme einzelner kleiner Grundstücke	105
2. Aufnahme nach Längs- und Querschnitten	108
3. Aufnahme mit Hilfe von Vieleckszügen	110
4. Aufnahme auf Grund der Katasterkarten	111
5. Aufnahme durch ein Quadratnetz	112
6. „Genaue“ Flächeneinwägungen	114
7. Aufnahmen im Walde oder durch Buschwerk unüber- sichtlichen Gelände	115
c) Zeichnung der Höhen- oder Schichtenlinien	117
α) Einschaltung der Schichtpunkte durch Rechnung	120
β) Einschaltung durch Papiermaßstäbe	121
γ) Einschaltung durch Höhenschnitte	122
δ) Auszeichnung der Höhen- oder Schichtenlinien	123
d) Flächeneinwägung durch Aufsuchen gleichhoher Geländepunkte	124

Seite		Seite
50	6. Höhenschnitte und Schichtenlinien	125
50	7. Genauigkeit der Einwägung	128
60	C. Das Schnellmessen	129
61	I. Allgemeines	129
66	II. Schnellmesser mit wagerechter Zielung	130
68	III. Schnellmesser mit beliebig geneigter Zielung	141
69	1. Schnellmesser mit Höhenkreis	148
70	2. Schnellmesser mit Höhenkreisbogen	162
74	IV. Feldarbeiten	166
75	1. Vieleckszüge	166
76	2. Längsschnitte	169
82	3. Längs- und Querschnitte	173
82	4. Flächenaufnahmen	174
84	5. Aufnahme mit wagerechter Ziellinie	176
85	V. Ableitung der Lage und Höhe aus den Beobachtungen	178
85	a) Vieleckszüge	178
87	b) Geländepunkte	182
92	VI. Das Auftragen der Schnellmeß-Ergebnisse	184
95	a) Vieleckszüge	184
95	b) Geländepunkte	185
96	VII. Besondere Schnellmeß-Vorrichtungen	187
96	a) Schnellmesser Hammer-Fennel	187
98	b) Schiebe-Schnellmesser Puller-Breithaupt	191
98	c) Schiebe-Schnellmesser Wagner-Fennel	194
99	VIII. Genauigkeit der Schnellmessung	196
100	D. Die Höhenbestimmung mittels Luftdruckmesser	196
103	I. Allgemeines	196
105	II. Beziehung zwischen Luftdruck und Höhenunterschied	197
108	III. Meßwerkzeuge	197
110	1. Feder-Luftdruckmesser	197
111	a) Beschreibung	197
112	b) Wärmeverbesserung	199
114	c) Teilungsverbesserung	199
115	d) Standverbesserung	199
117	2. Quecksilber-Schweremesser	202
120	a) Quecksilber-Schweremesser nach Wild-Fuß	202
121	b) Quecksilber-Schweremesser nach Fortin	206
122	c) Gefäß-Quecksilber-Schweremesser	206
123	3. Wärmemesser	207
124	IV. Vergleichung der Luftdruckmesser	207

	Seite
V. Die Feldarbeiten	208
1. Höhenmessung im Längsschnitte	208
a) Zwischen Festpunkten	208
b) Ohne Festpunkte mit einem Luftdruckmesser	209
c) Ohne Festpunkte mit zwei Luftdruckmesser durch „Staffelung“	211
2. Längs- und Querschnitte	213
3. Flächenaufnahmen	213
a) Zwischen Festpunkten	214
b) Ohne Festpunkte mit einem Luftdruckmesser	214
c) Ohne Festpunkte mit einem besonderen „Stand-Luftdruckmesser“	214
VI. Auswertung der Luftdruck-Beobachtungen	216
a) Höhenmessung zwischen Festpunkten	217
b) Festpunkte nicht vorhanden; Aufnahme mit einem Luftdruckmesser	220
c) Staffelmessung	221
d) Stand-Luftdruckmesser	222
VII. Genauigkeit der Luftdruck-Höhenmessung	227
VIII. Höhengschnitte und Schichtenlinien	227
E. Wassermessungen	227
I. Allgemeines	227
II. Wassermengen in stehenden Gewässern	228
III. Wassermengen in offenen Gerinnen	233
A. Unmittelbare Bestimmung der Wassermenge	233
B. Mittelbare Bestimmung der Wassermenge	235
1. Ermittlung der Querschnittsfläche	235
2. Bestimmung der Geschwindigkeit v durch unmittelbare Beobachtung	236
a) Flügel nach Woltmann	237
α) Einrichtung	237
β) Eichung	242
γ) Das Meßverfahren	246
1. Punktmessung	246
2. Fahrtmessung	252
3. Einzelne Punktmessung	253
4. Oberflächenschwimmer	254
5. Tiefenschwimmer	255
b) Bestimmung der Geschwindigkeit durch Rechnung	256
c) Günstigster Querschnitt des Wasserlaufes	261
3. Messungen für Kraftanlagen	265
a) Allgemeines	265
b) Flügelmessungen	266
c) Schirmmessungen	269
d) Gefällmessung	269
C. Schätzung der Abflußmenge aus der Größe des Niederschlagsgebietes	271

	Seite
IV. Wassermengen in Rohrleitungen	272
1. Durchflußmengen in kurzen Leitungen	272
a) Reibungswiderstand nach Weisbach	273
b) Reibungswiderstand nach Darcy	273
2. Wassermengen in langen Rohrleitungen	279
F. Absteckarbeiten und Schlußvermessung	282
A. Absteckarbeiten	282
I. Allgemeines	282
II. Absteckarbeiten für die Lage der Punkte	284
1. Abstecken der Hauptpunkte in Leitlinien	284
a) Unmittelbare Absteckung im Felde	284
b) Absteckung nach dem Lageplan	284
α) Die Leitlinie besteht aus Geraden	284
β) Die Leitlinie besteht aus Geraden und Bogenlinien	287
c) Vermarkung der Hauptpunkte	291
2. Einschalten von Zwischenpunkten in Geraden	293
a) Die beiden Hauptpunkte sind gegeneinander sichtbar	293
α) Einfuchten	293
β) Verlängern	298
b) Die Hauptpunkte sind gegenseitig nicht sichtbar; das Zwischengelände ist zugänglich	299
c) Die Hauptpunkte sind gegenseitig nicht sichtbar; das Zwischengelände ist teilweise oder ganz unzugänglich	300
α) Einfuchten	300
β) Verlängern	306
3. Einschalten von Zwischenpunkten in Bogenlinien	307
a) Festlegung der Berührungspunkte und weiterer Hauptpunkte	308
1. Gleichgerichtete einfache Kreisbögen	308
α) Die Berührungspunkte und die Bogenmitte sind zugänglich	308
β) Der Kreisbogen ist ganz oder teilweise unzugänglich	312
2. Gleichgerichtete zusammengesetzte Kreisbögen oder „Korbbögen“	318
3. Gegenbögen oder S-Bögen	322
α) Gegenbogen zwischen geneigten Geraden	322
β) Gegenbogen zwischen gleichgerichteten Geraden	323
γ) Gegenbögen mit einer Zwischengeraden	324
b) Einschalten der Kleinpunkte	325
1. Von den Bogen-Berührenden	325
2. Von der Sehne	328
3. Unmittelbar von den Hauptpunkten	329

	Seite
4. Vom Schnittpunkte der Bogen-Berührenden	330
5. Näherungsverfahren	331
α) Parabelverfahren	331
β) Einrücken	332
γ) Viertelsverfahren	332
δ) Mit Hilfe eines wandernden Winkelmessers	332
6. Unmittelbare Absteckung von Kleinpunkten	333
c) Uebergangsbogen und Spurerweiterung	334
α) Uebergangsbogen	334
β) Spurerweiterung	336
d) Ermittlung der Bogenlänge und endgültige Strecken- einteilung	337
4. Anderweitige Absteckarbeiten	338
a) Abstecken von Winkeln	338
b) Abstecken gleichlaufender Geraden	339
c) Abstecken unregelmäßiger Begrenzungen	341
d) Schnurgerüste	342
III. Absteckarbeiten für die Höhe der Punkte	344
1. Allgemeines	344
2. Höhenübertragung für einzelne Punkte	345
3. Höhenpföcke in wagerechten oder geneigten Linien	348
a) Einwägung	348
b) Austafelung	352
4. Höhenpföcke in einer Ebene	354
a) Wagerechte Einebnung	354
b) Geneigte Einebnung	355
5. Gleis-Ueberhöhung und Ausrundung des Gefällwechsels	356
a) Gleisüberhöhung	356
b) Ausrundung des Gefällwechsels	357
B. Schlußvermessung	359
G. Anhang	360
I. Bestimmungen über den Anschluß der Höheneinwägungen an den Preußischen Landeshorizont	360
II. Preise von Meßwerkzeugen usw.	362

A. Einleitung.

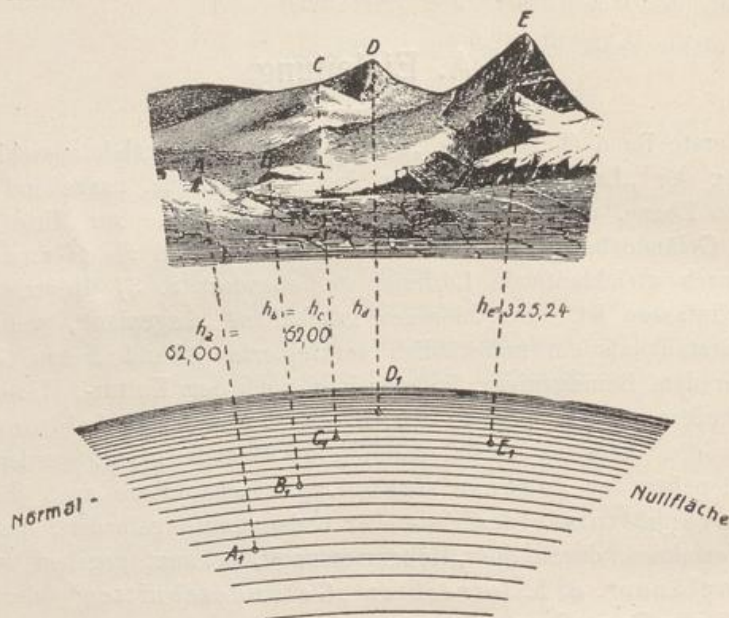
Der erste Band (I. Teil) des „Feldmessens“ behandelt ausschließlich die Bestimmung der „Lage“ von Punkten der Erdoberfläche, ausgehend von einer wagerechten Ebene, die (I. Teil, S. 4) in beliebiger Höhe zur Mitte des aufzumessenden Geländeabschnittes gedacht werden kann und als „Grundriß“ der auf sie durch gleichlaufende Lotlinien (s. ebendort S. 3) übertragenen Erdpunkte aufzufassen ist. Der hiernach geschaffene „Lageplan“, welcher nichts anderes darstellt als ein maßstäblich verkleinertes Abbild dieses Grundrisses, genügt aber dem Bauingenieur, im einzelnen auch dem Kultur-, Wiesenbau- und Tiefbautechniker, nur in seltenen Fällen, sofern überhaupt feldmesserische Aufnahmen den Arbeiten der Genannten zu Grunde gelegt werden. In der Regel wird neben der gegenseitigen Lage insbesondere auch die Kenntnis der Höhenverhältnisse der Erd- oder Bodenpunkte gefordert, die durch ein weiteres Verfahren, durch die „Höhenmessung“, bekannt gegeben werden und in „Höhenplänen“, d. h. lotrechten „Geländeschnitten“ oder „Schichtenlinien“ zur Darstellung gelangen.

Den Ausgang der Höhenangaben sollte durchweg die schon im I. Teile, Seite 3 usw., näher bezeichnete „Normal-Nullfläche“ (N.N.) bilden, wo gemäß der umstehenden Abbildung 1 der lotrechte Abstand dieser Nullfläche bis zu den zu bestimmenden Punkten, ausgedrückt im Metermaße, die „Höhe“ über N.N. bedeutet, z. B. $h_a = 62,00$ m, $h_b = 62,00$ m $h_e = 325,24$ m der Bodenpunkte A, B E in der Abbildung 1. Punkte, die den gleichen lotrechten Abstand von der Normal-Nullfläche haben, liegen gleich hoch, z. B. A und B; sind die Abstände ungleich, so hat derjenige Punkt die größere „Höhe“, der von der Ausgangsfläche (N.N.) weiter entfernt ist.

Spricht man von einem „Höhenunterschiede“ Δh zweier Punkte, so ist hierunter der Unterschied der „Höhen“ dieser Punkte zu verstehen, z. B. $\Delta h = h_e - h_a = 325,24 - 62,00 = + 263,24$ m. Die Aufgabe der „Höhenmessung“ beruht nun im wesentlichen auf der Ermittlung solcher „Höhenunterschiede“. Ist dabei die „Höhe“ auch nur eines einzigen Bodenpunktes über N.N. oder über einer anderen Ausgangsfläche bekannt, so lassen sich die Höhen aller weiteren Punkte mit Hilfe der gemessenen Höhenunterschiede ableiten. Um Höhen über N.N. zu gewinnen, sind, worüber im I. Teile Seite 4 usw. das Nähere ausgeführt ist, im Innern des Landes „Höhenfestpunkte“ in hinreichender Anzahl zu finden, die auf geringere oder weitere Entfernungen einen sicheren „Anschluß“ der Höhenmessungen an die Normal-Nullfläche ermög-

lichen. Wann ein solcher Anschluß gesucht werden muß, hat das „Zentraldirektorium der Vermessungen im Preußischen Staate“ unzweideutig mitgeteilt in den „Bestimmungen über den Anschluß der Nivellements an den Preußischen Landeshorizont“, die auszüglich unter Nr. I im Anhang des vorliegenden Bandes aufgenommen sind.

Abbildung 1.



Erscheint die Benutzung der Höhenfestpunkte zu weitläufig oder zu kostspielig, so geben schon die wenige Kilometer voneinander entfernt liegenden „Dreiecks-Punkte“ der Landesaufnahme (s. I. Teil, Seite 8) eine hinreichende Kenntnis von der allgemeinen Geländehöhe über der Normal-Nullfläche, wenn nicht etwa eine zu dieser in beliebigem Abstände verlaufende Ausgangsfläche als Grundlage für die Höhenaufnahmen gewählt wird, worüber gleichfalls ebendort auf Seite 8 Näheres angegeben ist.

Die Ermittlung der „Höhenunterschiede“ ist verschieden je nach der Art der benutzten Hilfsmittel, die ihrerseits einmal nach dem Grade der Genauigkeit, der den jeweiligen Messungen von vornherein zur Bedingung gemacht wird, dann aber den Geländeverhältnissen entsprechend auszuwählen sind. Gemäß dieser angedeuteten Unterscheidung soll im Nachstehenden mit dem zurzeit bestbewährten Verfahren der Höhenmessung, mit der „Einwägung“, begonnen werden. Hierauf folgt die in Ingenieur- und Technikerkreisen sehr geschätzte „Schnellmessung“, schließlich die „Höhenbestimmung“ mittels „Luftdruckmesser“, die an Zeit und Aufwand die geringsten Ansprüche macht, dafür aber weniger scharfe, wenn auch z. B. für „Allgemeine Vorarbeiten“ (s. Abschnitt F. A.) meist ausreichende Höhen-Angaben liefert.

Innerhalb der drei einzelnen Höhenmeßverfahren ist aber auch je nach der Anordnung der Messung und je nach der Güte der verwendeten Werkzeuge eine

Abstufung der Meßgenauigkeit zu unterscheiden, auf die im weiteren Verlaufe des Werkes an den in Betracht kommenden Stellen hingewiesen werden wird.

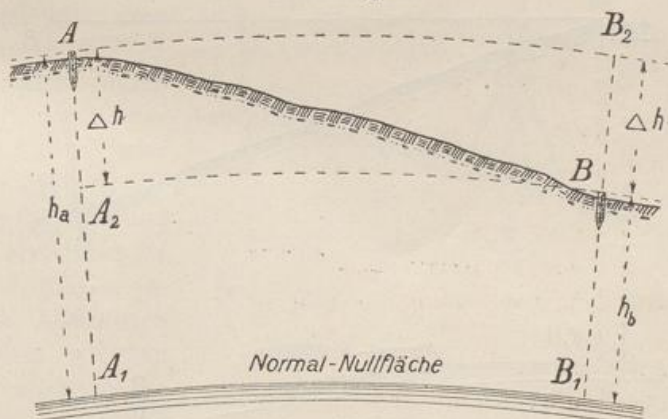
Die Darstellung der Lage- und Höhenaufnahmen im „Lage- und Höhenplan“, für die das oben genannte „Schnellmeß-Verfahren“ als „vereinigte Lage- und Höhenmessung“ von hervorragender Bedeutung ist, bildet in der Regel die Grundlage und den Nachweis von Veränderungen an der Bodenoberfläche, wobei gewisse Regeln der „Linienführung“, dann aber auch der „Absteckung“ von Bauanlagen stark in den Vordergrund treten. Diese wie auch gewisse bei „wasserbautechnischen“ Anlagen auftretenden und durch Messungen vorzunehmenden Arbeiten sind ebenfalls Gegenstand des vorliegenden Bandes, des II. Teiles des „Feldmessens“, in Grenzen, die sich aus der Tätigkeit des Ingenieurs oder Technikers von selbst ergeben.

B. Die Höhen-Einwägung.

I. Allgemeines.

Der „Höhenunterschied“ zweier Punkte, z. B. der beiden Bodenpunkte A und B in der Abbil. 2, ist nach Seite 1 als Unterschied ihrer „Höhen“, d. h. der lotrechten Abstände h_a und h_b anzusehen. Werden durch A und B, gleichlaufend mit der kugelförmigen Ausgangsfläche, allgemein der „Normal-

Abbildung 2.



Nullfläche“ (s. I. Teil, S. 3), Linien, hier also Kreisbögen gezogen, welche die Lotrechten durch B und A in B_2 bzw. A_2 treffen, dann ist einmal $AA_2 =$

$$\text{Gl. 1)} \quad h_a - h_b^*) = + \Delta h$$

der Höhenunterschied in bezug auf den Bodenpunkt B, zum anderen Mal $BB_2 =$

$$\text{Gl. 2)} \quad h_b - h_a^{**}) = - \Delta h$$

der Höhenunterschied der Punkte A und B in bezug auf den Bodenpunkt A.

*) $h_a - h_b$ = Höhenunterschied Δh von Punkt B nach A.

***) $h_b - h_a$ = Höhenunterschied Δh von Punkt A nach B.

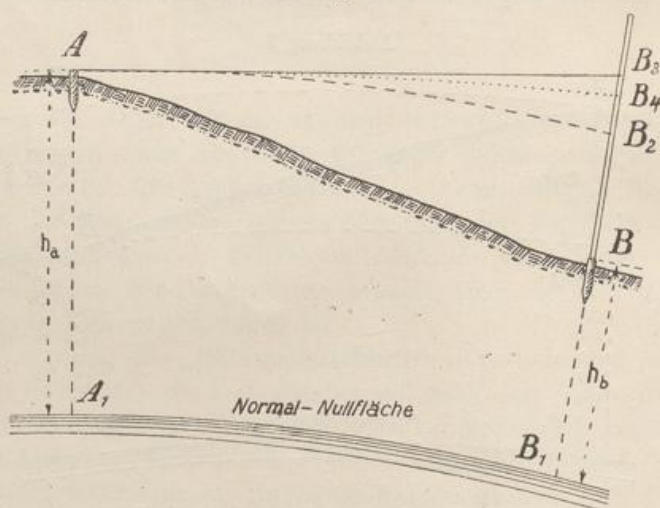
Wäre es möglich, in A eine nach dem Kreisbogen AB_2 verlaufende Absehvorrichtung aufzustellen und den Abstand BB_2 von A aus an einem in B lotrecht aufgestellten Längenmaßstabe abzulesen, so wäre für Gl. 2) der Höhenunterschied

sofort gegeben. Wäre ferner der Bodenkpunkt A seiner „Höhe“ über N.N. als h_a bekannt, so ließe sich auch die „Höhe“ des Punktes B über N.N. nach Gl. 1) oder Gl. 2) zu

berechnen. In der angegebenen Weise würden sich beliebig viele Bodenpunkte ihrer „Höhe“ nach von A aus bestimmen lassen, vorausgesetzt, daß sie gleich hoch wie der Bodenpunkt A oder tiefer als dieser liegen.

In der Tat ist es nur möglich, eine Ziellinie als Berührende des Kreisbogens im Punkte A herzustellen, indem man an die Lotrechte durch A eine Wagerechte legt*) (Abbil. 3). Diese schneidet auf dem in B lotrecht stehenden Maßstabe die Länge BB_3 ab, d. h. die Ablesung ist (vergl. Abbil. 2 und 3) um

Abbildung. 3.



das Stück $B_2 B_3$ zu groß, so daß die „Höhe“ B in bezug auf die N.N. nach der obigen Formel um $B_2 B_3 = k$ zu klein ermittelt wird. Das Maß k , der Einfluß der Erdkrümmung, wird aber bei einer Absehvorrichtung um 0,13 seines Betrages infolge der Brechung der Lichtstrahlen verringert, indem die Ablesung nicht in B_3 , sondern in B_4 erfolgt. Die Aenderung beträgt dann

$$c = k - 0,13 k = (1 - 0,13) k = 0,87 k.$$

^{*)} Z. B. durch Setzwage und Richtscheit S. 7.

Der Wert für k selbst hängt in erster Linie von der Entfernung s der beiden Punkte A und B ab und läßt sich berechnen nach

$$k = \frac{s^2}{2r}, \text{ so daß } c = 0,87 \cdot \frac{s^2}{2r}$$

wird. Hierbei ist r , der Erddurchmesser, stets genau genug zu 6370000 m anzunehmen. Für einige Entfernungen ist die Größe von c nachstehend ausgemittelt.

Bei $s = 25; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500$ m

ist $c = 0,04; 0,2; 0,4; 0,7; 1,5; 2,7; 6,1; 10,9; 17,1$ mm.

Aus der Zusammenstellung ist zu ersehen, daß der Betrag von c bei der „Höhen-Einwägung“, wie das angedeutete Verfahren genannt wird, in sehr niedrigen Grenzen gehalten und ganz vernachlässigt werden kann, sobald bei der Bestimmung der einzelnen Höhenunterschiede die Entfernung s das Maß bis 50 oder 100 m, wo eine minder große Genauigkeit (s. Abschnitt C über „Schnell-messen“) gefordert wird, bis 300 und 500 m nicht überschreitet.

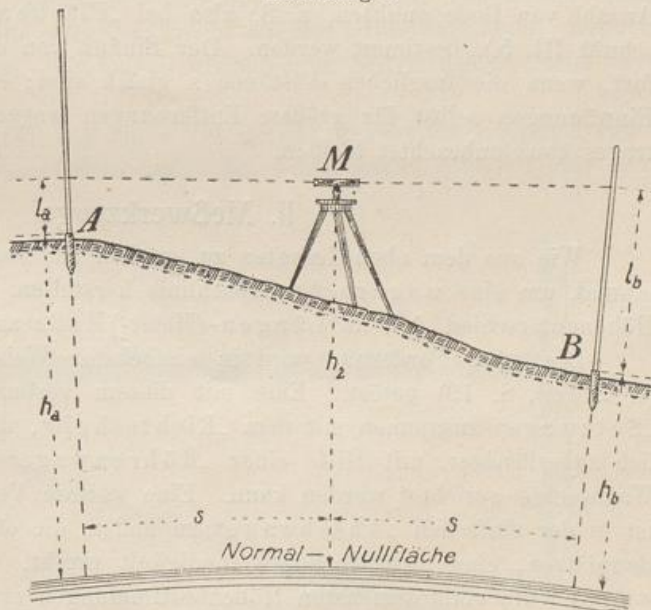
Zur Kenntnis des Höhenunterschiedes gelangt man auch auf einem anderen Wege. Dieser ist bei guten und feinsten Höhenmessungen üblich und bietet den großen Vorteil, daß der Einfluß von c und auch gewisse verbleibende Fehler der benutzten Meßwerkzeuge durch das hier einzuschlagende Messungsverfahren beseitigt werden.

Abbildung 4.

In der Mitte M zwischen den Bodenpunkten A und B (Abbil. 4) wird ein Meßwerkzeug mit einer Absehvorrichtung winkelmäßig zur Lotlinie durch M, d. h. mit einer wagerechten Abseh- oder Ziellinie aufgestellt, und es werden an den in A und B stehenden Maßstäben die Ablesungen l_a und l_b gemacht. Beide Ablesungen sind mit dem gleichen Fehler c behaftet, da die Punkte A und B von ihm gleichweit, nämlich um s entfernt sind. Die richtige Ablesung, unter Berücksichtigung der Erdkrümmung und Strahlenbrechung, wäre demnach $l_a - c$ bzw. $l_b - c$.

Ist Punkt A mit seiner Höhe h_a über N.N. gegeben, so wird, von A ausgehend, die Höhe der Absehvorrichtung, d. h. die „Zielhöhe“ h_z , berechnet nach

$$\text{Gl. 3)} \quad h_z = h_a + (l_a - c),$$



hiernach die Höhe von B (Abbil. 4)

$$\begin{aligned}\text{Gl. 4)} \quad h_b &= h_z - (l_b - c) \\ &= h_z - l_b + c.\end{aligned}$$

Setzt man in Gl. 4) h_z aus Gl. 3), so ist

$$h_b = h_a + l_a - c - l_b + c, \text{ d. h.}$$

$$\text{Gl. 5)} \quad h_b = h_a + (l_a - l_b)$$

oder, wenn h_b gegeben ist:

$$\text{Gl. 6)} \quad h_a = h_b - (l_a - l_b).$$

Den Gleichungen 5) und 6) ist nachstehendes zu entnehmen:

- a) Der Einfluß von c fällt beim „Höhen-Einwägen“ aus der Mitte zwischen zwei Punkten fort;
- b) der „Höhenunterschied“ $\triangle h = + (l_a - l_b)$ bzw. $\triangle h = - (l_a - l_b)$ (Abbil. 2 und 4) zweier Bodenpunkte A und B ist gleich dem bezüglichen Unterschiede der lotrechten Abstände der beiden Punkte von der wagerecht gestellten Absehlilie des in der Mitte zwischen den Punkten aufgestellten Meßwerkzeuges.

Die Gleichungen 5) und 6) sind allgemein gültig und in allen Fällen zur Anwendung geeignet.

Auch die beiden anderen Formeln Gl. 3) und 4) werden häufig benutzt, insbesondere wenn von derselben „Zielhöhe“ h_z aus die Höhen einer größeren Anzahl von Bodenpunkten, z. B. also bei „Flächen-Einwägungen“ (s. Abschnitt III. 5.), bestimmt werden. Der Einfluß von c fällt hier auch nur dann fort, wenn die fraglichen Abstände s gleich sind; er kann aber bei Flächen-Einwägungen selbst für größere Entfernungen wegen seines geringfügigen Betrages ganz unbeachtet bleiben.

II. Meßwerkzeuge.

Wie aus dem oben Gesagten zu ersehen ist, bedarf es gewisser Hilfsmittel, einmal, um eine wagerechte Absehlilie herstellen, zum anderen Male, um den Höhenunterschied $\triangle h$ im Längen-(Meter-)Maße angeben zu können.

Die erste Forderung wird in einfachster Weise durch ein „Fadenlot“ (s. I. Teil, S. 19) gelöst. Eine mit diesem verbundene Vorrichtung ist die „Setzwage“ zusammen mit dem „Richtscheit“, das auch, und dann wesentlich zuverlässiger, mit Hilfe einer „Röhrenwage“ (s. I. Teil, S. 101) in die Wagerechte gerichtet werden kann. Eine weitere Verwendung der Röhrenwage ist in der einfachen „Absehwage“ zu finden, die oft, wenigstens auf kleineren Bauplätzen, eine ausreichende Genauigkeit ergibt, während die „Fernrohrwagen“ die vollkommensten Höhenbestimmungen erwarten lassen.

Den Absehwagen nicht ganz gleichwertig ist eine andere Gruppe von Höhenmeßwerkzeugen; es sind dies die „Kanalwagen“. Diese werden bei weniger umfangreichen Erdbau-Arbeiten aller Art noch vielfach angetroffen, während sie in schwer zugänglichen Baulagen als „Schlauchwagen“ oft unentbehrlich sind.

Die zur Messung des Höhenunterschiedes $\triangle h$ lotrecht zu stellenden Maßstäbe bestehen aus schmalen hölzernen, meist in Zentimeter geteilten Latten,

sogen. „Höhenlatten“, deren Zentimeter-Felder in der Regel eine zweckmäßige, gut sichtbare Färbung tragen. Bei Verwendung von Kanalwagen und Absehwagen erhalten die Höhenlatten, die hier den Namen „Schiebelatten“ führen, zur Unterstützung der Ablesung eine verschiebbare Zieltafel, die beim Gebrauche in die wagerechte Absehlinie eingewinkt wird.

1. Setzwage und Richtscheit.

a) Die **Setzwage** ist ein aus Holz hergestelltes gleichschenkliges Dreieck, das entweder aus einem Stück besteht (Abb. 5) oder aus drei Latten von 2 bis 3 cm Stärke zusammengefügt ist (Abb. 6). An der Spitze des Dreiecks ist das Ende der kurzen Schnur eines Lotes befestigt. Das Lot, eine nicht zu leichte

Abbildung 5.

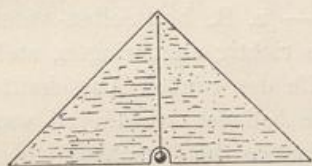
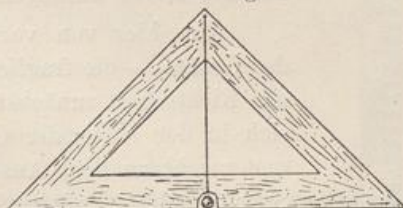


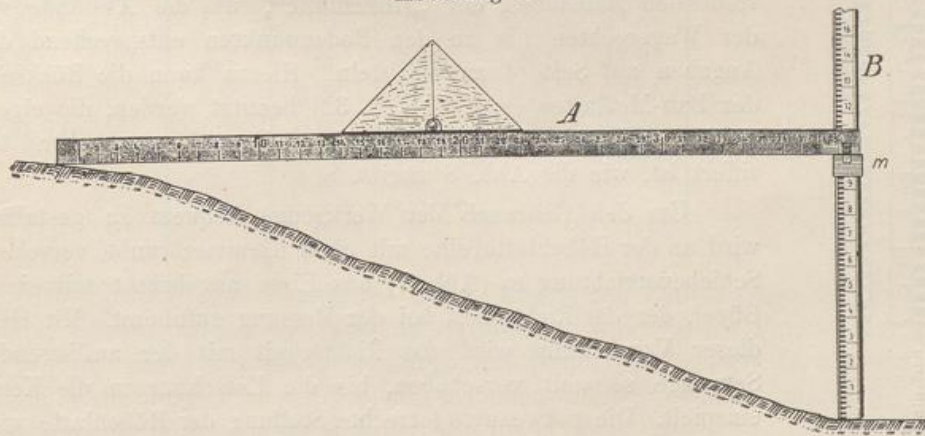
Abbildung 6.



Bleikugel, paßt in einen runden Ausschnitt der Grundlinie des Dreiecks. Die Grundlinie liegt wagerecht, sobald die Lotschnur in eine mit dem Messer scharf gezogene Kerbe einspielt, die selbst senkrecht auf der Grundlinie steht. Letztere ist etwa 60 bis 80 cm lang, die beiden gleichlangen Seiten des Dreiecks etwa 50 bis 60 cm.

Das **Richtscheit** besteht aus einer gut gerade gehobelten Holzlatte von 3 oder 4 m Länge, 6 bis 7 cm Breite und 3 bis 4 cm Stärke, die mit einer ein-

Abbildung 7.



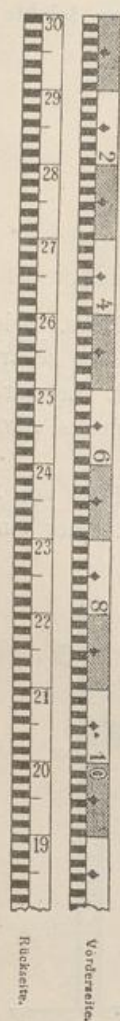
fachen Dezimeterteilung, auch wohl Zentimeterteilung versehen ist (A der Abb. 7). Beide Werkzeuge müssen vor dem Gebrauche auf ihre Richtigkeit geprüft werden.

Hierzu wird zunächst das Richtscheit auf einen ebenen Fußboden oder auf ein glattes Brett gelegt, sodann entlang der Kante, die der Teilung gegenüber-

liegt, ein Strich (Blei- oder Farbstift) auf der Unterlage gezogen. Wird nun das Richtscheit so umgelegt, daß die andere Kante derselben schmalen Seite an dem Striche anliegt, so muß auch diese Kante genau mit dem Striche zusammenfallen. Ist dies nicht der Fall, so ist diese Seite, auf welche die Setzwage gestellt wird, nicht eben und muß nachgehobelt werden. Dabei ist aber zu beachten, daß die Breite der Latte überall gleich bleiben muß.

Ist das Richtscheit in Ordnung, so wird die Setzwage auf das Richtscheit gelegt und die Schnur des Lotes durch Heben des einen Lattenendes auf die Kerbe zum Einspielen gebracht. Dreht man sodann die Setzwage um, so daß das Lot auf der anderen Seite vom Beobachter steht, so muß, wenn die Wage richtig ist, die Lotschnur wieder genau auf der Kerbe aufliegen.

Abbildung 8.



Um hier von vornherein — z. B. bei Selbst-Anfertigung der Geräte — die fragliche Kerbe richtig anzubringen, stellt man das Richtscheit zunächst mit Hilfe des runden Ausschnittes, der sich in der Mitte der Grundlinie befindet, annähernd wagerecht und macht an dem Ausschnitt da, wo die Lotschnur sich an die Setzwage lehnt, einen kurzen Bleistiftstrich. Dreht man dann die Wage um, ohne aber das Richtscheit zu bewegen, und bedeckt die Schnur den Strich, so ist die Wage richtig. Weicht das Fadenlot ab, so ist ein zweiter Strich anzubringen. Die Mitte zwischen den beiden Zeichen ist die richtige Stelle für die Lotschnur; sie wird durch die früher erwähnte Kerbe dauernd bezeichnet.

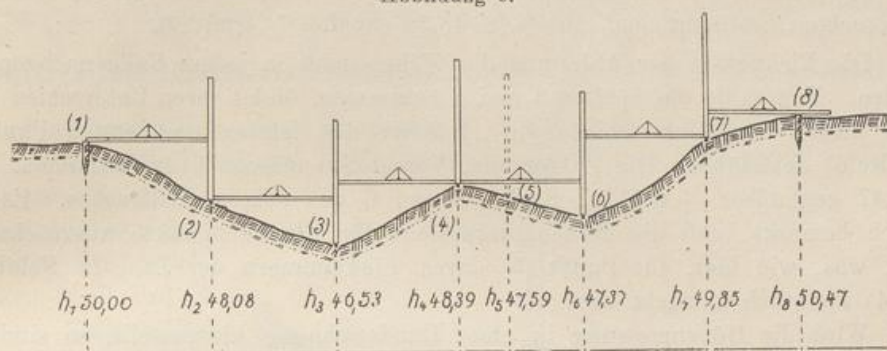
Hat man mit Hilfe der Setzwage die wagerechte Lage des Richtscheites erhalten, so bedarf es nur noch eines lotrecht zu stellenden Maßstabes, der „Höhenlatte“, um die Abstände von der Wagerechten bis zu den Bodenpunkten entsprechend den Angaben auf Seite 4 zu ermitteln. Hierzu kann die Rückseite der Bau-Meßlatten (s. I. Teil, S. 32) benutzt werden, die eigens zu diesem Zwecke in Zentimeter eingeteilt und entsprechend beziffert ist, wie die Abb. 8 angibt.

Um den Gebrauch der Werkzeuge bequem zu gestalten, wird an der Höhenlatte eine mit einer Klemmschraube versehene Schiebevorrichtung m (Abb. 7) aus Eisen angebracht mit einem Bügel, der das Richtscheit bei der Messung aufnimmt. Mit Hilfe dieser Vorrichtung wird das Richtscheit mit der aufliegenden Setzwage so weit verschoben, bis die Lotschnur in die Kerbe einspielt. Die notwendige lotrechte Stellung der Höhenlatte wird durch ein besonderes Fadenlot (s. I. Teil, S. 19) nachgeprüft.

Der Höhenunterschied zweier Punkte ist sofort an der Höhenlatte nach Meter, Dezimeter und Zentimeter in Höhe der oberen Kante der Schiebevorrichtung abzulesen und in ein einfaches Feldbuch (siehe unten) aufzunehmen oder in einer Handzeichnung (Abbil. 10) klarzustellen.

Beispiel. In Abbil. 9 sind zwischen den Bodenpunkten (1) und (8) weitere Punkte ihrer Höhe nach zu bestimmen. Es ergibt sich das nachstehende „Höhen-Feldbuch“.

Abbildung 9.



Höhen-Feldbuch
(zur Setzwage und zum Richtscheit).

Nr. der Punkte	Länge m	Das Gelände		Des Punktes		Bemerkungen
		steigt (+) m	fällt (-) m	Nr.	Höhe in m	
1	2	3	4	5	6	7
(1)	(2)	4,0	.	(1)	50,00	Die Höhen-Ausgangs- fläche liegt 50,00 m unter Punkt (1), siehe S. 2 und I. Teil, S. 8.
(2)	(3)	4,0	.	(2)	48,08	
(3)	(4)	4,0	1,86	(3)	46,53	
(4)	(5)	1,8	.	(4)	48,39	
(4)	(6)	4,0	(0,80)	(5)	47,59	
(6)	(7)	4,0	1,02	(6)	47,37	
(7)	(8)	4,0	2,48	(7)	49,85	
		3,2	0,62	(8)	50,47	
			4,96			
			4,49			
			+ 0,47		+ 0,47	

Die Spalten 1 und 2 enthalten die Nummern und Entfernungen der Bodenpunkte, zwischen denen die Messung stattfindet. Während die Punkte (1), (2), (3), (4), (6) und (7) gemäß der Länge des benutzten Richtscheites in gegenseitigen Entfernungen von 4,0 m angenommen werden konnten, mußte (5) als Zwischenpunkt eingeschaltet werden, der 1,8 m vom Punkte (4) entfernt liegt und von der gleichen Wagerechten, wie (6), seinem Höhenunterschiede nach bestimmt wird (Abbil. 9). Der Endpunkt (8) zeigt gegen (7) den Abstand von 3,2 m, siehe Spalte 2.

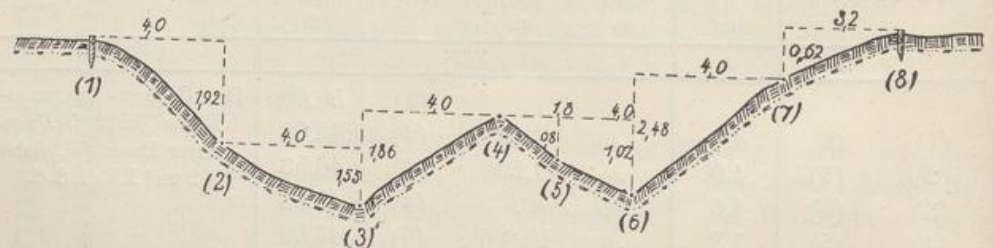
In Spalte 3 und 4 werden die Höhenunterschiede entsprechend ihrem Vorzeichen (+ beim Steigen, — beim Fallen des Geländes) eingetragen.

Die „Höhen“ der Bodenpunkte werden in Spalte 6 abgeleitet. Für (1) ist die Höhe zu $h_1 = 50,00$ m gegeben (Abbil. 9). Punkt (2) wird durch Abzug von 1,92 zu $h_2 = 50,00 - 1,92 = 48,08$ m, Punkt (3) zu $h_3 = 48,08 - 1,55 = 46,53$ m usw. gewonnen. Die Höhenpunkte (5) und (6) werden, da sie von der gleichen Wagerechten bestimmt sind, aus $h_4 = 48,39$ (Spalte 6) ermittelt.

Die Richtigkeit der Ableitung der Höhen muß in jedem Falle nachgeprüft werden. Man zählt die Spalten 3 und 4 zusammen, bildet ihren Unterschied und stellt diesen dem Unterschiede der „Höhen“ des letzten und ersten Punktes (Spalte 6) gegenüber. Die Zahlen und Vorzeichen müssen übereinstimmen, hier $+0,47$ gegenüber $+0,47$ in Spalte 3 und 6 des obigen Feldbuches. Es sei jedoch bemerkt, daß die Höhenunterschiede für Zwischenpunkte auszuschalten sind, was, wie hier, für Punkt (5) durch Einklammern der Zahl (s. Feldbuch Sp. 4) kenntlich gemacht wird.

Wird die Höhenmessung in einer Handzeichnung klargestellt, so sind die wagerechten Längen und die Höhenunterschiede etwa nach Abbil. 10 festzulegen, die entsprechenden Bodenpunkte zu verbinden und die abgelesenen Zahlen übersichtlich anzuschreiben. Die Darstellung in Abbil. 10 entspricht den Eintragungen im Höhen-Feldbuche auf Seite 9. Soll ein maßstäblicher „Höhenplan“ (s. III. 3. u. 4.) gleich im Felde nach den Messungen angefertigt werden, so

Abbildung 10.



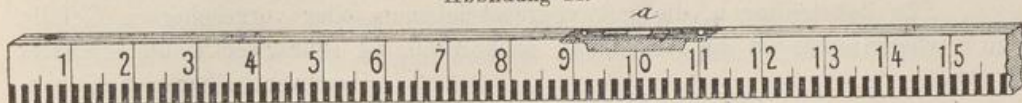
sind die Punkte im Felde am einfachsten unter Verwendung von Millimeterpapier aufzutragen.

Das Arbeiten mit Setzwage und Richtscheit ist, wie man dem Vorstehenden entnehmen kann, ziemlich mühsam. Der Vorgang wiederholt sich je nach der Länge des Richtscheites weitestens alle 3 oder 4 m, auch dann, wenn die Bodengestaltung die Aufnahme der vielen Punkte gar nicht erfordert. Man benutzt dieses Verfahren daher in der Regel nur bei stark abfallendem Gelände und steilen Böschungen, wo die Handhabung der anderen, schon Seite 6 genannten Hilfsmittel unbequem wird, und wenn durch aufstehendes Gehölz oder Buschwerk die Höhenbestimmung nur für sehr kurze, und dann meist gebrochene Strecken möglich ist. Für den letzteren Fall ist noch Näheres S. 91 und im Abschnitte III. 5.a. 5. nachzulesen.

b) Um die geschilderte Höhenmessung möglichst einfach und auch sicher genug zu gestalten, wird statt der Setzwage eine in das Richtscheit eingelassene „Röhrenwage“ (s. I. Teil, S. 101) benutzt. Sobald die Blase der Röhrenwage (a der Abbil. 11) sich zwischen zwei Strichmarken, die an der Glasröhre ange-

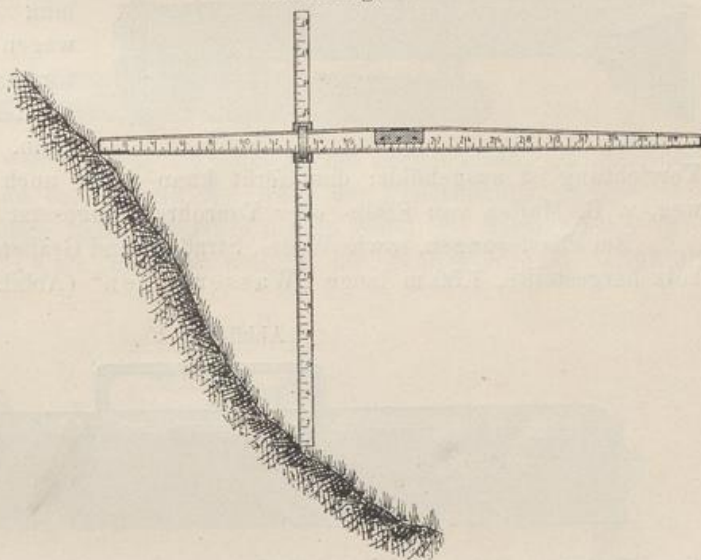
bracht sind, einstellt, liegt das Richtscheit wagerecht. Eine vollständige, mit einer Röhrenwage versehene Ausrüstung, ein „Setzbesteck“, zeigt die Abbil. 12.

Abbildung 11.



Eine Nachprüfung der Röhrenwage ist von Zeit zu Zeit vorzunehmen. Man legt das Richtscheit auf den Fußboden und bringt durch Unterlegen von Holz-

Abbildung 12.



stückechen die Röhrenwage zum „Einspielen“ zwischen den Strichmarken (s. I. Teil, S. 101). Nach „Umsetzen“, d. h. Vertauschen der beiden Richtscheit-Enden auf der gleichen Unterlage muß die Blase wieder einspielen. Ein Ausschlag (s. I. Teil, S. 109) der Blase ist zur Hälfte an der Röhrenwage zu beseitigen. Sind keine Berichtigungsschrauben vorhanden, so ist durch Kenntlich-

machung (Einfeilen eines Striches an der Fassung oder auch auf dem Glase) die richtige Lage der Blase sichtbar zu machen. Bei grober Abweichung ist erforderlichenfalls die Hilfe der Werkstatt in Anspruch zu nehmen.

Falls bei der üblichen Höhenmessung mit der „Fernrohrwage“ (s. Abschn. III.) kein besonderes Richtscheit mitgeführt wird, sondern nur die Höhenlatte nach Seite 41 zur Hand ist, wird diese als Richtscheit benutzt, indem man sie hochkant dreht und mit Hilfe einer kleinen „Setzwage“ (Abbil. 13) in die Wagerechte bringt. Die Höhenunterschiede können mittels eines Stabes, den

Abbildung 13.



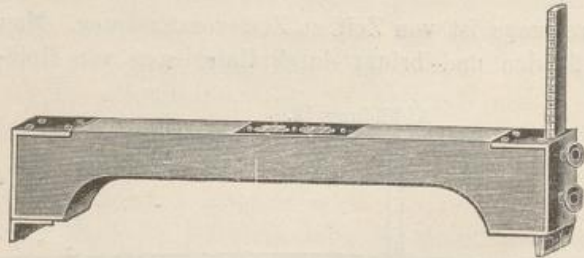
man in Dezimeter einteilt, oder mittels einer „Meßlatte“ (s. I. Teil, S. 32) auf Zentimeter geschätzt werden. Die lotrechte Stellung des Stabes oder der Meßlatte wird mit Hilfe eines Fadenlotes herbeigeführt.

c) Die „Röhrenwagen“ werden auch anderweitig mit bestem Erfolge verwendet, so z. B. beim Einwägen von Balken und Trägern in Mauern, bei Rohr-

leitungen der Kanalisationen und bei Straßen- und Eisenbahnbauten. Ihre Längen wechseln je nach dem Zwecke von 0,30 bis 2,00 m, und sie tragen vielfach zwei zueinander rechtwinkelig angebrachte Röhrenwagen, wie die Abbil. 13 zeigt.

Für Rohrleitungen, die mit vorgeschriebenem oder vorgesehenem Gefälle zu verlegen sind, ist die Anordnung nach Abbil. 14 sehr zweckmäßig: Mittels

Abbildung 14.

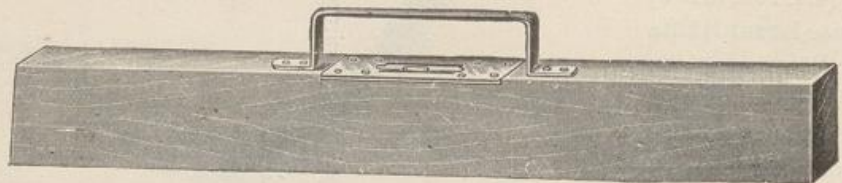


eines verstellbaren Schiebers kann an einer Zentimeter-teilung jedes beliebige Gefälle sofort eingestellt werden. Die „Gefällwage“ ist 100 cm lang und mit zwei Röhrenwagen ausgestattet, so daß sie für wagerechte und lotrechte Einstellungen benutzt werden kann. Die untere Seite der

Vorrichtung ist ausgehöhlt; das Gerät kann daher auch über Erhöhungen hinweg, z. B. Muffen von Eisen- oder Tonrohren, angesetzt werden.

Bei Pflasterungen, sowie Wege-, Straßen- und Grabenbauten sind aus Eichenholz hergestellte, 1,50 m lange „Wasserwagen“ (Abbil. 15) gebräuchlich. Um

Abbildung 15.



die Böschungs- und Gefällverhältnisse nachzuprüfen, werden besondere einfache „Böschungswagen“ nach Abbilung 16 (mit Lot) und „Böschungs-

Abbildung 16.

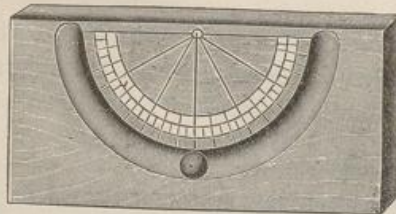


Abbildung 17.



latten“ (Abbil. 17) hergestellt. Die Abbil. 17 zeigt links die Anwendung der Latte bei der Nachprüfung der Grabenböschung 1:1,5, rechts des Gefälles des Sommerweges 1:20.

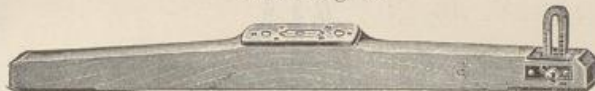
Weiter werden für den Eisenbahnbau und die Gleisüberwachung Vorrichtungen einfacher und besserer Ausführung geschaffen, die mit einer Röhrenwage

versehen sind und zum Verlegen von Schwellen, Schienen usw. dienen. Eine „Gleiswasserwage“ aus Holz von 175 cm Länge, mit 20 cm langer Eisensohle an den Enden zeigt die Abbil. 18. Eine andere Anordnung ist die Gleiswage nach Abbil. 19, die gleichzeitig für die Feststellung der „Ueberhöhung“ (s. Abschnitt F. A. III. 5.) eingerichtet ist. Ein seitlicher Bügel trägt eine Teil-

Abbildung 18.



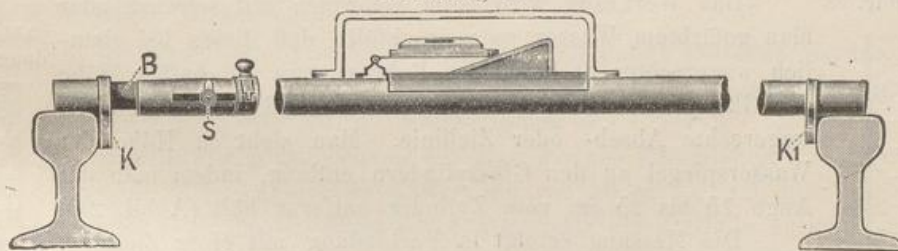
Abbildung 19.



lung von 5 zu 5 mm; wird an ihm die Röhrenwage hochgehoben, bis die Blase einspielt, so liest man an der Teilung die Größe der Ueberhöhung ab.

Neben der Höhenlage kann mit Hilfe der in Abbil. 20 dargestellten Vorrichtung nach Wessel auch die Spurweite*) der Schienenstränge ermittelt

Abbildung 20.



werden, was bei der Anlage von „Uebergangsbögen“ (s. Abschn. F. A. II. c.) und bei der Unterhaltung der Gleisanlagen von wesentlicher Bedeutung ist. Die Größe der Ueberhöhung ist hier der auf der Mitte der Vorrichtung ruhenden schiefen Ebene mit Hilfe der einspielenden Röhrenwage zu entnehmen. Die Spurweite wird mittels eines Zeigers S an einer Teilung (in der Abbildung an der Oberfläche über S) abgelesen. K und K₁ sind zwei winkelig angebrachte Anschläge, die durch eine Spiralfeder im Schieber B gegen die Innenseiten der Schienen gepreßt werden.

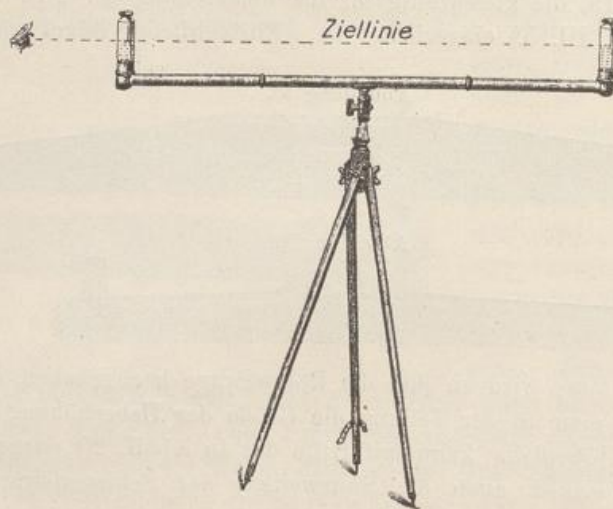
2. Kanal- und Schlauchwage.

a) Die Einrichtung der „Kanalwage“ beruht auf dem Naturgesetze, daß Flüssigkeiten in Gefäßen, die unterhalb des Flüssigkeitsspiegels miteinander verbunden sind, sich gleich hoch stellen. Hierzu wird ein 1,0 bis 1,2 m langes, 2 bis 3 cm weites Weißblech- oder Messingrohr verwendet, auf dessen kurz aufgebogene Enden offene Glaszylinder gesetzt sind (Abbil. 21). In der Mitte

*) Siehe auch: „Der Eisenbahnbau“ von K. Strohmeier, „Handbuch des Bauingenieurs“ Band IV bis VII. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig.

unter dem Metallrohr ist eine konisch zulaufende Hülse angebracht, um das Ganze auf ein dreibeiniges Gestell zu setzen.

Abbildung 21.



Abbildg. 22.



Das Werkzeug wird beim Gebrauch mit schwarz oder blau gefärbtem Wasser so weit gefüllt, daß dieses bei ziemlich wagerechter Stellung des Rohres etwa in halber Höhe der Glaszylinder steht. Die beiden Wasserflächen bilden die wagerechte Abseh- oder Ziellinie. Man sieht in Höhe der Wasserspiegel an den Glaszylindern entlang, indem man das Auge 15 bis 25 cm vom Zylinder entfernt hält (Abbil. 21).

Die Messung erfolgt in Verbindung mit einer Zieltafel, die in vier gleich große, abwechselnd schwarz und weiß gefärbte Quadrate zerlegt ist und auf einer 2 oder 3 m langen, in Zentimeter geteilten Latte, der „Schiebelatte“, verschoben werden kann, siehe Abbil. 22 mit einfacher „Strichteilung“ und Abbil. 23 mit farbiger „Felderteilung“. Die Ablesung erfolgt an der Schiebelatte in der Höhe der wagerechten Grenzlinie der vier Quadrate der Zieltafel durch einen Gehilfen, der die Tafel so lange auf Zuruf des Beobachters der Kanalwage verschiebt, bis die bezeichnete Grenzlinie von letzterem in der Richtung der Ziellinie gesehen wird. Wird dann die Zieltafel durch eine Druckschraube (in Abb. 22 auf der Rückseite) an die Latte geklemmt, so erfolgt die Entnahme des Maßes bis auf volle Zentimeter. Die in Abbil. 23 angegebene Schiebelatte hat eine einfache Rollvorrichtung zum Auf- und Abwärtsbewegen der Tafel.

Die eigentliche Höhenermittelung erfolgt im übrigen in der gleichen Weise, wie weiter für die Fernrohrwagen im Abschn. III. eingehend ausgeführt wird. Jedoch sei bemerkt,

Abbildung 23.

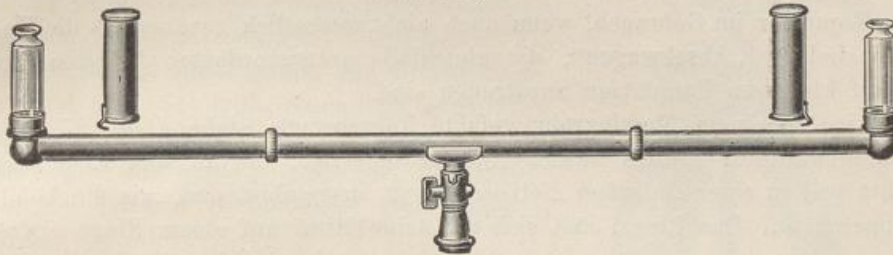


daß der auf Seite 5 genannte Abstand s zweckmäßig das Maß von 20 m nicht überschreiten soll.

Eine Kanalwage kann jeder geschickte Klempner aus Weißblech- oder Messingrohr anfertigen; für die Glasröhren lassen sich gewöhnliche Lampenzylinder verwenden, die man mit Glaserkitt oder Minium (Mennige) befestigt.

In Abbil. 24 ist eine fabrikmäßige Ausführung aus starkem Weißblech mit fester Aufsteckhülse und Kugelgelenk zu sehen. Die Glasröhren sind in Messing-

Abbildung 24.



kapseln eingelassen und sind durch abnehmbare Blechdeckel geschützt. Dazu gehört ein einfaches Dreibein nach Abbil. 21. Eine Kanalwage aus Messingrohr, dreiteilig, zum Zusammenschrauben und in einem Holzkasten untergebracht, ist weiter in Abbil. 25 zu sehen.

Soll die Kanalwage von Standpunkt zu Standpunkt getragen werden, was wenig bequem ist, dann schließt man die Gläser mit den Schutzdeckeln, die eine Gummieinlage haben, oder durch Gummihütchen ab.

Die Kanalwagen gewährleisten nur eine geringe Genauigkeit — einige Zentimeter auf die oben angegebene Entfernung von 20 m —, weil die Vertiefung der Wasseroberfläche in der Mitte der Glaszylinder die Ziellinie unsicher macht. Ihre Verwendung ist daher nur bei untergeordneten Arbeiten im Erd- und Wegebau zuzulassen. Da die Kanalwage keiner Prüfung und Berichtigung bedarf, ist sie bei kleinen Unternehmern und bei Vorarbeitern sehr beliebt.

Abbildung 25.

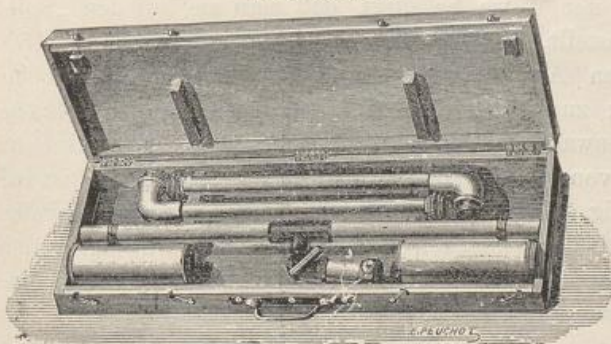
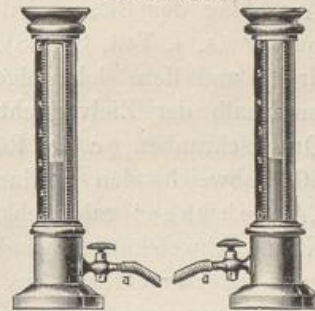


Abbildung 26.



b) Auf dem gleichen Grundsatz wie die Kanalwage beruht die „Schlauchwage“, siehe Abbil. 26. Zwei Glaszylinder sind in geschlitzte Messingrohre mit schwerem ebenem Fuß eingelassen, die an dem Schlitz mit einer Zentimeter-

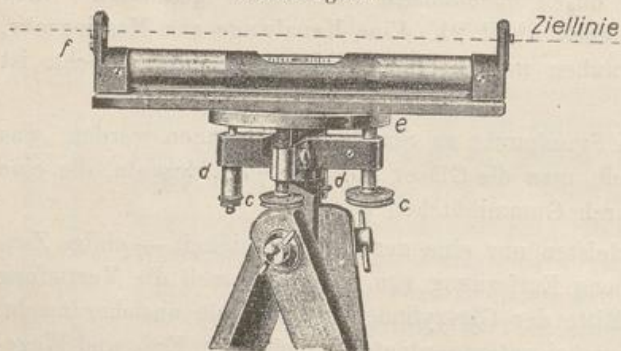
Teilung versehen sind. Die Verbindung der beiden Messingrohre wird durch einen 20 bis 25 m langen Gummischlauch (aa der Abbildung) erhalten. Die Aufstellungsorte der Schlauchgläser liegen in derselben Höhe, wenn das Wasser in ihnen an der Teilung gleich hoch steht. Die Schlauchwagen haben sich bei der Aufstellung von Maschinen und bei der Einrichtung der Grundmauern in verschiedenen, besonders auch für andere Höhenmeß-Verfahren unzugänglichen Räumen bei gleichen oder ungleichen Höhen sehr bewährt.

3. Abschwage.

Bequemer im Gebrauch, wenn auch nicht wesentlich genauer als die Kanalwagen sind die „Abschwagen“, die gleichfalls untergeordneten Arbeiten dienen und auf kleineren Bauplätzen anzutreffen sind.

Eine in einem Messingrohr gefaßte Röhrenwage, siehe Abbil. 27, ist auf einem Metalllineal mittels zweier Ansätze befestigt, die an den Enden hochgeführt und zu einer einfachen Zielvorrichtung ausgebildet sind, wie die Abbil. 28 erkennen läßt. Das Lineal läßt sich um seine Mitte auf einem Ringe e drehen

Abbildung 27.



und ist durch eine Achse mit dem Unterbau verbunden, der selbst mittels einer Hülse auf ein Dreigestell (Abbild. 21) befestigt wird.

Beim Gebrauch wird das Werkzeug vorab nach Augenmaß mit Hilfe der Beine des Dreigestells annähernd wagerecht gestellt, sodann die Röhrenwage durch die beiden Schrauben

cc (Abbil. 27), denen zwei federnde Bolzen dd entgegenwirken, zum genauen Einspielen gebracht. Das Werkzeug ist in Ordnung, sobald bei wagerechter Drehung um die Achse die Blase der Röhrenwage ihre Stellung beibehält. Ein Ausschlag der Blase wird in der Weise beseitigt, daß man sie auf den „Spiel-punkt“ (s. I. Teil, S. 108) einstellt, den oberen Teil des Werkzeuges um 180° dreht und den sich zeigenden Ausschlag durch die Berichtigungsschraubchen unterhalb der Zielvorrichtung zur Hälfte beseitigt. Wird sodann mittels der Druckschrauben cc die Röhrenwage in der letzten und in einer zu dieser um 90° abweichenden Stellung von neuem zum Einspielen gebracht, so ist die „Abschwage“ gebrauchsfertig. Gegebenenfalls ist der Vorgang zu wiederholen. Kleine Abweichungen sind bei der einfachen Anordnung des Werkzeuges nicht ganz zu vermeiden. Aus diesem Grunde ist die Röhrenwage vor jeder Ablesung zum Einspielen zu bringen.

Um weiter die Ziellinie — als wesentlichste Forderung — gleichlaufend mit der durch die Röhrenwage angegebenen Wagerechten zu stellen, wird die auch hier zur Höhenmessung erforderliche „Schiebelatte“ (s. S. 14) benutzt. Man läßt die Latte in einer Entfernung von 20 bis 30 m von der Abschwage

aufstellen, richtet die Zieltafel, wie Seite 14 bekannt gegeben ist, bei einspielender Röhrenwage in die Ziellinie ein und schreibt das abgelesene Maß, z. B. 1,25 m, auf. Hierauf vertauscht man die Zielvorrichtungen durch Drehung des Oberteiles um 180°, läßt die Röhrenwage wieder genau einspielen und macht die zweite Ablesung, etwa zu 1,35 m. Wird

nun das Maß $\frac{1,25 + 1,35}{2} = 1,30$ mit der Tafel

an der Schiebelatte eingestellt und die Zielvorrichtung bei unverändert einspielender Röhrenwage mit Hilfe der seitlichen Schraubchen so verstellt, daß die Ziellinie den Grenzstrich der Tafel (s. S. 14) trifft, dann liegt auch die Ziellinie wagerecht. Weichen die beiden obigen Ablesungen nur wenig voneinander ab, dann kann die letztere Berichtigung ganz unterbleiben.

Wie bei der Kanalarwage, so wird auch hier zweckmäßig nur mit kleinen Zielweiten (s. S. 15) gearbeitet. Die Höhenbestimmungen, die gleichfalls nach dem Verfahren der „Fernrohrwagen“ (s. Abschn. III.) durchgeführt werden, ergeben bei Entfernungen s bis 20 und 30 m, weiter sollte man nicht gehen, eine Genauigkeit von einigen Zentimetern, die für manche Zwecke ausreichend ist.

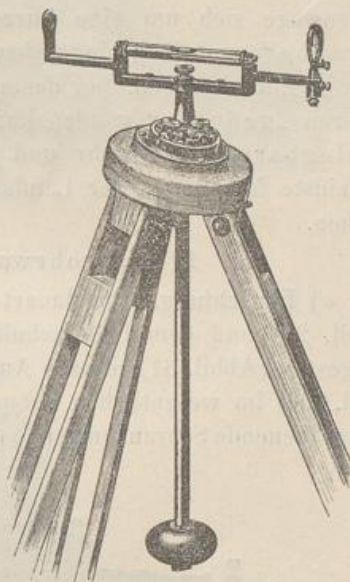
Eine einfache Absehwage sei noch in Abbil. 28 gezeigt. Durch ein starres Lot mit schwerem Gewicht wird die Zielvorrichtung bei jeder Stellung des Dreigestells selbsttätig in die Wagerechte gerichtet. Die Röhrenwage dient zur Nachprüfung der wagerechten Lage. Für kleine Bauplätze und bei Erdarbeiten ist das Werkzeug zu empfehlen.

4. Fernrohrwagen und Zubehör.

Die „Fernrohrwagen“ sind die vollkommensten Werkzeuge für Höhenbestimmungen. Sie werden der Genauigkeit entsprechend, die den Messungen von vornherein zur Bedingung gemacht wird, in einfacher Ausführung bis zur feinsten Durchbildung der einzelnen Teile hergestellt und bestehen im wesentlichen aus einer „Röhrenwage“ und einem „Zielfernrohr“, die beide in enger Verbindung, wagerecht drehbar, auf einem Dreifuße aufgebaut sind und beim Gebrauche auf einem „Dreigestell“ oder „Dreibein“ befestigt werden. Eine „Höhenlatte“, wie bei den vorbeschriebenen einfachen Höhenmessern, jedoch ohne Schiebebrett, dient der Entnahme des lotrechten Abstandes der Bodpunkte bis zur wagerechten, durch das Fernrohr angegebenen Ziellinie, je nach der Schärfe der Messung bis auf Zentimeter oder Millimeter des vorgeschriebenen Längenmaßes (s. I. Teil, S. 2).

Schewior, Feldmessen II.

Abbildung 28.



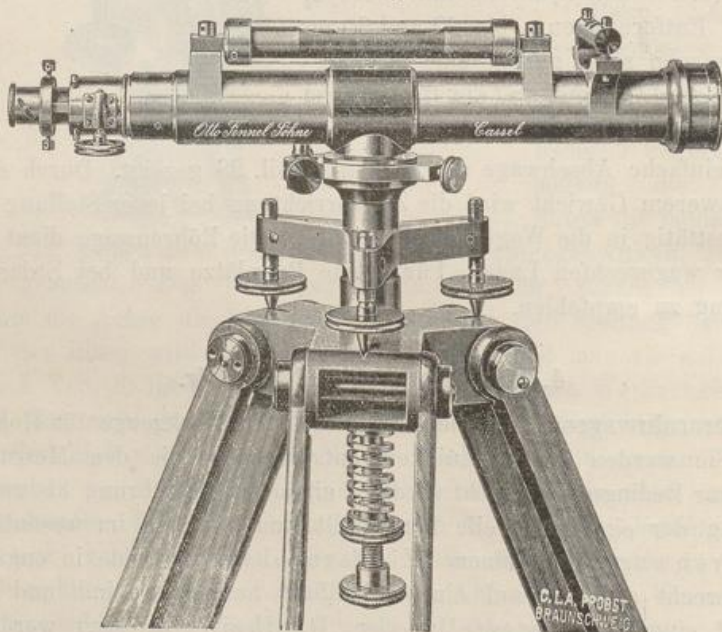
a) Die Fernrohrwagen.

Von den mannigfaltigen Abarten sollen im Nachstehenden nur einige der bekanntesten Bauweisen, soweit sie für bautechnische Arbeiten von Bedeutung sind, in Wort und Bild bekannt gegeben werden. Es sind hierunter insbesondere diejenigen Höhenmesser zu nennen, deren Fernrohr „fest“ ist, d. h. nicht drehbar um seine Längsachse, ferner diejenigen Anordnungen, deren Fernrohr samt Röhrenwage sich um eine kurze wagerechte Achse mit Hilfe einer „Kipp-schraube“ um ein geringes bewegen oder „kippen“ läßt, schließlich einige neueren Einrichtungen, bei denen Röhrenwage und Fernrohr um die Achse des letzteren „gedreht“ werden kann. Von den sonstigen Anordnungen, z. B. mit „umlegbarem“ Fernrohr und fester oder loser Röhrenwage, die vornehmlich für feinste Messungen der Landesaufnahmen in Betracht kommen, wird hier abgesehen.

1. Fernrohrwagen mit festem Fernrohr.

a) **Einrichtung.** Die Bauart eines solchen Instrumentes ist aus der Ansicht*) (Abbil. 29) und dem Längsschnitte (Abbil. 30) zu ersehen. Hinzu kommt das Dreigestell (Abbil. 31), dessen Ausführung derjenigen für den Theodoliten (I. Teil, Abbil. 196) im wesentlichen entspricht, dem aber die zur Befestigung des Instrumentes dienende Schraubenstange (b Abbil. 30) gewöhnlich angehängt ist (Abbil. 31).

Abbildung 29.

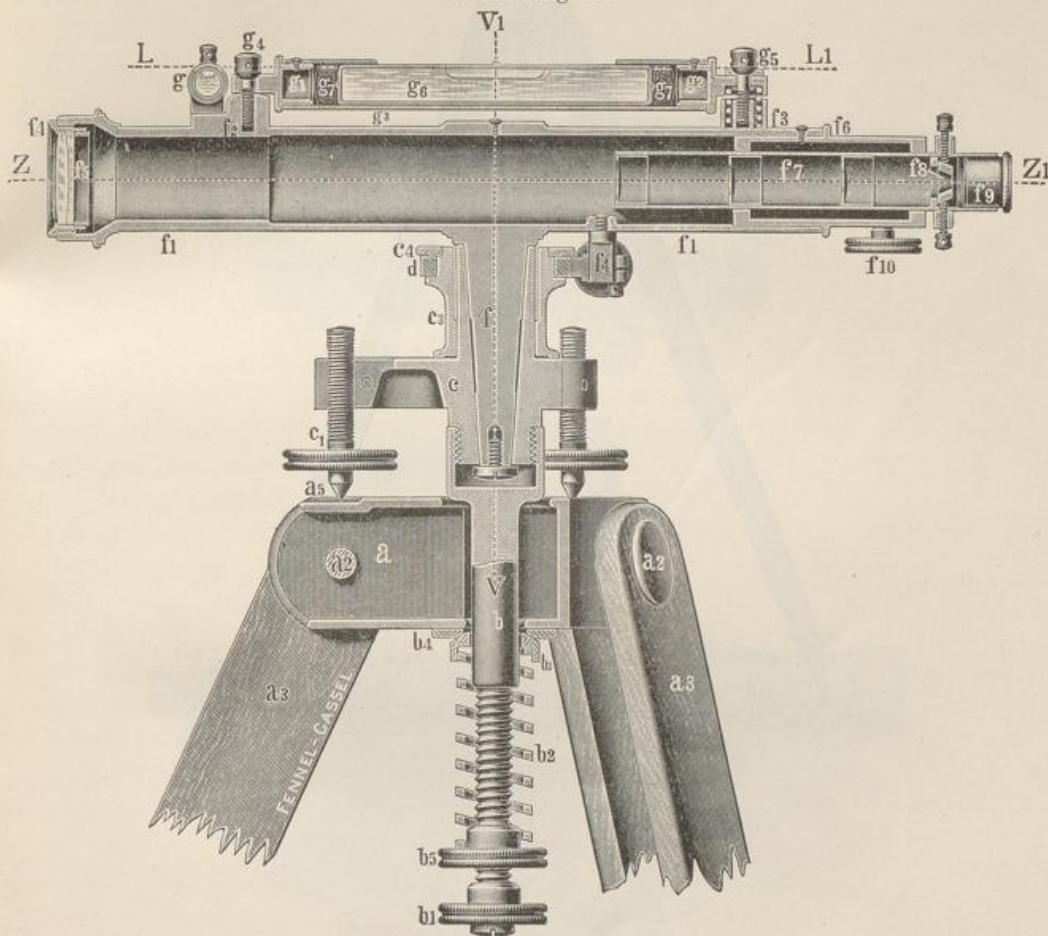


Auf der Oberfläche des Dreigestell-Kopfes sind drei nach unten spitz zulaufende Rillen eingearbeitet (Abbil. 30), in die die Fernrohrwage mit den Spitzen der Dreifuß-Stellschrauben eingesetzt wird (Abbil. 29). Das Meßwerkzeug wird

*) Siehe: Geodätische Instrumente von Adolf Fennel, Heft I, Nivellierinstrumente. Verlag von Konrad Wittwer, Stuttgart 1910.

auf dem Kopfe des Gestells mit Hilfe der Schraubenstange b (Abbil. 30) festgehalten. Nach Anschrauben an die Dreifußbuchse c wird die Spiralfeder b₂,

Abbildung 30.



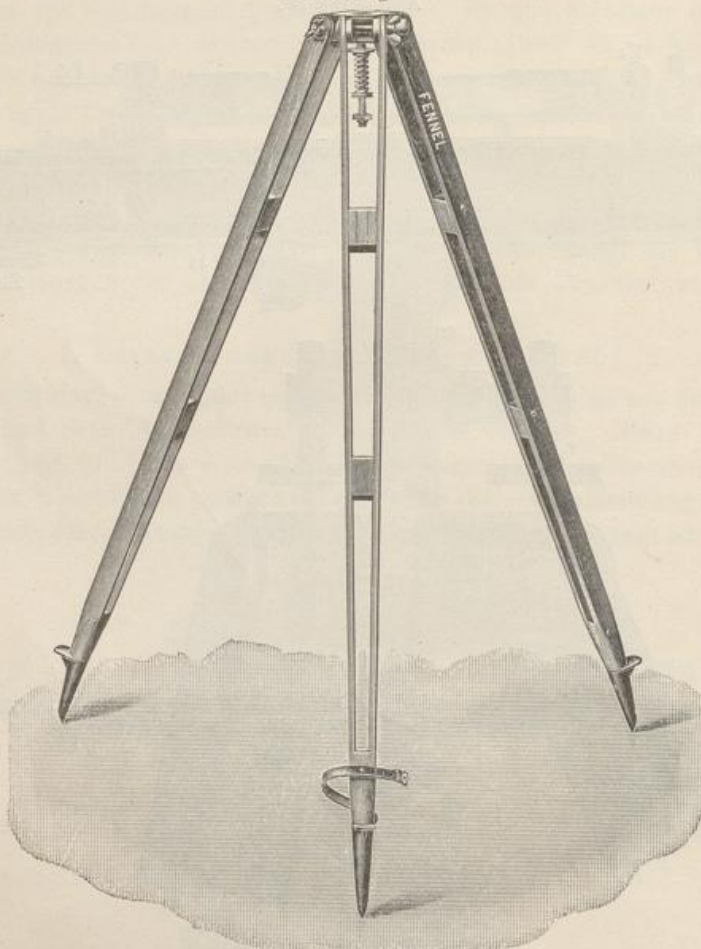
die sich gegen die abgerundete Scheibe b₃ und gegen die weitere Scheibe b₄ stützt, gespannt. Die Verbindung von Dreibein und Fernrohrwage ist nicht starr, vielmehr ist es möglich, mittels der Stellschrauben c₁ den aufstehenden Höhenmesser nach Maßgabe der Röhrenwage einzustellen.

Die Buchse c des Dreifußes wird in ihrem oberen Teile von einem Mantelstück c₃ umschlossen; um letzteres ist ein Klemmring d gelegt, der durch eine darüberliegende Scheibe c₄ festgehalten wird. Das Mantelstück c₃ schließt nur unten dicht an die Dreifußbuchse an. Der obere Teil steht etwas ab, damit durch das Anziehen der Klemmschraube d₁ (Abbil. 32) der Ring d (Abbil. 30) keine Pressungen auf die Drehachse f des Werkzeuges ausübt, die den Gang der Achse beeinflussen.

Die Abbil. 32 zeigt den Klemmring d von oben. Man sieht die schon erwähnte Klemmschraube d₁, das Bremsklötzchen d₂, das Federgehäuse d₃ mit dem Federstift d₄ und die Feinstellschraube d₅. Letztere lehnt sich für die

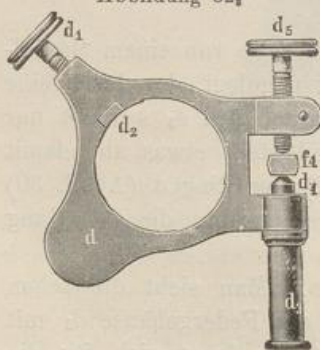
wagerechte Drehung gegen den auch in Abbil. 30 dargestellten Anschlagstift f_4 , der in dem Fernrohre eingeschraubt ist.

Abbildung 31.



Der Fernrohrkörper f_1 mit den Ansätzen f_2 und f_3 zur Befestigung der Röhrenwage g_6 und die Drehachse f (Abbil. 30) werden in der Regel als einziges

Abbildung 32.



Gußstück aus harter Bronze hergestellt. Die beiden Metallstöpsel g_1 und g_2 , die das Rohr g_3 der Röhrenwage g_6 aufnehmen, sind durch die Schrauben g_4 und g_5 mit den Ansätzen f_2 und f_3 an dem Fernrohrkörper befestigt. Der Ansatz f_2 zeigt oben eine schwache Wölbung, so daß die Röhrenwage ein wenig gekippt werden kann, wenn die Richtschraube g_5 , der eine kräftige Spiralfeder entgegenwirkt, angezogen oder gelüftet wird. Die mit einer Einteilung versehene und mit Schwefeläther gefüllte Röhren-

Abbildung 33.



wage g_6 ruht in dem Rohre g_3 , in diesem durch Gips g_7 festgehalten. Neben der eigentlichen „Einwäge-Röhrenwaage“ g_6 sitzt quer eine kleine Röhrenwaage g (im Querschnitte sichtbar), die zur Erleichterung der Aufstellung dient (s. a. Abbild. 39 mit Dosenwaage).

Abbildung 34.

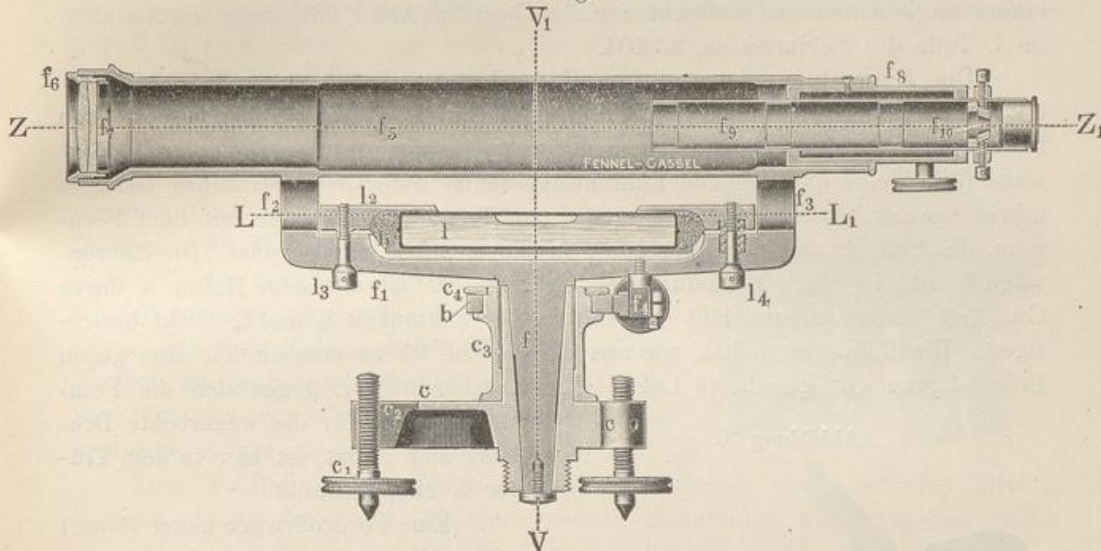
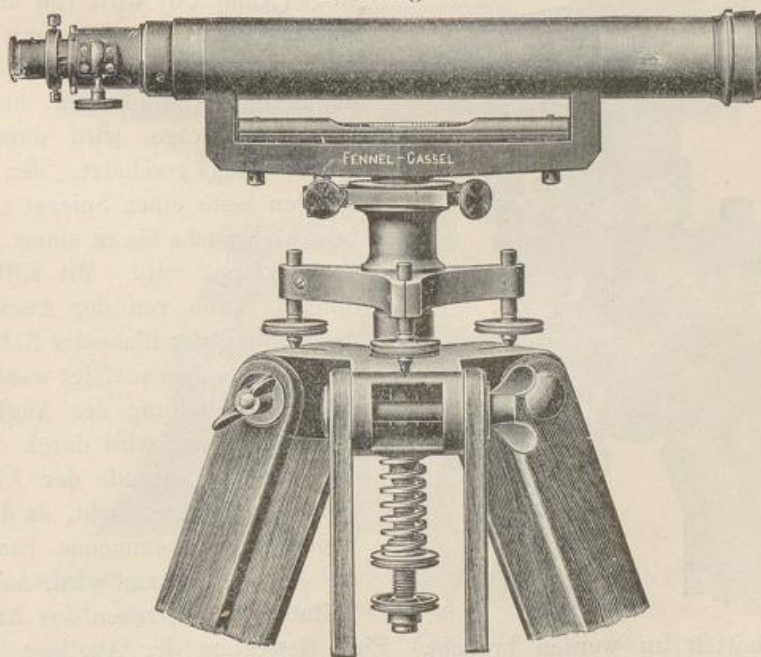


Abbildung 35.

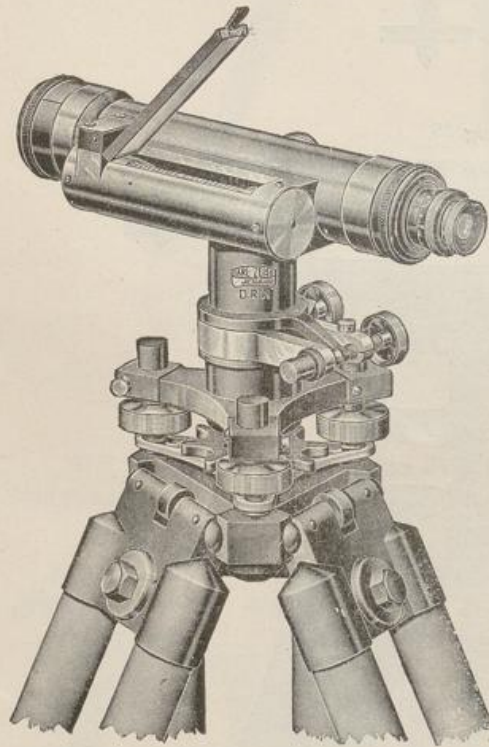


Der Fernrohrkörper f_1 ist an einem Ende etwas erweitert; hier ist die Fassung f_4 , die die „Fernlinse“ f_5 enthält, eingeschraubt. Am anderen Ende sitzt das Rohrstück f_6 fest eingepaßt und eingeschraubt. In diesem gleitet das

Rohr f_7 , das die Fadenblende f_8 mit dem „Fadenkreuz“ und die „Auglinse“ f_9 enthält. Längs des Rohres ist seitlich eine in der Abbil. 30 nicht sichtbare Zahnstange (s. z in Abbil. 44) angebracht, in die eine Triebsschraube mit dem Kopfe f_{10} eingreift. Ueber die Zusammensetzung der Fern- und Auglinse, sowie über die Einrichtung der Fadenblende und des Fadenkreuzes, das hier nur aus einem wagerechten und aufrechten Faden besteht (Abbil. 33), siehe die Angaben im I. Teile des Feldmessens, S. 104.

Die Einrichtung einer zweiten Fernrohrwage (Abbil. 34 und 35), die im übrigen die gleiche Messungsgenauigkeit (s. Abschn. III. 7) wie das oben beschriebene bietet, unterscheidet sich von jenem darin, daß wegen der Lagerung der Röhrenwage (die kleine querliegende Röhrenwage fehlt) unter dem Fernrohre letzteres mittels zweier Stützen f_2 und f_3 auf einem Träger f_1 ruht, der mit dem Fernrohr, den Stützen und der Stehachse f in einem Stück gegossen ist. Die Röhrenwage l ruht in einer Vertiefung des Trägers; sie ist mit dem Halter l_2 durch Gips fest verbunden und läßt sich mittels der Schrauben l_3 und l_4 leicht berichtigen. Die Röhrenwage hat, wie aus der Abbild. 35 zu ersehen ist, eine gegen Beschädigung gut gesicherte Lage. Der Anschlagstift f_4 , gegen den die Feinstellschraube für die wagerechte Drehung sich stützt, ist hier in dem Träger f_1 eingeschraubt.

Abbildung 36.



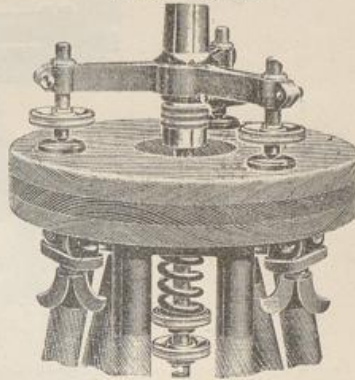
Eine Fernrohrwage neuer Bauart mit seitlicher Anordnung der Röhrenwage (Abbil. 36) wird von den Werkstätten C. Zeiß in Jena mit gleicher Meßgenauigkeit wie die beiden vorherwähnten Anordnungen hergestellt. Die Röhrenwage wird durch einen Metaldeckel geschützt, der an der unteren Seite einen Spiegel trägt und beim Gebrauche bis zu einem Anschlag hochgeklappt wird. Mit Hilfe dieses Spiegels kann von der Auglinse aus die Stellung der Blase der Röhrenwage jederzeit bequem verfolgt werden. Die scharfe Einstellung der Auglinse auf das Fadenkreuz wird durch eine Teilung am Außenrande der Auglinsenfassung sehr vereinfacht, da die jedem Beobachter zukommende Einstellung, die einmal bestimmt wird, nur an der Teilung durch Drehen des Auglinsen-

kopfes ermittelt zu werden braucht. Eine Bewegung der Auglinse mit dem Fadenkreuze entsprechend der Zielweite (s. S. 28) ist durch Einfügung einer weiteren Linse im Fernrohrkörper, der „Schaltlinse“ (C in Abbil. 65), vermieden. Durch Drehen einer seitlich in der Mitte des Fernrohrs (s. Abbil. 36 rechts)

angebrachten Triebsschraube bewirkt die Schaltlinse die scharfe Sichtbarmachung der Höhenlatte in der feststehenden Fadenkreuzebene.

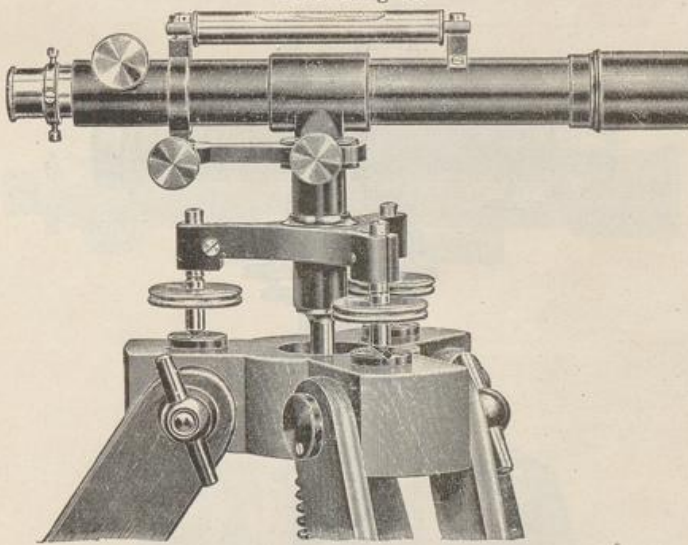
Die Befestigung auf dem Dreigestell erfolgt hier mit Hilfe einer Sternschraube, die mäßig angezogen wird, nachdem die Fernrohrwage einem kleinen sehr handlichen Kasten entnommen und mit den Spitzen der Dreifuß-Stellschrauben in die Nuten des Kopfes des Gestells gesetzt worden ist. Das Dreigestell ist so gearbeitet, daß durch eine einzige Schraube der Gang der drei Beine, die an dem Gestellkopfe mittels Kugelgelenke ansitzen, gleichzeitig geregelt wird. Der Gang wird zweckmäßig so eingerichtet, daß die Beine bei einer Spreizung von etwa 0,5 m nicht von selbst zusammenklappen. Dadurch wird die Aufstellung des Höhenmessers (s. S. 51), der auch mit einer Dosenwage (s. Abbil. 39) geliefert wird, sehr erleichtert. Ein ähnliches, seit einigen Jahrzehnten viel gebrauchtes Dreibein ist das Bonner Gestell (Abb. 37) nach Prof. Rheinherz, das beim Ankauf einer Fernrohrwage stets verlangt werden sollte.

Abbildung 37.



Eine wohlfeile, doch leistungsfähige Einrichtung der bewährten älteren Formen sei in der Abbil. 38 ohne weitere Erläuterung wiedergegeben. Eine

Abbildung 38.

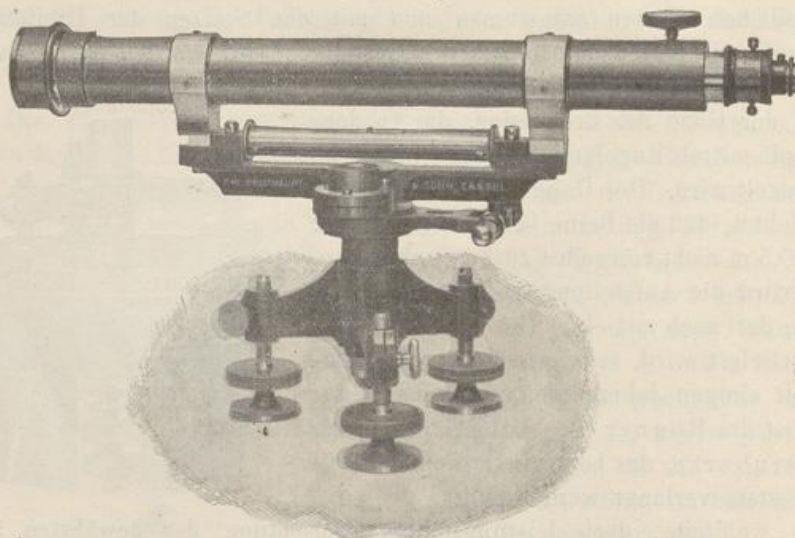


ähnliche Anordnung, jedoch mit tiefliegender, daher nach außen geschützter Röhrenwage und seitlicher Dosenwage ist weiter in Abbil. 39 zu sehen. Für Reisen ist auch die einfache Fernrohrwage nach Abbil. 40 mit dem Dreibein Abbil. 41 zu empfehlen.

Für kleinere, nicht über den Bauplatz hinausreichende Arbeiten werden von jeder Feinwerkstatt (siehe Anhang unter Nr. II) einfache Fernrohrwagen

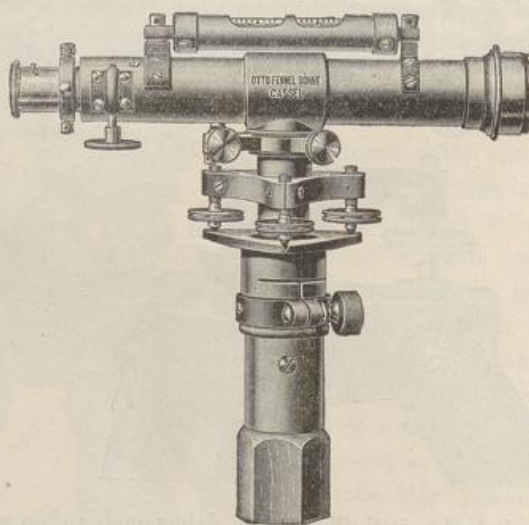
zu ganz mäßigen Preisen in großer Zahl angeboten. Die Abbildungen 42 und 43 zeigen derartige Einrichtungen. Hier fehlen oft Klemm- und Fein-

Abbildung 39.



stellschrauben (s. Abbil. 42) zur wagerechten Drehung, sonst sind aber alle Zubehörteile vorhanden, insbesondere also auch die Berichtigungsschrauben der

Abbildung 40.



Röhrenwage und des Fadenkreuzes, ohne die keine Fernrohrwage gekauft werden sollte.

β) Prüfung und Berichtigung. Jede Fernrohrwage mit festem Fernrohr muß in gebrauchsfertigem Zustande die nachstehenden zwei wesentlichen Forderungen erfüllen:

Abbildung 41.

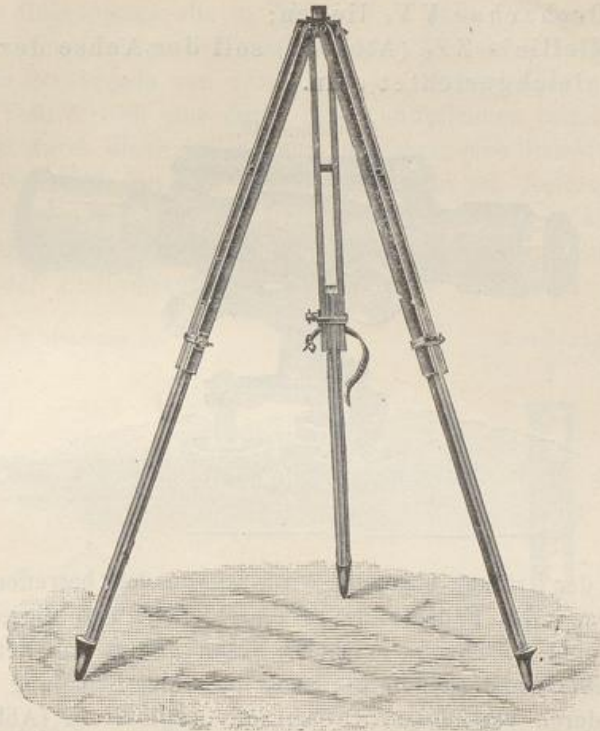
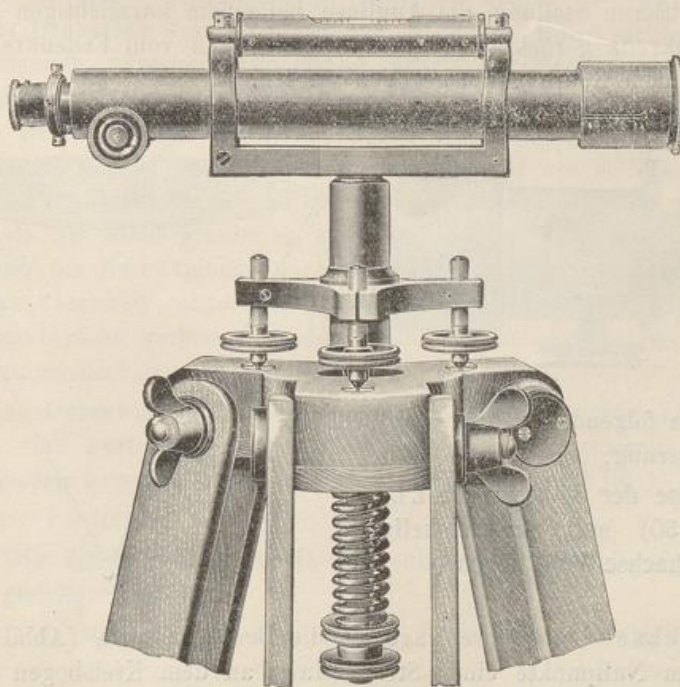
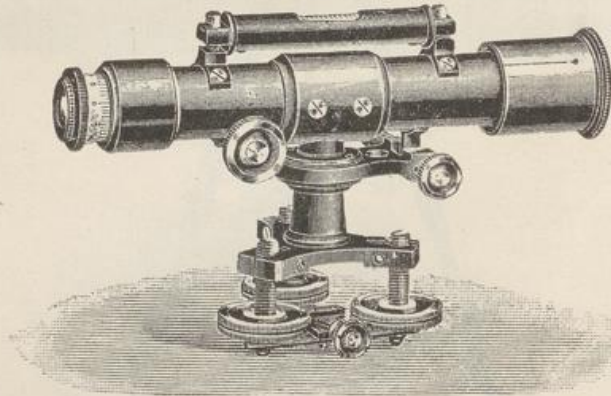


Abbildung 42.



1. Die Achse der Röhrenwage LL_1 (Abbil. 30) soll rechtwinkelig zur Drehachse VV_1 liegen;
2. Die Ziellinie ZZ_1 (Abbil. 30) soll der Achse der Röhrenwage LL_1 gleichgerichtet sein.

Abbildung 43.



Bevor mit der Prüfung begonnen wird, ist von dem betreffenden Beobachter die Auglinse gegen das Fadenkreuz so einzustellen, daß dieses seinem Auge scharf begrenzt und tiefschwarz erscheint. Man richtet das Fernrohr auf eine helle Fläche (weiße Wand oder dergl., auch die weiße Bemalung der Höhenlatte) und verschiebt durch vorsichtiges Drehen die Auglinse m (Abbil. 44) in dem Rohr o (oder f_9 in f_7 Abbil. 30), wobei der Kopf einer kleinen Führungsschraube n , wenn eine solche vorhanden, in einem Schlitz des Rohres gleitet. Dabei muß aus einer mittleren Stellung die Auglinse bei einem kurzsichtigen Auge näher an das Fadenkreuz gerückt, bei einem weitsichtigen vom Fadenkreuz entfernt, also hier aus dem Rohre herausgezogen werden.

Abbildung 44.

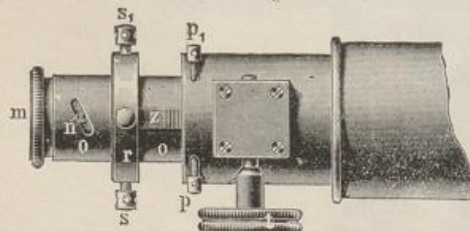
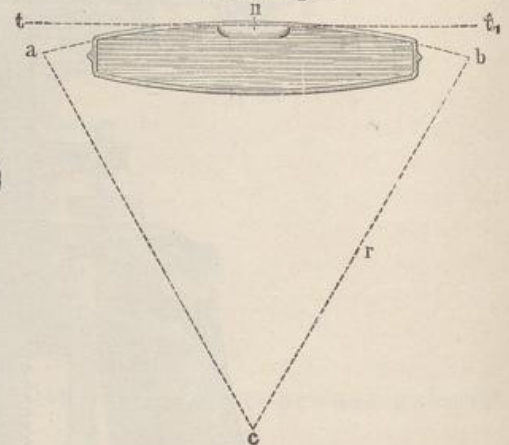


Abbildung 45.



Die nun folgende Prüfung wird mit der Forderung:

1. Die Achse der Röhrenwage LL_1 (Abbil. 30) soll rechtwinkelig zur Drehachse VV_1 liegen

begonnen.

Als „Achse“ der Röhrenwage ist die Berührende tt_1 (Abbil. 45) aufzufassen, die im Nullpunkte einer Strichtheilung an dem Kreisbogen gedacht ist,

nach welchem die Röhrenwage innen ausgeschliffen ist. Die Abbil. 45 zeigt die Krümmung der Röhrenwage, die in Wirklichkeit außen zylindrisch erscheint und nur im Innern einen schwach tonnenförmigen Ausschliff aufweist, stark übertrieben, um die Berührende von dem Bogen zu unterscheiden. Wird als „Spielpunkt“ (s. I. Teil, S. 108) eine durch einen auffallenden Strich (Abbil. 45) oder durch die meist durch einen freien Raum unterbrochene Strichteilung (Abbil. 46), die durchweg in Abständen von 2 mm angebracht ist, festgesetzt, so wird zunächst das Fernrohr des auf dem Dreigestell befestigten Höhenmessers gleichlaufend zu zwei Stellschrauben des Dreifußes (Abbil. 46) gestellt und die Röhrenwage mittels der Stellschraube s_1 oder s_2 zum Einspielen gebracht. Dann

Abbildung 46.

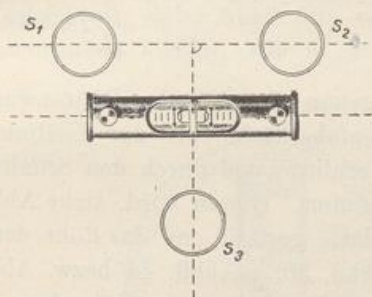
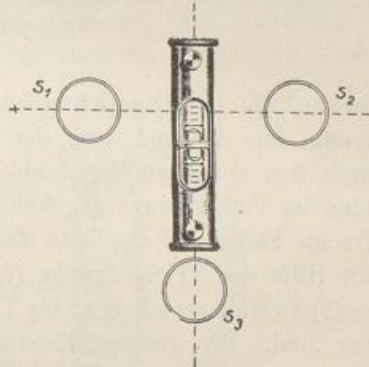


Abbildung 47.



wird das Fernrohr um 180° gedreht, so daß Auglinse und Fernlinse vertauscht sind; spielt die Blase wieder ein, so steht die Achse der Röhrenwage rechtwinkelig zur Drehachse des Höhenmessers. Wenn die Blase nicht einspielt, wird der sich zeigende Ausschlag zur Hälfte mittels der Berichtigungsschrauben an der Röhrenwage (g_5 in Abbil. 30, l_4 in Abbil. 34), zur anderen Hälfte an einer der beiden Dreifußstellschrauben s_1 oder s_2 (Abbil. 46) beseitigt. Dreht man weiter, in jedem der beiden Fälle oben, das Fernrohr um 90° (nach Abbil. 47) über die dritte Stellschraube s_3 und beseitigt den ganzen sich hier zeigenden Ausschlag mittels der Stellschraube s_3 , dann ist die Fernrohrwage fertig zum Gebrauch, wenn die Berichtigung in allen Teilen gut durchgeführt ist. Wird der Höhenmesser vorsichtig wagerecht gedreht, so darf die Blase der Röhrenwage den Spielpunkt nicht verlassen, anderenfalls ist das angegebene Berichtigungsverfahren zu wiederholen.

Ist eine Dosenwage (Abbil. 39) oder eine kleine Querwage (Abbil. 29) vorhanden, so sind auch diese nach Berichtigung der Röhrenwage mittels ihrer Richtschraubchen zum Einspielen zu bringen, falls es nötig ist.

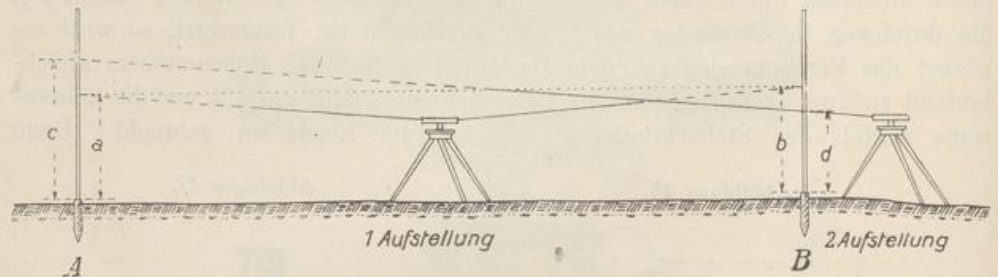
Um der Forderung:

2. Die Ziellinie ZZ_1 (Abbil. 30) soll der Achse LL_1 der Röhrenwage gleichgerichtet sein

zu entsprechen, werden auf einer ebenen Strecke zwei Holzpfähle A und B (Abbil. 48) mit glattgeschnittenen Köpfen in einem Abstände von 80 bis 100 m

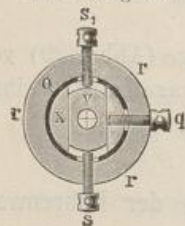
in den Boden geschlagen. In der Mitte zwischen den Pfählen wird die nach 1. bereits berichtigte Fernrohrwage aufgestellt, wobei eine der Dreifußstellschrauben in die Richtung der Ziellinie gebracht wird. Nun wird eine „Höhenlatte“ (s. S. 41) auf den Pfahl A lotrecht (Hilfsmittel hierzu s. S. 47) aufgestellt, das

Abbildung 48.



Fernrohr auf die Latte gerichtet und bei genau einspielender Röhrenwage am Fadenkreuz der Abstand von der Pfahlkopfoberfläche bis zur Ziellinie, die hier durch den optischen Mittelpunkt der Fernlinse und durch den Schnittpunkt der Fäden im Fadenkreuze gegeben ist, bestimmt. Hierzu wird, siehe Abbil. 50, der aufrechte Faden auf die Mitte der Höhenlatte gestellt und das Rohr der Auglinse mit Hilfe der Triebsschraube (f_{10} in Abbil. 30, t Abbil. 44 bzw. Abbil. 36 siehe S. 22) so weit verschoben, bis Teilung und Bezifferung der Höhenlatte scharf zu sehen sind. Die richtige Einstellung wird gefunden, wenn beim Auf- und Abbewegen des Auges vor der Auglinse keine Verschiebung der Lattenteilung wahrzunehmen ist. An dem wagerechten Faden wird sodann die Ablesung vorgenommen, die sich beispielsweise nach Abbil. 50 zu $a = 0,455$ m ergibt, wobei m, dm und cm abgelesen, die mm geschätzt werden. Wird weiter die Höhenlatte auf den Pfahl B gebracht, hier lotrecht gestellt, das Fernrohr nach B gerichtet und bei wieder scharf einspielender Röhrenwage b abgelesen, so wird durch das hier vorgenommene „Einwägen aus der Mitte“ auch bei einer Ziellinie, die gegen die Wagerechte geneigt ist, der richtige Höhenunterschied der beiden Punkte A und B nach $a - b$ erhalten. Wird hierauf die Fernrohrwage sehr nahe hinter B (Abbild. 48) gestellt, um noch einmal den Höhenunterschied zwischen A und B aus dieser Stellung zu ermitteln, so entspricht der Höhenmesser auch der zweiten Forderung, sobald der hier bestimmte Höhenunterschied $c - d = a - b$ ist. Trifft dies nicht zu, so ist die

Abbildung 49.



Ablesung (c) = $a - b + d$ mittels des wagerechten Fadens an der auf A stehenden Höhenlatte durch Senken oder Heben des Fadenkreuzes herbeizuführen. Diese Verschiebung wird durch die in Abbil. 44 und 49 mit s und s_1 bezeichneten Schraubchen vorgenommen.

Beispiel. Gemäß Abbil. 48 sei $a = 1,561$, $b = 1,234$ beobachtet, dann ist der Höhenunterschied $a - b = 1,561 - 1,234 = 0,327$ m. In der zweiten Aufstellung (Abbil. 48) sei $c = 1,425$, $d = 1,090$ und $c - d = 0,335$ m; entsprechend

$$c - d = a - b \text{ ist also } 0,335 = 0,327.$$

Es folgt hieraus, daß die Ziellinie nicht wagerecht ist. Soll dies der Fall sein, so ist eine Verschiebung des Fadenkreuzes nach

$$(c) = a - b + d = 1,561 - 1,234 + 1,090 = 1,417 \text{ m}$$

so vorzunehmen, daß das Maß $(c) = 1,417 \text{ m}$ der Höhenlatte auf A in die Ziellinie, hier also in den wagerechten Faden fällt. In der Regel wird die Messung von c und d und die Einstellung gemäß (c) wiederholt.

Eine dritte wichtige Forderung, die aber in der Werkstatt beim Zusammensetzen der Fernrohrwage auch für die spätere Zeit genügend erfüllt wird, ist die rechtwinkelige Lage des wagerechten Fadens im Fadenkreuze zur Drehachse. Sie ist notwendig, damit der Faden den Teilungsstrichen der lotrecht stehenden Höhenlatte gleichgerichtet ist und dadurch die Schätzung der Millimeter erleichtert, siehe Abbil. 50; schlecht ist Abbil. 51. Wo besondere Berichtigungsschrauben hierfür, wie in Abbil. 44 p_1 und p_2 , vorhanden sind, wird

Abbildung 50.

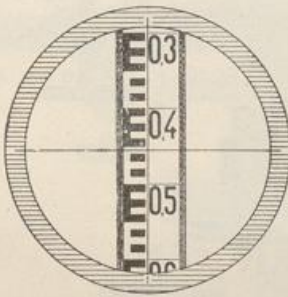
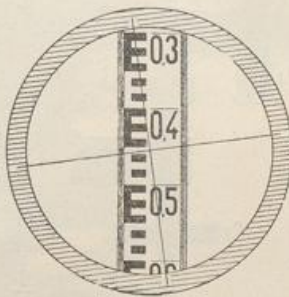


Abbildung 51.



zur Prüfung der wagerechte Faden scharf auf einen beliebigen Punkt (z. B. auch auf einen Teilstrich der Höhenlatte) eingestellt und das Fernrohr des lotrecht gestellten Höhenmessers mittels der Feinstellschrauben (d_5 in Abbil. 32 oder siehe Abbil. 36) ein wenig um die Drehachse gedreht; der Faden darf den angezielten Punkt nicht verlassen. Eine Abweichung wird mit Hilfe der genannten Richtschrauben (p und p_1 der Abbil. 44) beseitigt, die man wechselweise lüftet und anzieht, bis der Faden in seiner ganzen Länge mit dem fraglichen Punkte in Deckung bleibt. Durch die Berichtigung wird das Rohr o der Auglinse um seine Längsachse gedreht. Damit dessen weitere wagerechte Verschiebung nicht gehindert wird, dürfen die Schrauben pp_1 , die auf die Zahnstange z (Abbil. 44) einwirken, nicht scharf angepreßt werden.

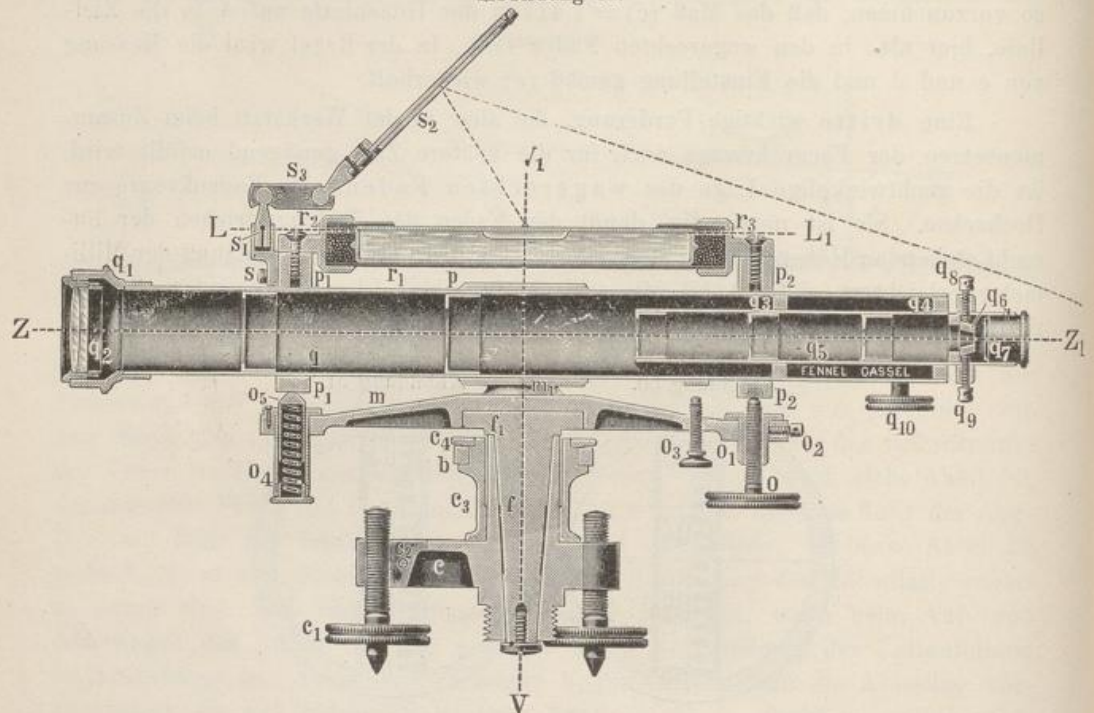
Die Berichtigungsschrauben der in Abbil. 36 dargestellten Fernrohrwage von C. Zeiß für das Fadenkreuz sind erst nach Abschrauben eines schwarzgeränderten Ringes am Fernrohrkörper zugänglich.

2. Fernrohrwagen mit kippbarem Fernrohr.

a) Einrichtung. Das Fernrohr läßt sich mit der aufsitzenden oder seitlich angeordneten Röhrenwage um eine kurze wagerechte Achse mittels einer „Kippschraube“ einige Grade fein bewegen oder „kippen“.

Ein Höhenmesser dieser Art ist in einem Längsschnitte*) (Abbil. 52), in einem Querschnitte (Abbil. 53) und in der Ansicht (Abbil. 54) zu sehen. Drei-

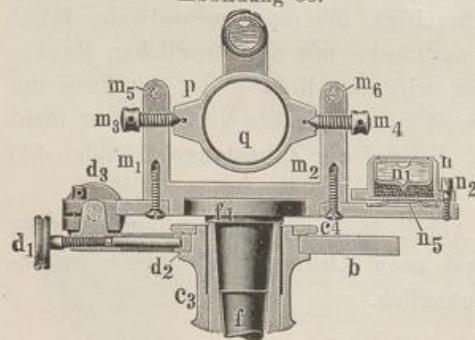
Abbildung 52.



gestell und Dreifuß zeigen keine besonderen Eigentümlichkeiten, doch sei hier auf das Bonner Gestell (Abbil. 37 und Seite 23) besonders hingewiesen.

Wie aus den Abbildungen 52 und 53 zu ersehen ist, sitzt auf der Drehachse f ein Flansch f_1 mit dem Träger m und zwei niedrigen Fernrohrstützen m_1 und m_2 . Letztere werden von den

Abbildung 53.



Spitzenschrauben m_3 und m_4 durchdrungen, zwischen denen die kurze wagerechte Fernrohrachse p gekippt wird. Eine unbeabsichtigte Lösung der Spitzenschrauben wird durch die Klemmschrauben m_5 und m_6 verhindert. Der Träger m zeigt an einem Ende eine feingängige „Kippschraube“ o , deren Mutter o_1 aufgeschnitten ist und durch die Klemmschraube o_2 zusammenge-

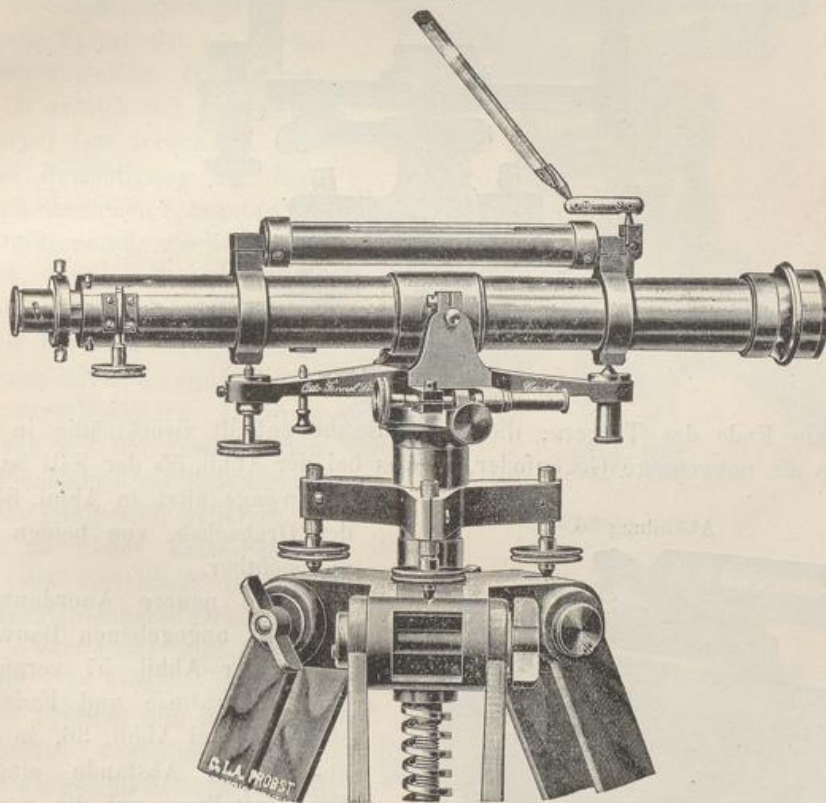
drückt werden kann, um den Gang der Kippschraube zu regeln. Neben der Kippschraube sitzt eine Entlastungsschraube o_3 , die beim Fortschaffen der Fernrohrwage im Felde soweit eingeschraubt wird,

*) Siehe: „Geodätische Instrumente“. Von Adolf Fennel. Heft I. Nivellier-Instrumente. Verlag von Konrad Wittwer, Stuttgart 1910.

bis ihr Ende das Fernrohr berührt und die Spitze der Kippschraube frei liegt. Am anderen Ende des Fernrohrträgers befindet sich ein Federgehäuse o_4 , dessen federnde Hülse o_5 das Fernrohr stets nach oben drückt.

Außer der Röhrenwage r_1 , die auf dem Fernrohr mit den beiden Schrauben r_2 und r_3 unverrückbar befestigt ist, führt die Gruppe dieser Instrumente stets

Abbildung 54.



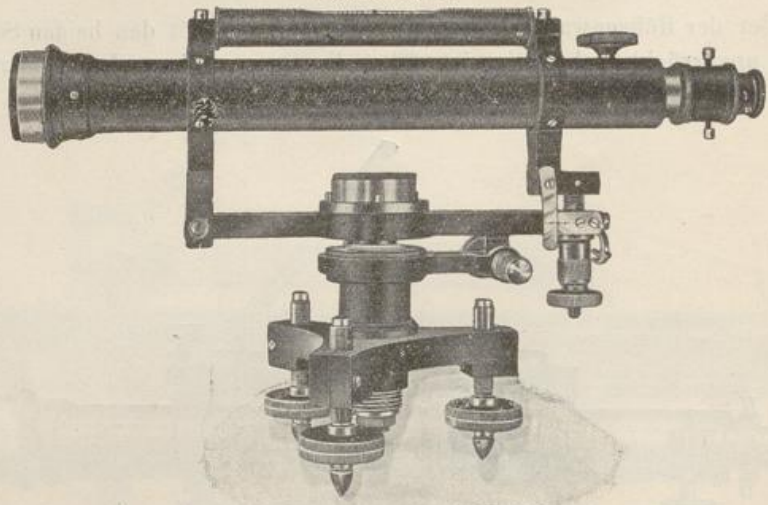
eine Dosenwage, die (s. n in Abbil. 53) in Verbindung mit der Drehachse, also sonst unabhängig vom Fernrohr angebracht ist. Die Dosenwage ist in der Regel mit drei Richtschrauben n_2 , n_3 und n_4 (in Abbil. 53 nur n_2 sichtbar) befestigt, denen eine dreilappige Blattfeder n_5 entgegenwirkt.

Mit Vorteil werden Instrumente dieser Art nur unter Verwendung eines Spiegels benutzt. Letzterer sitzt hier, s. Abbil. 52, in einem Ansatzstück s , das senkrecht und wagerecht durchbohrt ist, so daß sich der zylindrische Zapfen s_1 des Spiegels entweder oben (Abbil. 52) oder von beiden Seiten (ähnlich Abbil. 56) in das Ansatzstück s einsetzen läßt. Der Spiegel läßt sich außerdem noch um ein doppeltes Kugelgelenk s_3 drehen; hierdurch kann er leicht so eingestellt werden, daß man die Blase der Röhrenwage sieht, ohne das Auge vom Fernrohre entfernen zu müssen.

Eine ähnliche Einrichtung, die leicht zu verfolgen ist, zeigt die Fernrohrwage mit Kippschraube und Spiegel (Abbil. 55) der Werkstätten Breithaupt

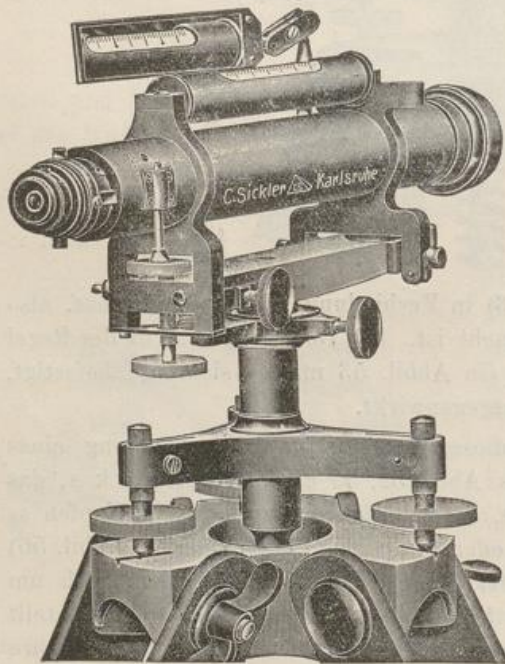
& Sohn in Cassel und die Abbil. 56 aus der Werkstatt C. Sickler in Karlsruhe in Baden. Die Kippung erfolgt in beiden Fällen um eine wagerechte

Abbildung 55.



Achse am Ende des Trägers; die Kippschraube enthält zweckmäßig in einem Gehäuse die notwendige Gegenfeder, wie es bei der Abbil. 55 der Fall ist. Die

Abbildung 56.



Dosenwage sitzt in Abbil. 55 über der Drehachse, von beiden Seiten gut sichtbar.

Eine neuere Anordnung der zuletzt angegebenen Bauweise ist in der Abbil. 57 veranschaulicht. Fernlinse und Fadenkreuz sind, wie bei Abbil. 36, in unveränderlichem Abstände eingebaut. Die Einstellung auf die veränderliche Zielweite erfolgt im Fernrohr durch eine mit Zahntrieb verschiebbar angeordnete „Schaltlinse“ (s. C in Abb. 65). Die Auglinse wird in üblicher Weise in einer schrägen Schlitzführung auf das Fadenkreuz scharf eingestellt und gegebenenfalls mit einer kleinen Schraube festgeklemmt (wie Abb. 44). Das Instrument, unter der Bezeichnung „Tulla“ von der schon oben genannten Feinwerkstatt C. Sickler

eingeführt, ist in einem kleinen Kasten (23 : 15 : 10 cm) untergebracht und wird mit einem Muttergewinde der Fußplatte auf das Dreigestell geschraubt. Beim

Einlegen in den Kasten wird die an die Kippschraubenmutter sichtbare Strichmarke eingestellt, da in dieser Stellung die Kippschraube während der Beförderung entlastet bleibt.

Die lotrechte Stellung der Drehachse mittels der Dosenwage, die ganz aus Glas ist (s. I. Teil, S. 82), wird rasch durch zwei Dreifuß-Stellschrauben bei gegenwirkender Spiralfeder am dritten Fuß bewerkstelligt. Die Röhrenwage ist seitlich mit dem Fernrohrkörper fest verbunden. Die für die Berichtigung der Ziellinie erforderlichen Schrauben an der Auglinse sind, wie bei Abbildung 36, durch eine geriefte, abschraubbare Mutter verdeckt.

Die Fernrohrwage Abbil. 57 wird auch mit dem gewöhnlichen, wohl zuverlässigsten Dreifuße und auch mit der gewöhnlichen Schraubenstange zur Befestigung auf dem Dreigestell geliefert.

Eine kleine Reise-Fernrohrwage, die vorteilhaft mit einem zusammenschiebbaren Dreibein (Abbil. 41) verwendet wird, ist noch in Abbil. 57a veranschaulicht.

β) Prüfung und Berichtigung.

Die beiden wesentlichen Bedingungen, die gemäß Seite 26 zu stellen sind, haben auch hier ihre Gültigkeit. Eine Unterscheidung jedoch, die sich auch beim Gebrauche (s. S. 52) zeigt, ist insofern zu machen, als die lotrechte Stellung der Drehachse nur mit Hilfe der Dosenwage herbeigeführt wird, während die Ziellinie des Fernrohrs durch die Röhrenwage in die geforderte Wagerichte gebracht wird.

Die Prüfung erfolgt zunächst für die Forderung

1. Die Berührungsebene der Dosenwage soll rechtwinkelig zur Drehachse VV_1 (Abbil. 52) liegen.

Schewior, Das Feldmessen II.

Abbildung 57.

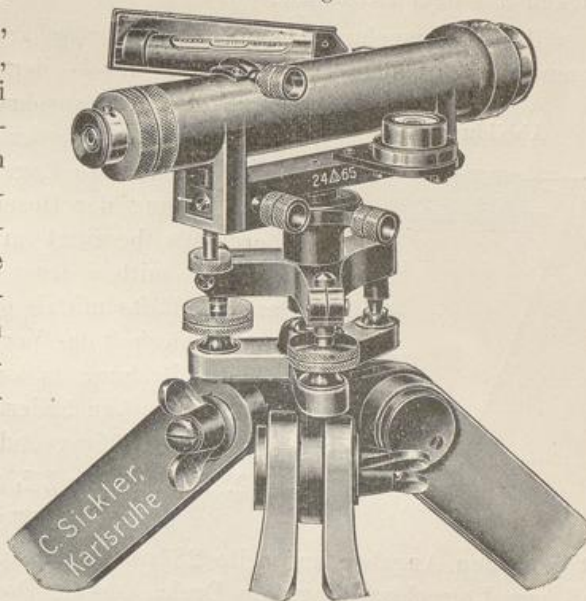
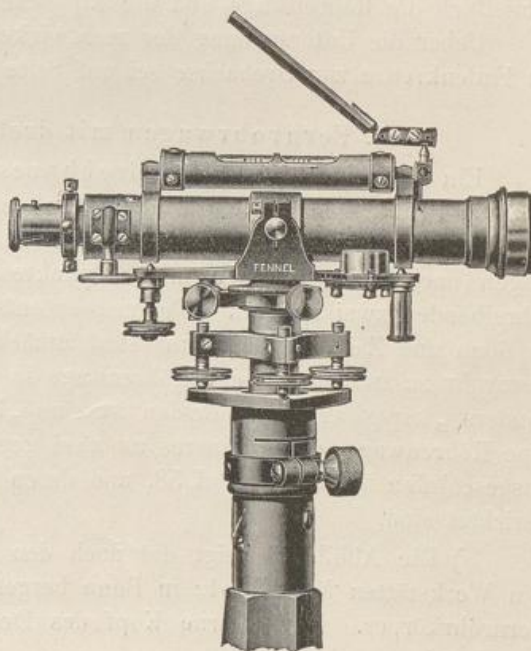


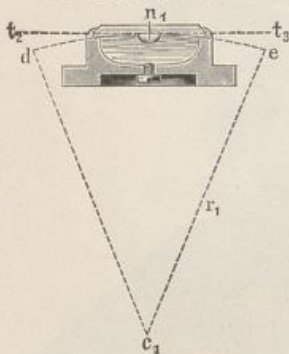
Abbildung 57a.



Unter „Berührungsebene“ wird die Ebene $t_2 t_3$ (Abbil. 57b) verstanden, gelegt an die kugelförmig ausgeschliffene Innenseite des Deckglases der Dosenwage und zwar im Mittelpunkte der den „Spielpunkt“*) kennzeichnenden Ringmarken auf dem Deckglase.

Die Untersuchung beginnt mit der scharfen Einstellung der Blase der Dosenwage auf den „Spielpunkt“ mittels der Dreifuß-Stellschrauben. Eine Drehung der Fernrohrwage um 180° zeigt sofort, ob der gestellten Forderung genügt wird. Behält die Blase genau ihre Lage im Spielpunkte, dann ist eine Berichtigung der Dosenwage nicht erforderlich. Anderenfalls beseitigt man die eine Hälfte des Ausschlags mittels der vorgesehenen Richtschrauben, die andere Hälfte mittels der Stellschrauben des Dreifußes und wiederholt das Verfahren, bis die Blase bei wogerechter Drehung in keiner Stellung ihre Lage gegen die Ringmarken ändert.

Abbildung 57b.



Die Prüfung und Berichtigung

2. Die Ziellinie $Z Z_1$ (Abbil. 52) soll der Achse**) $L L_1$ der Röhrenwage gleichgerichtet sein

ist nach den Angaben auf Seite 28 vorzunehmen, jedoch mit dem Unterschiede, daß zur Lotrechtstellung der Drehachse die Dosenwage und die Dreifuß-Stellschrauben benutzt werden, während zur Einstellung der Fernrohr-Ziellinie ausschließlich die Röhrenwage und die Kippschraube dienen.

Ueber die Untersuchung der rechtwinkligen Lage des wagerechten Fadens im Fadenkreuze zur Drehachse sei auf Seite 29 verwiesen.

3. Fernrohrwagen mit drehbarem Fernrohr.

Ein um seine Längsachse „drehbares“ Fernrohr hat den großen Vorteil, daß die Prüfung in bezug auf den gleichgerichteten Verlauf der Ziellinie und der Achse der Röhrenwage, im Gegensatz zu den oben beschriebenen Fernrohrwagen (nach S. 28), von einem Standpunkte aus erfolgen kann. Die hier zu beschreibenden zwei neueren Höhenmesser entstammen den Feinwerkstätten Wolz in Bonn und Zeiß in Jena und sind zunächst dahin zu unterscheiden, daß das Fernrohr zusammen mit der Röhrenwage in der Anordnung von Zeiß noch besonders „kipubar“ ist. Beiden ist eine „Doppelschliffwage“ eigen, d. h. eine Röhrenwage, deren Inneres an zwei gegenüberliegenden Stellen gleichmäßig ausgeschliffen ist, siehe Abbil. 58, und deren beide Achsen $t_1 t_2$ und $t_3 t_4$ gleichgerichtet sind.

a) Die Abbil. 59 zeigt die nach den Angaben***) von Prof. Müller in den Werkstätten Max Wolz in Bonn hergestellte Fernrohrwage mit drehbarem Fernrohrkörper. Der eiserne Kopf des Dreigestells trägt einen zylindrischen

*) Siehe Teil I, S. 83.

**) Die Bedeutung der Achse siehe S. 26.

***) Siehe: Zeitschrift für Vermessungswesen. Jahrgang 1911, Seite 284.

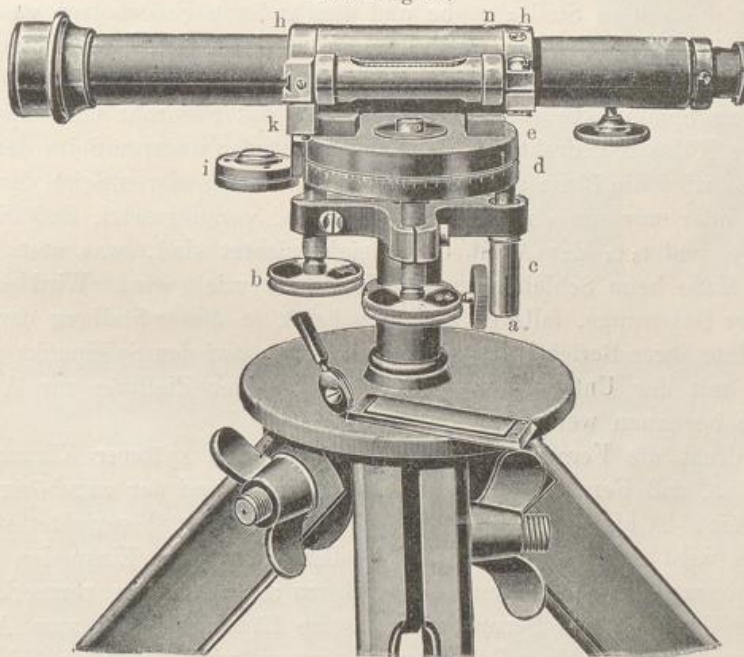
Zapfen, auf den die Fernrohrwage mittels einer Steckhülse aufgesetzt und durch eine Klemmschraube a festgehalten wird. Vier am oberen Ende der Steckhülse vorstehende Ansätze tragen zwei Stellschrauben b mit entgegenwirkenden Federbolzen c, die gegen einen Stellteller d drücken. Auf dem Teller ruht drehbar

Abbildung 58.



eine gleichgroße Scheibe e, beide mit der Steckhülse durch ein Kugelgelenk verbunden, das eine Bewegung bei Einstellung der Röhren- und Dosenwage zuläßt. Auf der Scheibe e ist eine fest aufsitzende Hülse n angebracht; von ihr wird das Fernrohr umschlossen, das in ihr drehbar ist und durch zwei aufgeschraubte

Abbildung 59.



Ringe h festgehalten wird. Die Ringe tragen die oben erwähnte „Doppelschliffwage“, die somit einmal in der durch die Abbil. 59 angegebenen Lage, zum anderen Mal nach halber (180°) Drehung des Fernrohrs um seine Längsachse benutzt werden kann. An der Scheibe ist weiter seitlich durch ein Winkelstück eine Dosenwage i (nach Abbil. 179, I. Teil) befestigt, während zwei kleine Ansätze oben k als Anschlag für den vorderen, d. h. nach der Fernlinse zu liegenden Ring der Röhrenwage dienen. Ein kleiner Spiegel mit schwalbenschwanzartigem Ende wird an den vorderen Ring h gesteckt und mittels eines Doppelkugelgelenkes zur bequemen Beobachtung der Röhrenwage von der Auglinse aus (s. z. B. Abbil. 57) eingestellt.

Um die Fernrohrwage für Winkelmessungen verwendbar zu machen, z. B. auch bei den später zu erwähnenden Quereinwägungen (s. Abschn. III. 4), ist der Stellsteller, wie die Abbil. 59 zeigt, mit einer Teilung in $\frac{1}{2}^\circ$ versehen. Es ist mit Hilfe eines an der aufsitzenden Scheibe angebrachten Nonius (s. I. Teil, S. 81) möglich, die Winkelmessung bis auf eine Minute ($'$) vorzunehmen. Durch zwei im Fadenkreuze angebrachte „entfernungsmessende“ Fäden (s. Abschn. C. II.) wird der Höhenmesser noch weiter in ebenem Gelände für Schnellmeß-Arbeiten (s. Abschn. C. IV.) gute Dienste leisten.

Die rechtwinkelige Stellung der Achse der Röhrenwage (s. S. 26) zur Drehachse wird, nachdem die Dosenwage zum Einspielen gebracht wurde, mit Hilfe der Röhrenwage nachgeprüft, die man mit dem Fernrohr über eine Stellschraube und einen Federbolzen, wie die Abbil. 59 zeigt, stellt. Man läßt die Röhrenwage einspielen, dreht das Fernrohr um 180° und beseitigt den etwa sich zeigenden Ausschlag der Blase zur Hälfte an der Berichtigungsschraube der Röhrenwage, zur anderen Hälfte an der Stellschraube b. Das Fernrohr wird sodann über die andere Stellschraube und den anderen Federbolzen gestellt und der ganze Ausschlag mit der Stellschraube beseitigt. Die Berichtigung wird erforderlichenfalls so oft wiederholt, bis die Blase bei jeder Stellung des Fernrohrs auf dem Spielpunkte verbleibt. Wird nun das Fernrohr um seine Längsachse in der Hülse n gedreht, bis der Ring h auf der anderen Seite der Scheibe anschlägt, so wird die Blase auch den Spielpunkt der anderen Seite der Röhrenwage nicht oder nur um ein geringes verlassen, vorausgesetzt, daß die beiden Achsen ($t_1 t_2$ und $t_3 t_4$ der Abbil. 58) gleichgerichtet sind, was stets in ausreichendem Maße beim Schleifen in der Werkstatt erzielt wird. Wird schließlich die Blase der Dosenwage, falls es nötig erscheint, in dieser Stellung der Röhrenwage mit Hilfe ihrer Berichtigungsschrauben genau auf den Spielpunkt gebracht, dann kann mit der Untersuchung des Verlaufes der Ziellinie zur Achse der Röhrenwage begonnen werden.

Man dreht die Fernrohrwage nach Lösung und späterer Klemmung der Schraube a so, daß Fernrohr und eine Stellschraube und der zugehörige Federbolzen auf eine 40 bis 50 m entfernte Höhenlatte (s. S. 28) gerichtet sind. Die Röhrenwage wird sorgfältig durch die Stellschraube zum Einspielen gebracht und die Ablesung an der Höhenlatte, z. B. zu $a_1 = 1,528$ m vermerkt. Nach einer halben Drehung des Fernrohrs um seine Längsachse bis zum Anschlage (s. o.) und nach genauer Einstellung der Röhrenwage wird die zweite Ablesung gemacht. Ist diese wieder $a_1 = 1,528$, dann haben Ziellinie und Röhrenachse den geforderten gleichgerichteten Verlauf. Wird jedoch die Ablesung z. B. zu $a_2 = 1,536$ m erhalten, so ist der wagerechte Faden des Fadenkreuzes mit Hilfe der Berichtigungsschrauben am Auglinsenkopfe bei einspielender Röhrenwage so zu verschieben, daß die Ziellinie die Ablesung $\frac{a_1 + a_2}{2} = \frac{1,528 + 1,536}{2} = 1,532$ m ergibt. Die Untersuchung ist mit Sorgfalt auszuführen und am besten zu wiederholen.

β) Wie bei den Anordnungen mit „kippbarem“ Fernrohr (s. S. 29), so ist auch bei den beiden weiteren Fernrohrwagen von Zeiß-Jena die Dosenwage

nicht mit dem Fernrohr verbunden, sondern sie steht in unmittelbarer Verbindung mit der Drehachse und dient lediglich zu deren Lotrechtstellung, während der eigentliche Vorgang der Höhenmessung mit Hilfe der Röhrenwage durchgeführt wird.

Die Einrichtung der „Fernrohrwage I“^{*)} (Abbil. 60) ist kurz folgende. Die Beine des Dreigestells werden, wie bei Abbil. 36, durch eine einzige Schraube (an der Unterseite des Kopfes) angezogen. Ihr Gang wird so eingestellt, daß die Beine bei einer Spreizung von 0,5 bis 0,6 m nicht von selbst zusammenklappen; er bleibt für längere Zeit erhalten. Schwinden die Holzstäbe infolge trockener Witterung, so wird durch Anziehen der Sechskantschrauben (Abbil. 60) sofort die feste Verbindung zwischen Holz und Metall erhalten.

Die Fernrohrwage ist in einem kleinen Holzkasten untergebracht (Abbil. 61); es werden Unterbau und Fernrohr mit Röhrenwage je für sich am Boden des Kästchens befestigt.

Beim Gebrauch wird zuerst der Unterbau, eine Steckhülse mit den Einstell-

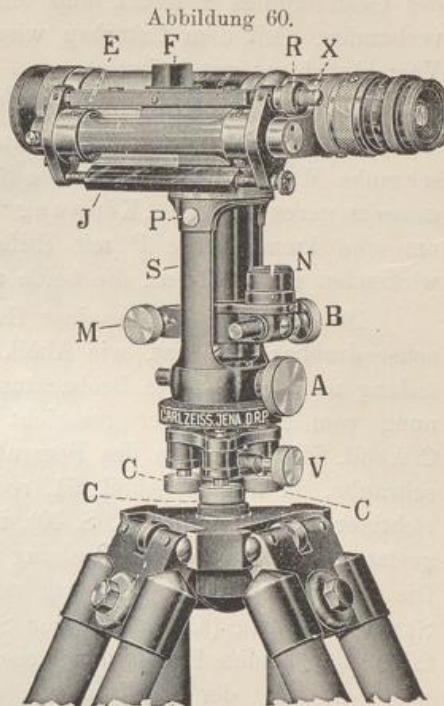
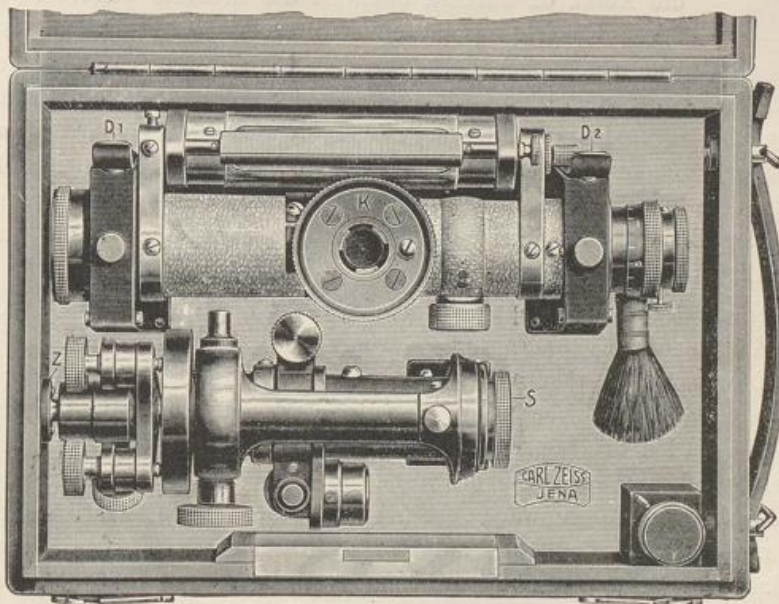


Abbildung 61.



^{*)} Siehe: „Gebrauchsanweisung zum Nivellier-Instrument I“ von Carl Zeiss-Jena. Druckschrift Geo 5.

schrauben C, die zylindrische Drehachse mit der Dosenwage N und einem zur Kippung des Fernrohrs angebrachten, gabelförmigen Hebel S in einen Zapfen des Gestellkopfes gesteckt und mit diesem mittels der Druckschraube V fest verbunden. Mit dem Unterbau wird sodann das Fernrohr durch Drehung eines Verschußringes gut befestigt.

Die lotrechte Einstellung der Drehachse geschieht, wie schon oben gesagt ist, mit Hilfe der Dosenwage N und der Stellschrauben C. Durch die Klemmschraube M und die Feinschraube B wird die wagerechte Bewegung des Höhenmessers geregelt. Die „Kippung“ des Fernrohrs samt der Röhrenwage erfolgt um eine kurze Achse P mit Hilfe der Kippschraube A und eines entgegenwirkenden Federbolzens, die beide an dem Kipphebel S sitzen.

Das Fernrohr ist in einer Hülse zwischen zwei Ringen um seine Längsachse drehbar und hat, wie Abbil. 60 zeigt, eine Auglinse mit einer Einstellteilung nach S. 22. Die Beobachtung der Höhenlatte entsprechend ihrer Entfernung vom Höhenmesser geschieht durch Verschiebung einer „Schaltlinse“ (s. C Abbil. 65) im Innern des Fernrohrs mittels einer seitlich angebrachten Trieb- schraube, im Kasten, Abbil. 61, rechts unten von K sichtbar. Das Fadenkreuz, richtiger Strichkreuz (s. S. 40), ist mit „entfernungsmessenden“ Strichen ausgestattet und wird durch Drehung der Auglinse (s. a. S. 40) sichtbar gemacht. Die Doppelschliffwage, seitwärts mit dem Fernrohr fest verbunden, hat keine Strichteilung (s. S. 27). Der Spielpunkt wird ersetzt durch das Zusammenfallen der beiden Enden der Blase, die je zur Hälfte in einem Prisma F von

Abbildung 62.



der Auglinse aus zu sehen sind. Decken sich bei der berichtigten Fernrohrwage die Enden der Blase als Viertelbögen, wie die Abbil. 62 anzeigt, dann ist die Ziellinie wagerecht gerichtet. Diese Einrichtung ist eine wertvolle Neuerung und ist in der Weise getroffen, daß über der Röhrenwage in einem Gehäuse E (Abbil. 60) links und rechts von dem gedachten Spielpunkt je ein Prisma angebracht ist. Die eigenartig gestalteten Prismen fangen das Bild der beiden Blasenenden auf und geben es in ein über dem Spielpunkt befindliches drittes Prisma F weiter, in dem dann die Blasenenden, wie eben ausgeführt, erscheinen. Die Deckung der Blasenenden wird mittels der Kippschraube A rasch und sicher bewerkstelligt.

Zur Berichtigung der Doppelschliffwage dient der Spindelkopf X (Abbil. 60), der nach Lösung der Klemmschraube R gedreht wird und hierdurch das Prismengehäuse E verschiebt, d. h. mit anderen Worten, den Spielpunkt der Röhrenwage verlegt, während diese und die Ziellinie des Fernrohrs im übrigen unverändert bleiben. Da die Röhrenwage durch das darüberliegende Prismengehäuse verdunkelt wird, ist eine Beleuchtung der Blase durch einen Spiegel nötig. Dieser (J unter der Röhrenwage Abbil. 60) ist um seine Längsrichtung drehbar und ist mit Rücksicht auf die äußeren Lichtverhältnisse auf einer Seite mit Spiegelglas, auf der anderen mit Milchglas versehen. Der Spiegel ist so einzustellen, daß das obere Prisma F, von der Auglinse aus gesehen, hell beleuchtet erscheint.

Die zwei weiteren von den Werkstätten Zeiß eingeführten „Fernrohr-
wagen II und III“ (beide Nummern nur unterschiedlich in der Leistungs-
fähigkeit, worüber im Abschn. III. 7 Einiges zu ersehen) weichen von der oben be-

Abbildung 63.

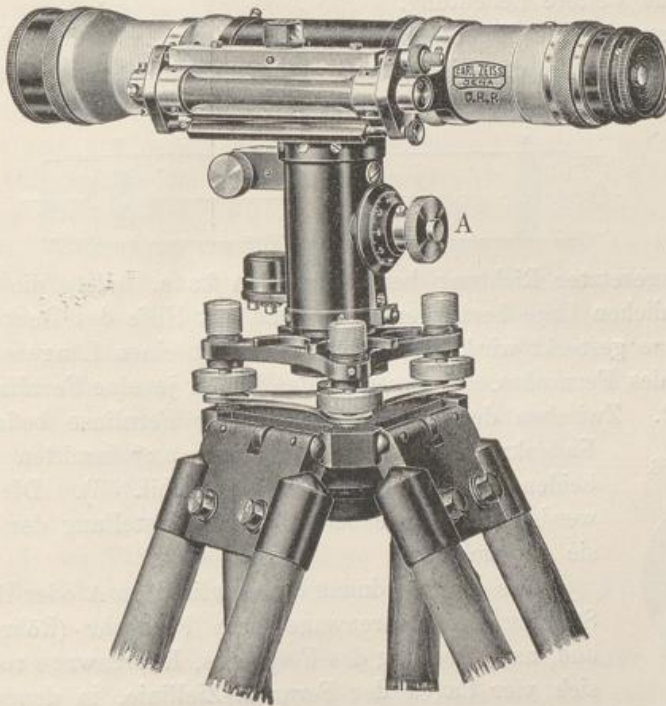
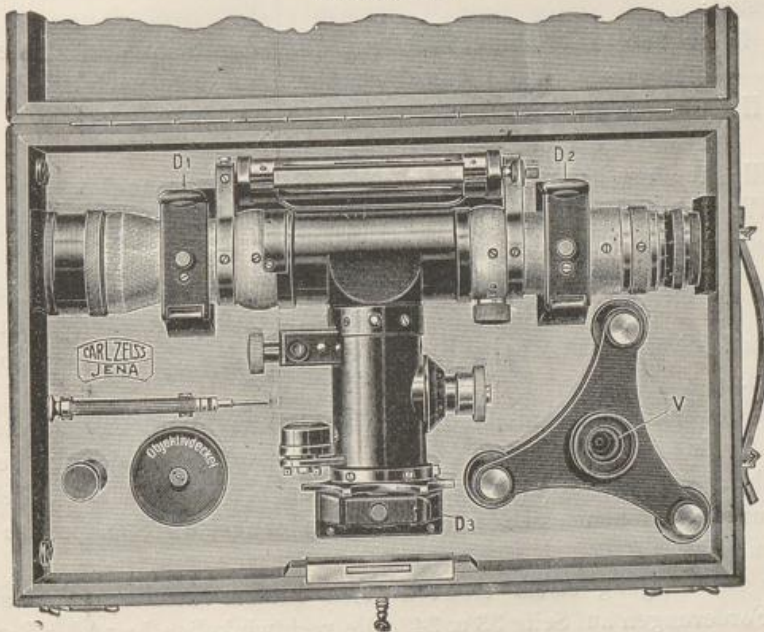


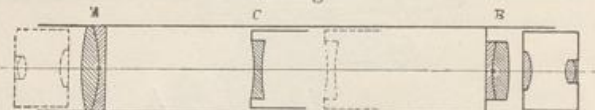
Abbildung 64.



schriebenen nur in der Anordnung des Unterbaues ab. Wie aus den Abbild. 63 u. 64 zu ersehen ist, ruht der Oberbau auf dem üblichen Dreifuße, außerdem ist der Kipphebel in das Innere der Drehachse verlegt. Seine Bewegung erfolgt durch die Kippschraube A; eine mit ihr verbundene, mit Teilung versehene Trommel hat hier keine weitere Bedeutung.

Eine gemeinsame Eigentümlichkeit zeigen die Zeißschen Fernrohrwagen (Abbil. 60 und 63) in der Einrichtung, daß ihr Fernrohr zur Zielung auch in

Abbildung 65.



der entgegengesetzten Richtung benutzt werden kann, indem die Auglinse aus ihrer gewöhnlichen Lage herausgenommen und mit Hilfe des Deckels der Fernlinse vor diese gesteckt wird. Die Abbil. 65 zeigt einen Längenschnitt in den Umrißlinien des Fernrohrs, an dessen beiden Enden je eine Fernlinse A bzw. B zu sehen ist. Zwischen den Doppelgläsern jeder Fernlinse befindet sich das Fadenkreuz, das als „Strichkreuz“ inmitten auf einer der beiden Linsen eingerissen ist (Abbil. 66). Die Strichkreuze werden bei B wie bei A durch Einstellung der Auglinse auf sie gut sichtbar.

Abbildung 66.



Aus der Anordnung der Auglinse zu A oder B und aus der Stellung der Röhrenwage zum Fernrohr (Röhrenwage links und, nach Drehung des Fernrohrs, Röhrenwage rechts) ergeben sich vier Lagen der Fernrohr-Ziellinie, in denen Ablesungen an der Höhenlatte vorgenommen werden können und die nachstehend gekennzeichnet sind:

- Lage I:** Auglinse in Gebrauchsstellung (auf der Seite der Einstellteilung), Röhrenwage links vom Fernrohr, also Lage nach Abbil. 63;
- Lage II:** Auglinse in Gebrauchsstellung, Röhrenwage rechts vom Fernrohr (also Lage I bei gedrehtem Fernrohr);
- Lage III:** Auglinse im Deckel der Fernlinse, Röhrenwage rechts vom Fernrohr;
- Lage IV:** Auglinse im Deckel der Fernlinse, Röhrenwage links vom Fernrohr.

Hierzu sei bemerkt, daß beim Uebergange in Lage III das Prisma F um 180° gedreht wird und daß das Strichkreuz in Lage III und IV durch Verschiebung des Deckels der Fernlinse mit der Auglinse deutlich sichtbar gemacht werden muß. Nötigenfalls ist auch die Stellung des Beleuchtungsspiegels zu verbessern.

Für gewöhnliche technische Zwecke wird beim Einwägen nur die Lage I gewählt; für feinere Einwägungen (s. S. 61 usw.) empfiehlt es sich, in der Lage I und II abzulesen. Dagegen dienen die Lagen III und IV ausschließlich zur Berichtigung des Höhenmessers, die von einem einzigen Standpunkte aus vorgenommen wird.

Die Berichtigung selbst erstreckt sich auf die Erfüllung der schon bekannten Forderungen auf Seite 33 u. 34. Die rechtwinkelige Lage der Berührungs-

ebene der Dosenwage (s. S. 33) zur Drehachse wird nach den Angaben auf Seite 34 durchgeführt. Ist ihre richtige Lage gesichert, so wird das Fernrohr, nachdem das Strichkreuz gut sichtbar gemacht ist (s. S. 40), in der Lage IV auf eine 40 bis 50 m entfernte Höhenlatte gerichtet, wozu die Klemmschraube M, die Feinschraube B (siehe Abbildung 60) und die Triebsschraube der Schaltlinse Verwendung finden. Nunmehr wird das Fernrohr mittels der Kippschraube A so weit „gekippt“, bis die beiden Enden der Blase der Röhrenwage im Prisma F nach Abbil. 62 zur Deckung gelangen, was, wie schon Seite 38 gesagt wurde, sehr bequem und mit großer Schärfe bewerkstelligt werden kann. Es erfolgt hierauf die Ablesung an der Höhenlatte. In gleicher Weise werden Einstellung und Ablesung auch in den Lagen III, II und I vorgenommen. Das Mittel aus diesen vier Ablesungen entspricht einer Ziellinie, die der zweiten Forderung (s. S. 26) nachkommt, d. h. wagerecht verläuft. Wird die Mittelablesung berechnet und das Strichkreuz in Lage I mit Hilfe der Kippschraube auf dieses Maß an der Höhenlatte eingestellt, so ist der gleichgerichtete Verlauf zwischen Ziellinie und Röhrenachse vorhanden, wenn die Blasenenden der Röhrenwage im oberen Prisma F sich decken, d. h. das in Abbil. 62 angegebene Bild zeigen. Ein Ausschlag der Blase nach Abbil. 67 oder 68 wird dadurch beseitigt, daß man nach Lösen der Klemmschraube R durch Drehen der Spindel X das Prismengehäuse E so lange verschiebt, bis die Blasenenden, im Prisma F gesehen, in der verlangten Deckung erscheinen.

Abbildung 67. Abbildung 68.



Die Werkstätten Zeiß empfehlen den Käufern einer ihrer Fernrohrwagen, im Anfange jeden Tag die Untersuchung mit Hilfe der vier Ablesungen vorzunehmen. Man soll alsbald die Wahrnehmung machen, die auch schon aus technischen Kreisen bestätigt wird, daß die Fernrohrwagen die Berichtigung sehr gut halten und daß eine Nachprüfung, nachdem man den Höhenmesser auf diese Weise kennen gelernt hat, später nur noch selten ausgeführt zu werden braucht.

b) Die Höhenlatten und Untersätze.

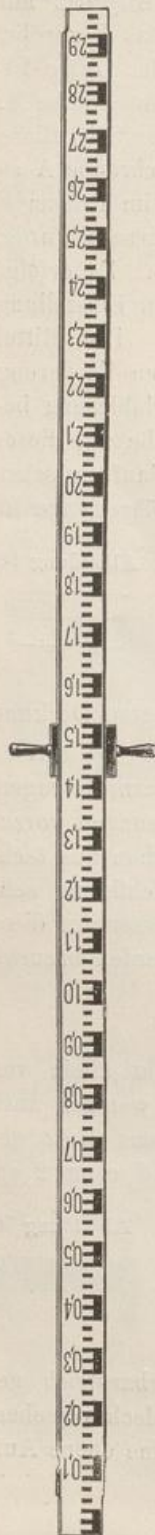
α) Höhenlatten. Die Güte der „Höheneinwägung“ ist nicht allein von der Zuverlässigkeit der benutzten Fernrohrwage, sondern nicht weniger auch von der Einrichtung der „Höhenlatte“ abhängig. Die meist aus Holz gefertigten Latten sind 3, 4 oder 5 m lang, 8 bis 10 cm breit und etwa 2 cm stark und erhalten in der Regel zur Versteifung an den Seiten oder in der Mitte zwei bzw. eine Längsrippe, wie die Querschnitte in den Abbil. 69 und 70 bzw. 75 erkennen lassen.

Abbildung 69. Abbildung 70.



Die Höhenlatten sind gegen das Eindringen von Feuchtigkeit mit Leinöl getränkt und außerdem durch Farbanstrich geschützt. Ihre Enden sind mit einem Beschlage aus starkem Eisenblech versehen, der winkelrecht zur Längsrichtung der Latte angebracht ist und eine ebene Aufsatzfläche bildet.

Abbild. 71.



Abbil. 72.



Die Einteilung der Latten beginnt mit der Aufsatzfläche des Fußbeschlages und ist, für die meisten Arbeiten hinreichend, in Zentimetern durchgeführt. Sehr bewährt hat sich die sogen. „Felderteilung“ nach Abbil. 71, während die „Schachbretteinteilung“ (Abbil. 72) wegen ihres unruhigen Bildes weniger verbreitet ist. Die Teilung ist nach Dezimetern beziffert; die Ziffern stehen in denjenigen Dezimeterfeldern, zu denen sie gehören, sehr zweckmäßig z. B. nach der Abbil. 71, so daß der Beobachter alle zur Ablesung in Betracht kommenden Zahlen in jedem Dezimeterfelde vorfindet, das die Absehlilie der Fernrohrwage schneidet. Die großen und deutlichen schwarzen Zahlen sind (Abbil. 71) umgekehrt geschrieben, damit sie bei der lotrecht gestellten Latte, deren Nullpunkt unten liegt, im astronomischen Fernrohre des Höhenmessers aufrecht erscheinen. Die Teilung selbst ist auf weißem Grunde entweder durchweg in Schwarz aufgetragen, oder die einzelnen Meter wechseln in schwarzer und roter Farbe ab.

Die Zentimeter-Einteilung wird maschinenmäßig mit großer Genauigkeit ausgeführt. Eine Aenderung der Längeneinheit (m) durch die Wärme ist sehr gering; sie beträgt bei einer 3 m langen Latte für 10° C. etwa 0,1 mm. Von größerem Einfluß ist die Feuchtigkeit, die zu einer Verlängerung bis 0,5 mm für das Meter Lattenlänge führen kann. Bei wichtigen Einwägungen und bei der Messung großer Höhenunterschiede, z. B. im Gebirge, ist deshalb die Feststellung solcher Veränderungen von wesentlicher Bedeutung. Hierzu werden in der Mitte der Höhenlatte zwei feine Strichmarken in einer gegenseitigen Entfernung von 1 m angeschraubt und der Abstand derselben in der Regel täglich mit Hilfe eines Meterstabes bestimmt, in den ein Wärmemesser eingelassen ist und dessen Enden, wie bei einem Anlegemaßstabe (Abbil. 230 I. Teil), in $\frac{1}{5}$ mm geteilt ist. Die Ablesung wird durch eine Handlupe unterstützt. Ist die Länge des Meterstabes entsprechend der ihm eigentümlichen Gleichung (s. z. B. S. 33 im I. Teile für das „Normalmeter“) und der abgelesenen Wärme bekannt, so kann auch die Längeneinheit der Höhenlatte abgeleitet und bei der Höhenermittlung berücksichtigt werden.

Eine sehr einfache Vergleichung der ganzen Höhenlatte läßt sich unter Verwendung der für Längenmeßwerkzeuge wichtigen „Normalmeter“ (s. I. Teil, Seite 33) durch den „Lattenvergleich“ D. R. G. M.*) des Verfassers bewerkstelligen.

*) Siehe auch I. Teil, S. 36 Anm. Der Lattenvergleich wird von den Feinwerkstätten C. Sickler in Karlsruhe i. B. einschl. einer Ledertasche und einer Gebrauchsanweisung zum Preise von 8,50 M. geliefert.

Die Vorrichtung (Abbil. 73) besteht aus einem schmalen Stahllineal von 14 cm Länge, an dessen einem Ende ein zweites, kürzeres Lineal unter einem rechten Winkel in T-Form angebracht ist. Das Hauptlineal trägt eine 2 cm lange, nach rechts und links bezifferte Millimeterteilung mit dem Nullstrich im Schnittpunkte der sich schneidenden Kanten der Lineale, von der das kürzere an dieser Stelle einen Ausschnitt zeigt.

Zur Prüfung wird die Höhenlatte auf eine sichere Unterlage (2 Tische oder die Lehnen von 3 Stühlen) gelegt, damit keine Durchbiegung entsteht. Hierauf setzt man auf die Mittellinie der Latte das eine der beiden Normalmeter und bringt seine Endschneide mit dem Lattenende in Uebereinstimmung, derart, daß man den Lattenvergleich K mit der schmalen Seite des Hauptlineals auf das Normalmeter N setzt und eine innige Berührung des Lattenendes L und der Schneide des Normalmeters mit Hilfe des nicht ausgeschnittenen Schenkels des Querlineals herbeiführt, siehe Abbil. 74 links. Die nun folgende Abmessung mittels des Normalmeters erfolgt vorsichtig auf der Mitte der Höhenlatte, z. B. entlang der Begrenzung der Zentimeterteilung, bis zu ihrem zweiten Ende, wo die Abweichung vom Sollbetrage ermittelt

Abbildung 73.

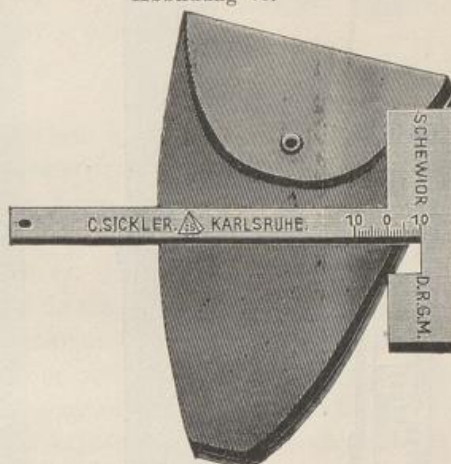
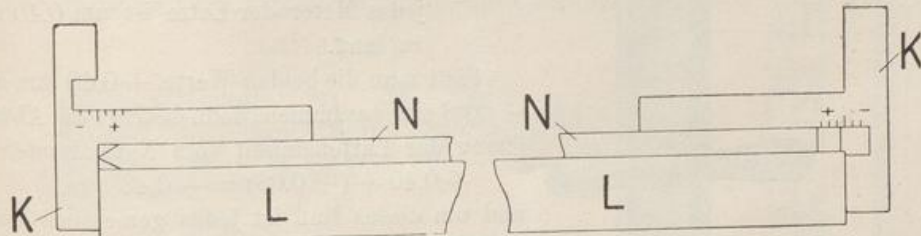


Abbildung 74.



wird. Hierzu wird gemäß der Abbildung 74 rechts der Lattenvergleich mit der anderen schmalen Seite des Hauptlineals auf das Normalmeter gesetzt, gegen das Lattenende geschoben und an der lotrecht stehenden Schneide des Normalmeters der Unterschied gegen das Sollmaß mit Hilfe der Millimeterteilung bestimmt. Die verlangte lotrechte Endschneide wird bei einer Latte mit ungerader Meterzahl (3 m, 5 m) immer erhalten, wenn man mit ihr die Vergleichung beginnt; ist die Meterzahl gerade, dann beginne man mit der wagerecht liegenden Schneide (Abbil. 74 links).

Der geschilderte Vorgang wird zweckmäßig sofort vom anderen Ende aus wiederholt, das Ergebnis gemittelt. Die Abweichung der beiden Bestimmungen,

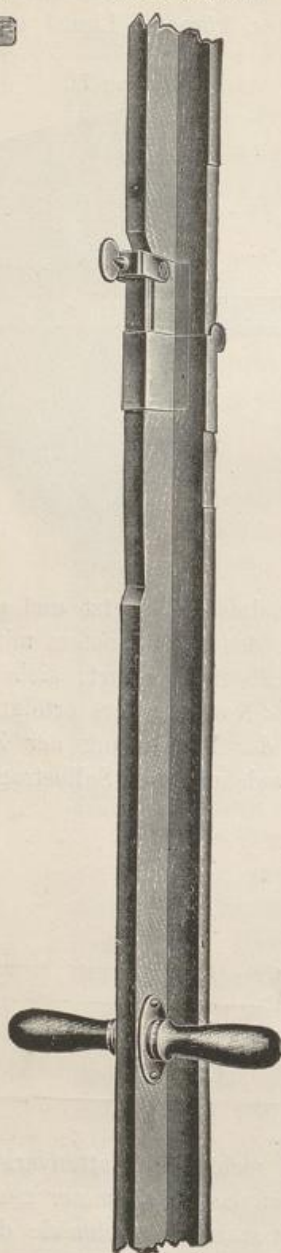
Abbil. 75.



Abbil. 76.



Abbildung 77.



Abbild. 78. die nur wenige Minuten beanspruchen, beträgt bei sorgfältiger Vornahme der Arbeit höchstens 0,1 bis 0,2 mm *).

Beispiel. Die Längeneinheit einer 4 m-Höhenlatte, deren Endbeschläge mit der Teilung 0,0 m und 4,0 m genau abschließen**), ist mit Hilfe der beiden Normalmeter Seite 33, I. Teil, nachzuprüfen. Bei der herrschenden Luftwärme von 25° C., die mit einem Wärmemesser festgestellt ist und auch für die Normalmeter angenommen werden kann, beträgt die Länge von:

Stab „46“: $1\text{ m} + 0,00\text{ mm} + 0,011$
 $(25^\circ - 18^\circ)\text{ mm} = 1,000077\text{ m};$

Stab „47“: $1\text{ m} + 0,00\text{ mm} + 0,011$
 $(25^\circ - 18^\circ)\text{ mm} = 1,000077\text{ m},$

d. h. jeder Meterstab ist um $0,077 = 0,08\text{ mm}$ zu lang oder gleich $1\text{ m} + 0,08\text{ mm}$.

Die doppelte Nachprüfung, wie oben angegeben, ergab für die 4 m lange Latte im Mittel eine Abweichung von +1,6 mm (s. Abbil. 74), für die Längeneinheit $+ \frac{1,6}{4} = +0,40\text{ mm}$, d. h.

jedes Meter der Latte ist um 0,40 mm zu lang.

Faßt man die beiden Werte +0,40 mm und +0,08 mm zusammen, dann beträgt die Abweichung der Latteneinheit vom Normalmeter

$$+0,40 + (+0,08) = +0,48\text{ mm},$$

und um dieses Maß ist jedes gemessene Meter Höhenunterschied zu berichtigen.

Wäre beispielsweise der gemessene Höhenunterschied (s. S. 52) zwischen zwei Punkten A und B 125,031 m, so ist der dem Normalmaße entsprechende tatsächliche Höhenunterschied

*) Die Vergleichung der Meßlatten, siehe Teil I, S. 33, mit dem Lattenvergleich wird, worauf gemäß Anm. S. 36, Teil I, besonders hingewiesen sei, in gleicher Weise vorgenommen.

**) Ein etwa wenige Millimeter am oberen Ende der Latte über das Endmaß (hier 4,0 m) ragender Teil des Metallbeschlages kann an der Millimeterteilung des Lattenvergleichers leicht auf $\frac{1}{10}\text{ mm}$ bestimmt werden. Er wird dann von der Ablesung an der Endscheide des Normalmeters (hier 1,6 mm, s. Beispiel) vorab zum Abzug gebracht.

$$\begin{aligned}\Delta h &= 125,031 \text{ m} + 125,031 \times 0,48 \text{ mm} \\ &= 125,031 \text{ m} + 0,060 \text{ m} \\ &= 125,091 \text{ m}.\end{aligned}$$

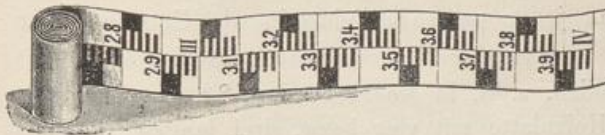
Hätte sich die Abweichung zu $+0,40 + (-0,08)^* = +0,32 \text{ mm}$ ergeben, dann wäre

$$\begin{aligned}\Delta h &= 125,031 \text{ m} + 125,031 \times 0,32 \text{ mm} \\ &= 125,031 \text{ m} + 0,040 \text{ m} \\ &= 125,071 \text{ m}.\end{aligned}$$

Mit Rücksicht auf die Einfachheit, Billigkeit und Dauerhaftigkeit werden die Höhenlatten am besten aus einem Stück gefertigt (Abbil. 71). Um bei den größeren Längen (4 und 5 m) die Beförderung bequem zu gestalten, sind sie in der Mitte auch zum Zusammenklappen eingerichtet. Hierbei wird entweder nur die untere Hälfte mit zwei hohen Seitenleisten (s. Querschnitt in Abbil. 70) versehen, zwischen die sich die obere Hälfte beim Zusammenklappen um ein Scharnier legt und gleichzeitig die Teilung gegen Beschädigung schützt, oder die Leisten werden durchgeführt und legen sich übereinander (Abbil. 76). Sehr zu empfehlen sind „Klappplatten“ mit einem T-förmigen Querschnitt nach Abbil. 77 bzw. 75. Diese sind mit kräftigem Scharnier und einem Versteifungsbügel mit Ueberfall und Klemmschraube versehen und von großer Steifigkeit; sie zeigen auch bei Wind, wenn sie aufgerichtet sind, keine Durchbiegung.

Wo, wie bei Stollen- und Tunnelarbeiten, die Länge der Latten störend wirken kann, sind „Schiebelatten“ zu empfehlen, die, wie Abbil. 78 ersehen läßt, sich bis auf 1 m zusammenschieben lassen. Auch auf Reisen leisten die Schiebelatten gute Dienste, wenn nicht einfache „Höhenbänder“, auf starken Leinen- oder Papierstreifen mit Oelfarbe aufgetragene Teilungen, genügen. Die Bänder können zusammengerollt (Abbil. 79) in der Tasche mitgeführt werden und sind zum Gebrauche an be-

Abbildung 79.



liebige Stäbe zu befestigen. Für solche Fälle werden auch besondere Halter (Abbil. 80) angefertigt, die man an einen Fluchstab oder an eine beliebige Stange anbringen kann.

β) Untersätze. Die Höhenlatten werden, wenn es sich um die Höhenbestimmung von gewöhnlichen Punkten der Bodenoberfläche handelt, unmittelbar auf die Erde gestellt, falls keine Holzpföcke (s. S. 76) die Lage des Bodenpunktes genau bezeichnen. Kommen „Wechselpunkte“ für die Fortführung der Einwägungen in Betracht (s. S. 53), dann sind hier, um ihre Höhenlage während der Ablesungen unverändert zu erhalten, stets sehr zweckmäßig eiserne Untersätze, sogen. „Frösche“ oder „Kröten“ zu ver-

Abbildung 80.



*) - 0,08 entstanden bei einer Luftwärme von 11° C .

wenden, wenn nicht Grenz- oder Kilometersteine, Pfähle u. dergl. in der zu messenden Strecke vorgefunden oder geschlagen werden.

Die genannten Lattenuntersätze bestehen aus einer gußeisernen Platte mit abgerundetem Kopfe (Abbil. 81 und 82) oder einer Kugel (Abbil. 83 und 84) und drei kurzen, zugespitzten Füßen, die möglichst fest in den Boden getreten werden. Zum Tragen ist ein Handgriff an der Platte befestigt. Die Untersätze

Abbildung 81.



Abbildung 83.

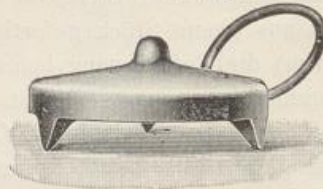


Abbildung 85.



Abbildung 84.

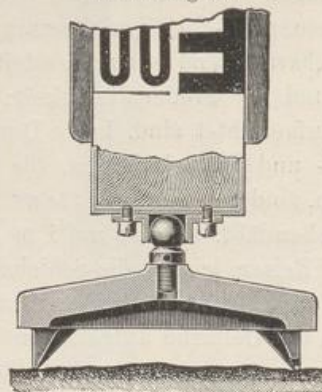


Abbildung 82.



lassen sich auch auf hartem Boden, auf Chausseen und Pflasterungen verwenden; sie sind so schwer, daß bei einiger Vorsicht Verschiebungen leicht vermieden werden. Im Notfalle kann jeder passende Feldstein als Unterlage der Latte benutzt werden.

Bei nachgiebigem Boden, z. B. in Mooregegenden, ist eine ziemlich große quadratische oder runde Holzplatte mit vier bzw. drei langen Nägeln für die Füße und mit einem eisernen oder hölzernen Bügel in der Mitte, letzterer gleichzeitig als Handgriff, herzurichten (Abbil. 85).

Beim Gebrauche wird die Höhenlatte mit dem Fußbeschlag auf den bloßen Boden oder auf die Unterlage (s. o.) gesetzt und gewöhnlich nach Augenmaß lotrecht gestellt, indem man die Latte in einem Einschnitte der Hinterleiste (Abbil. 86 rechts) oder an einem besonderen Handgriffe (Abbil. 77) festhält. Die Verwendung eines Fadenlotes ist hier wenig zweckmäßig, da die Handhabung desselben durch den Lattenträger sehr unbequem und bei Wind kaum durchführbar ist. Das vielfach empfohlene Vor- und Rückwärtsbewegen des oberen Teiles der Höhenlatte, wobei die kleinste Ablesung der lotrechten Stellung der Latte entspricht, ist nicht zu empfehlen und dürfte nur im Notfalle angewendet werden.

Am sichersten und bequemsten ist für die Lotrechtstellung eine Dosenwage, die an keiner Höhenlatte fehlen sollte. Die Dosenwage wird in etwa 1,3 m

Abbildung 86.

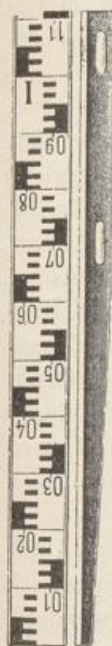


Abbildung 87.

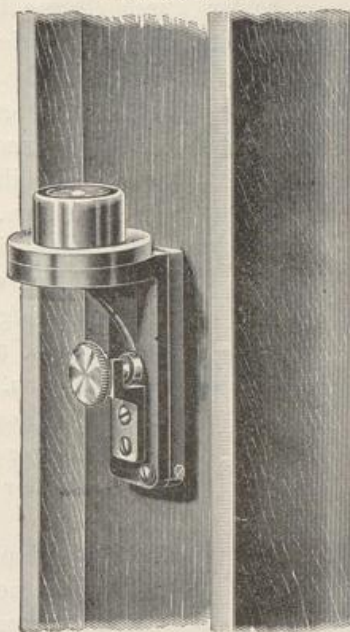
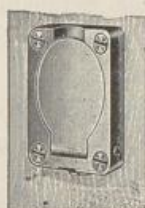


Abbildung 88.



Geschlossen



Offen

Höhe vom Fußpunkte an der Rückseite der Latte (Abbil. 87) oder seitlich angebracht, so daß sie der Träger bequem sehen und durch Neigen der Latte zum Einspielen bringen kann. Die Wage sitzt an einem Winkelstück (Abbil. 87), das mit Hilfe einer Knopfschraube auf einer an die Höhenlatte geschraubten Messingplatte befestigt wird. Das Ansetzen der Dosenwage, die im Kasten der Fernrohrwage unterge-

bracht wird, geschieht schnell und sicher, da zwei Stellstifte des Winkelstückes in die Messingplatte eingreifen. Eine aufklappbare Dosenwage, die in die Latte eingelassen wird und daher stets zur Hand ist, wird in der Abbil. 88 veranschaulicht. Sie ist gemäß Abbil. 179 I. Teil ganz aus Glas hergestellt.

Eine Untersuchung der Dosenwage erfolgt am einfachsten in der Weise, daß man die Höhenlatte an einen Tisch oder dergl. lehnt, mittels eines Fadenslot nach Abbil. 56 I. Teil sorgfältig lotrecht stellt und die Blase mittels der Berichtigungsschrauben auf die Spielmarke bringt, falls sie von dieser abweicht.

c) Marken für Höhen-Festpunkte.

In dem vorstehenden Abschnitte wurde auf eine wichtige, jedoch nur vorübergehende Festlegung der Wechsellpunkte durch Lattenuntersätze hingewiesen (s. S. 45), wenn ihre unveränderliche Höhenlage beim Standwechsel des Höhenmessers (s. S. 53) nicht durch vorhandene Steine, Pfähle oder andere unverrückbare Unterlagen gesichert ist. Wird den Höhenaufnahmen ein bleibender Wert beigemessen oder werden die Ergebnisse, wie bei Bauausführungen, späterhin zu „Absteckungen und Schlußvermessungen“ (s. Abschn. F.) wieder benutzt, dann ist durch die Anlage besonderer „Festpunktmarken“ für die Erhaltung der Einwägungen Sorge zu tragen.

Nach den wiederholt genannten Bestimmungen des „Zentralkuratoriums der Vermessungen“, siehe Anhang unter Nr. I, § 6, ist jede Höheneinwägung von dauerndem Werte in Abständen von 2 km mit zuverlässigen Festpunkten

zu versehen, z. B. auf den vorspringenden Grundmauern fester Gebäude, auf gemauerten Brückenpfeilern, natürlichen Felsen und anderen ähnlichen gegen Verrückung gesicherten Punkten. Sind solche Punkte nicht genügend vorhanden, so hat man sie künstlich herzustellen, am besten durch eiserne Bolzen in Gebäuden oder besonders gesetzten Steinpfeilern, deren Fuß 1 m tief in den gewachsenen Boden reichen muß.

Die Bolzen (Abbil. 89) werden, wie die Abbil. 90 zu erkennen gibt, wagerecht sehr zweckmäßig in alte, sicher stehende Gebäude und andere Bau-

Abbildung 89.



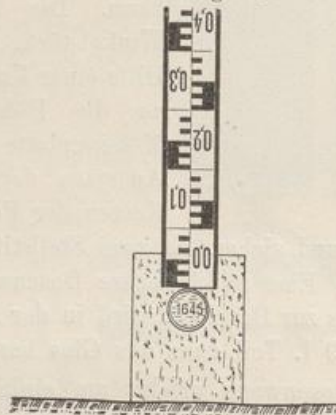
Abbildung 90.



Abbildung 91.



Abbildung 92.



werke, die ihre Höhenlage nicht ändern, eingelassen, indem man sie mit Zement in dem Mauerwerk befestigt. In neu aufgeführte Bauwerke, z. B. auch Brücken, Durchlässe u. dergl., ferner überall da, wo auf Dammschüttungen gebaut ist, wird die Lage der Höhenbolzen unsicher.

In Steinpfeilern (Abbil. 91), für die neuerdings auch

Zementbeton verwendet wird, werden die Bolzen mit Zement, in hartem Gestein, z. B. Granit, durch eingestemte Bleiringe befestigt. Bei der Aufstellung ist auf einen möglichst sicheren Untergrund zu achten. Der Stein wird am besten auf

eine 10 bis 15 cm starke Schicht mageren Beton (1:10) gesetzt und seitlich abwechselnd mit Steinschlag und Erde angestampft. Die Grube ist so tief auszuheben, daß die Betonschicht im Ausmaße von 40/40 bis 50/50 cm eingelegt werden kann. Der Stein, 1 m lang, ist nur an seinem Kopfe in einer Länge

von 20 bis 25 cm zu behauen, im übrigen rauh zu lassen und mit schwerem, ausladendem Fuße bei ebener Auflagerfläche zuzurichten.

Als eigentlicher „Höhenpunkt“ gilt in jedem Falle die höchste Erhebung des hervorstehenden abgerundeten Bolzenkopfes. Die Ansichtsfläche der Bolzen trägt in der Regel angegossene Ziffern

Abbildung 93.



Abbildung 94.



in fortlaufender Zahl (Abbil. 92), die in ein „Festpunktsverzeichnis“ (s. S. 75) mit den Höhen und einer näheren Beschreibung aufgenommen werden.

Bei ausgedehnten Höhennetzen in Ortschaften sind bisweilen neben oder über dem Bolzen besondere „Höhenschilder“ mit Nummern und Höhenangaben angebracht worden; die Einrichtung hat sich aber nicht bewährt, auch ist sie ziemlich kostspielig. Schilder*) für vereinzelte Fälle können nach den Mustern der Abbildungen 93 und 94 vorgesehen werden. Die Höhenzahlen werden mit wetterfester Farbe aufgetragen.

Ein neuer Höhenbolzen, der etwa das Doppelte der gewöhnlichen Form (Abbil. 89) kostet, wird von den Werkstätten Hallupp in Halle a. S. empfohlen. Die gußeisernen Bolzen sind mit einer schwalbenschwanzartigen Nut versehen (Abbil. 95), in welche sechs einzelne Täfelchen mit Zahlen entsprechend der „Höhe“ des Punktes eingeschoben werden können. Durch zwei Schlußstücke, die zu beiden Seiten mittels kleiner Stifte oder Schrauben befestigt werden, wird ein Verschieben oder Herausfallen der Zahlentäfelchen verhütet. Die Höhenbolzen werden auch mit angegossenen fortlaufenden Nummern nach Abbil. 96 geliefert. Eine Aenderung der Höhenzahlen kann, wenn aus irgend welchen Gründen nötig, leicht vorgenommen werden.

Abbildung 95.

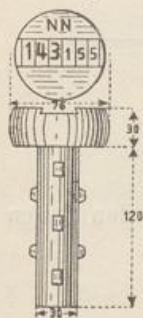


Abbildung 96.

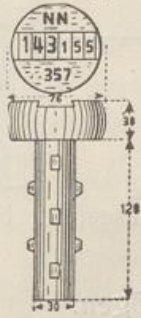


Abbildung 97.



Abbildung 98.



Für viele technische Arbeiten, bei denen zudem eine engere Höhenpunkt-Vermarkung erwünscht ist (s. S. 68), kann eine weit einfachere Festlegung der Punkte eintreten. Feste Grenzsteine, die mit einer Kreuzmarke (Abbil. 97) zu versehen sind, lassen sich stets in genügender Zahl finden, ferner geben in den Boden getriebene eichene Pfähle mit eben abgeschnittenen oberen Enden oder mit einem eingeschlagenen großköpfigen Nagel (Abbil. 98) für längere Zeit gute Festpunkte. Schließlich bietet sich überall hinreichend Gelegenheit, an Haustreppen, Türschwelen, Hausplinten, an den Widerlagern von Brücken, Abdeckplatten von Durchlässen, an der Unterkante des Schlußsteines bei gewölbten Brücken, an den Oberkanten von Fachbäumen, an Wehrrücken usw. Marken anzubringen, die in der Kreuzform (+) allgemein üblich und auch meist durch Einmeißeln leicht anzubringen sind.

Bei der Auswahl der Punkte ist darauf zu achten, daß sie nicht in absehbarer Zeit der Zerstörung anheimfallen, daß sie leicht zugänglich sind und daß ihre Benutzung durch Aufstellung der Höhenlatte in keiner Weise behindert wird. Die Höhenlatten müssen sich auf dem höchsten Punkte der durch die

*) Siehe auch Anhang unter Nr. I, § 6.

Schewior, Feldmessen II.

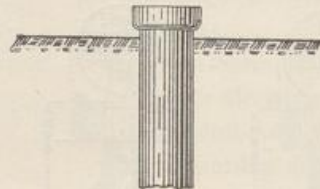
Marke bezeichneten Stelle aufhalten lassen und dabei lotrecht gestellt werden können. Wenn möglich, müssen die Latten nach allen Seiten, von denen eine Beobachtung in Betracht kommt, sichtbar sein. Insbesondere ist beim Einbau der Höhenbolzen in Gebäuden darauf zu achten, daß nicht breite Simse, Erker, Balkons oder ähnliche Ausbauten an Gebäudemauern dem Aufhalten der Latten im Wege stehen und daß die Festpunkte nicht von Dachrinnen oder Mauervorsprüngen verdeckt werden. Auch Aeste von Bäumen können sehr störend wirken, wenn ihre Gegenwart bei der Auswahl der Festpunkte unbeachtet bleibt.

Im Gelände mit moorigem oder anderem nachgiebigen Untergrunde wird häufig keins der angegebenen Mittel zur Vermarkung durchführbar sein. Hier werden starke Holzpfähle gute Dienste leisten, die bis in den festen Untergrund gerammt werden und um den glatt abgesägten Kopf einen Eisenring, oder besser eine Eisenkappe erhalten (Abbil. 99). Für sehr lange Dauer sind Zementrohre oder, wenn im Moorboden eine Zerstörung des Zements durch das Moorbwasser (s. Bodenmelioration III. Teil, S. 119, Band X des Handbuchs) zu befürchten ist, Tonrohre von 20 bis 30 cm lichter Weite zu empfehlen (Abbil. 100), die, hoch-

Abbildung 99.



Abbildung 100.



kant übereinander gestellt und mit Beton ausgefüllt, bis in den festen Boden hinabreichen.

III. Das Einwägen.

1. Allgemeines.

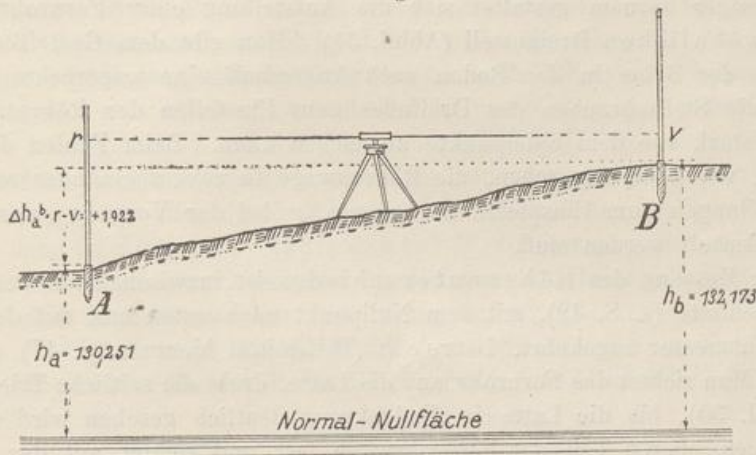
Vor Inangriffnahme jeder Höhenmessung ist die Fernrohrwage auf die Erfüllung der früher (S. 26 usw.) gestellten Bedingungen nachzuprüfen. Handelt es sich um ein dem Beobachter noch unbekanntes Meßwerkzeug, dann ist anfangs an jedem Tage, später nur in längeren Zwischenräumen die fragliche Untersuchung (s. a. S. 41) vorzunehmen.

Die Fernrohrwage ist beim Feldgebrauch gegen Stöße oder Erschütterungen zu schützen, damit unbeabsichtigte Verbiegungen einzelner Teile oder Lockerungen von Schrauben vermieden werden. Auf der Reise von oder zum Wohnhause sollte das Werkzeug nicht ohne Not aus der Hand gegeben werden; die neueren Fernrohrwagen sind jetzt zudem in so kleinen Kästen untergebracht, daß sie bequem mitgeführt werden können.

Eine Vergleichung der Höhenlatten mit den Normalmetern (s. S. 42) kann im allgemeinen unterbleiben, da die Herstellung und Teilung der Latten stets mit großer Sorgfalt in den Werkstätten erfolgt; immerhin ist sie wenigstens beim Ankauf zu empfehlen. Erforderlich ist die Vergleichung, und dann täglich, nur unter bestimmten Voraussetzungen, worüber noch Einiges (s. S. 69) angegeben wird.

Ist ein Festpunkt A durch seine Höhe h_a über N.N. (Abbil. 101) gegeben und soll die Höhe des Punktes B — A und B seien durch Pfähle vermark — bestimmt werden, so ist die berichtigte Fernrohrwage zwischen den beiden Punkten so aufzustellen, daß die Zielweiten nach A und B annähernd gleich

Abbildung 101.



sind. Hierzu schreitet man entweder den Abstand zwischen A und B ab und halbiert ihn, was vielfach ausreicht, oder aber man bedient sich eines Meßwerkzeuges, eines Meßbandes (s. I. Teil, S. 34) oder einer Meßlatte (s. I. Teil, S. 31), sofern die genaue Entfernung, z. B. für die zeichnerische Auftragung der Höhenmessung oder aus sonstigen Gründen, bekannt sein muß. Die Fernrohrwage braucht nicht in der Verbindungsgeraden der Punkte A und B zu stehen, sondern kann auch außerhalb, unter Umständen (s. Anm. S. 54 und S. 58) ziemlich weit ab von der Verbindungsgeraden aufgestellt werden; wesentlich ist hier nur ein sicherer Standort für das Dreießgestell, damit während der Messung die Ziellinie des Höhenmessers unverändert bleibt.

Die Aufstellung der Fernrohrwage, die mit dem Dreießgestell mittels der vorhandenen Befestigungsvorrichtung unverrückbar verbunden wird, ist besonders bequem bei der Verwendung der „Bonner“ (Abbil. 37) oder Zeißschen (Abbildung 36 und 60) Anordnung und wenn neben der Röhrenwage auch eine Dosenwage vorhanden ist. Man drückt zunächst zwei Beine des Gestells in den Boden und sucht durch seitliches Verstellen und Heben oder Senken des dritten Beines die Dosenwage zum Einspielen zu bringen. Ist dies in ausreichendem Maße geschehen, dann wird das Bein, was einiger Uebung bedarf, so weit zurückgestellt, daß beim vorsichtigen Niedertreten desselben die Dosenwage wieder einspielt. Werden hiernach die Schuhe der beiden anderen Beine, unter Umständen auch des dritten Beines nochmals festgetreten, so läßt sich die Dosenwage mit den Stellschrauben des Dreifußes sehr rasch endgültig auf die Spielmarke bringen.

Falls nur die Röhrenwage allein vorhanden ist, wird diese zuerst in die Richtung der beiden fest gestellten Beine, sodann in die Richtung des dritten Beines gedreht, wobei in der ersteren Lage durch seitliches Verstellen, in der zweiten durch Heben und Senken des dritten Beines die Röhrenwage, so gut es

geht, zum Einspielen gebracht wird. Die endgültige Einstellung auf den Spielpunkt geschieht mit Hilfe der Stellschrauben am Dreifuße in bekannter Weise (s. S. 27), einmal in der Stellung der Röhrenwage gleichgerichtet mit zwei Stellschrauben, zum anderen Male über der dritten Stellschraube nach den Abbildungen 46 und 47.

Weniger bequem gestaltet sich die Aufstellung einer Fernrohrwage mit dem gewöhnlichen Dreigestell (Abbil. 31). Man gibt dem Gestellkopfe beim Einsetzen der Beine in den Boden nach Augenmaß eine wagerechte Lage und benutzt die Stellschrauben des Dreifußes zum Einstellen der Röhrenwage, die hier oft stark von dem Spielpunkte abweichen kann. Beim Fehlen der Dosenwage ist, wie oben angegeben, die Röhrenwage in zwei zueinander rechtwinkligen Stellungen zum Einspielen zu bringen, wobei der Vorgang erforderlichenfalls wiederholt werden muß.

Zur Messung des Höhenunterschiedes ist inzwischen auf dem Pfahl A eine Höhenlatte (s. S. 42), mit dem Nullpunkt nach unten und mit der Teilung dem Höhenmesser zugekehrt, lotrecht (Hilfsmittel hierzu s. S. 47) aufgestellt worden. Man richtet das Fernrohr auf die Latte, dreht die seitliche Triebsschraube (f_{10} Abbil. 30), bis die Latte im Fadenkreuz deutlich gesehen wird (s. S. 23), klemmt den oberen Teil der Fernrohrwage fest und richtet mit der Feinstellschraube (z. B. B in Abbil. 60) das Fadenkreuz mitten auf die Zentimeterteilung nach Abbil. 50. Ein Blick auf die Röhrenwage — ohne oder mit Hilfe eines Spiegels, s. S. 22 u. 31 — sagt dem Beobachter, ob die Blase noch die geforderte Einstellung auf den Spielpunkt innehat. Ist das Gegenteil der Fall, dann wird bei den Fernrohrwagen mit „festem“ (Abbil. 29) oder auch nur „drehbarem“ (Abbil. 59) Fernrohre durch eine geringe Drehung einer passenden Stellschraube des Dreifußes die Wage zum scharfen Einspielen gebracht und hiernach sofort an der Höhenlatte der Abstand des Pfahlkopfes A bis zur wagerechten Ziellinie abgelesen (s. S. 28). Von großem Vorteile sind hier die „kippbaren“ Fernrohre (S. 29 u. Abbil. 60, 63), weil jede Zielung für sich mit Hilfe der „Kippschraube“ rasch und sicher in die Wagerechte gebracht werden kann.

Sobald die Ablesung, die man als „Rückblick“ mit r bezeichnet, im Fernrohr nachgeprüft ist, wird der Lattenträger nach B gewiesen, wo er die Höhenlatte, wieder mit der Teilung der Fernrohrwage zugekehrt, lotrecht aufzuhalten hat. Der Beobachter zielt, wie oben angegeben, die Latte an, läßt die Röhrenwage scharf einspielen und macht die zweite Ablesung im „Vorblick“ zu v .

Aus den Ablesungen r und v ergibt sich der Höhenunterschied der beiden Punkte A und B nach Seite 5 zu:

$$\Delta h_{a^b}^*) = r - v$$

und die Höhe h_b des Punktes B nach Seite 6 zu:

$$h_b = h_a + \Delta h_{a^b}.$$

Wäre beispielsweise $h_a = 130,251$ über N.N., $r = 2,605$ und $v = 0,683$, also $\Delta h_{a^b} = 2,605 - 0,683 = +1,922$, so ist

*) Δh_{a^b} = Höhenunterschied von Punkt A nach Punkt B.

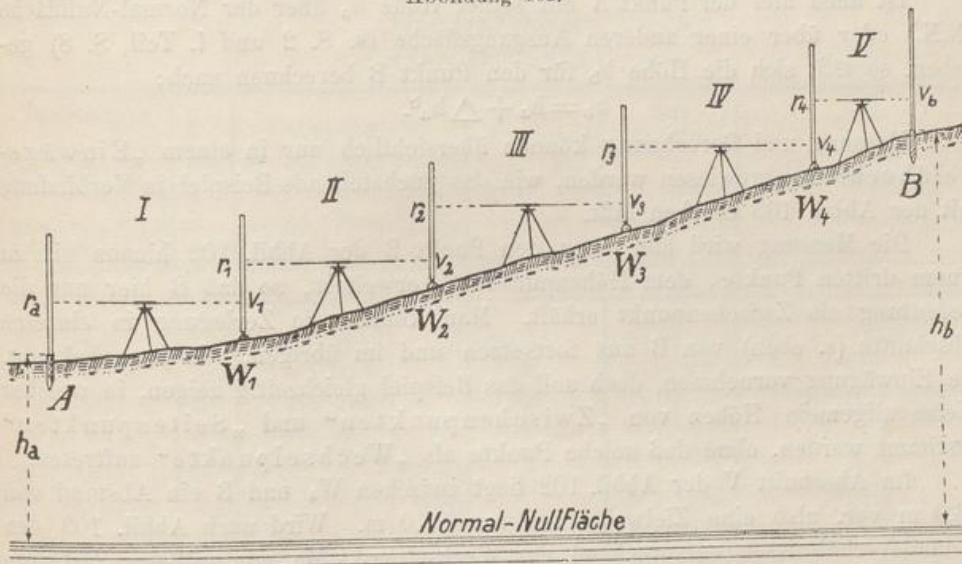
$$h_b = h_a + \Delta h_a^b = 130,251 + 1,922$$

$$= 132,173 \text{ m über N.N.}$$

Die Ermittlung des Höhenunterschiedes Δh läßt sich durch Aufstellung der Fernrohrwage in der Mitte zwischen zwei Punkten, wie angegeben, nur dann durchführen, wenn der Abstand der beiden Punkte von der wagerechten Zielinie nicht größer ist als die Höhenlatte und die Zielweite nach den beiden Punkten eine von der Ableseschärfe abhängige Länge nicht überschreitet. Mit Rücksicht auf die letztere Bedingung wird die Zielweite, um noch Millimeter mit hinreichender Sicherheit schätzen zu können, zu höchstens 50 und 60 m angenommen, während Zentimeter im allgemeinen auf Entfernungen bis 200 und 250 m noch lesbar sind. Liegen größere Abstände zwischen zwei Punkten vor oder wird durch die Geländegestaltung oder auch durch die Länge der Höhenlatte die Zielweite eingeschränkt, dann ist durch „Wechselpunkte“ W die Strecke zwischen den beiden Höhenpunkten in einzelne Abschnitte zu zerlegen und jeder Abschnitt für sich nach dem oben angegebenen Verfahren einzuwägen.

Die Abbil. 102 zeigt die Zerlegung einer Strecke AB in die Abschnitte I, II, III, IV und V. Man stellt die Fernrohrwage im Abschnitte I je nach den

Abbildung 102.



Geländeverhältnissen in einer Entfernung bis 50 oder 60 m vom Punkte A auf und macht die Ablesung an der Latte als „Rückblick“ r_a . Hierauf schreitet der Lattenträger das Maß von A bis zur Fernrohrwage ab, geht in der Richtung nach B um dieses Maß bis zum „Wechselpunkte W_1 “, den er durch eine in den Boden festgetretene „Unterlagsplatte“ nach Seite 46 bezeichnet, und stellt die Latte auf die Platte, worauf die Höhenlatte im „Vorblick“ zu v_1 abgelesen wird. Damit ist im Abschnitt I die „Einwägung“ erledigt.

Der Höhenmesser wird nun nach Abschnitt II gebracht, während der Lattenträger bei dem Wechsellpunkte W_1 , dessen Lage unberührt bleiben muß, stehen bleibt und die Latte nach dem neuen Standorte des

Beobachters wendet. Hier wird die Ablesung im Rückblick r_1 vorgenommen, worauf der Lattenträger, wieder durch Abschreiten bis und von der Fernrohrwage ab, den weiteren Wechsellpunkt W_2 aufsucht und die Latte zur Ablesung für den Vorblick v_2 bereit stellt. Der Vorgang wiederholt sich nacheinander in den Abschnitten III, IV bis V (Abbil. 102), wo zwischen W_4 und B der noch verbleibende Abstand*) abgeschritten und die Fernrohrwage in dessen Mitte aufgestellt wird, um hier mit dem Rückblick r_4 und dem Vorblick v_b die Messung zu schließen. Der gesuchte Höhenunterschied zwischen A und B ergibt sich aus den Teilhöhenunterschieden der einzelnen Abschnitte

$$\triangle h_I = r_a - v_1$$

$$\triangle h_{II} = r_1 - v_2$$

$$\triangle h_{III} = r_2 - v_3$$

$$\triangle h_{IV} = r_3 - v_4$$

$$\triangle h_V = r_4 - v_b$$

$$\text{zu } \triangle h_{a^b} = [\triangle h] = [r] - [v]$$

d. h. $\triangle h_{a^b}$ ist gleich der Summe der Teilhöhenunterschiede oder gleich dem Unterschiede der Summe der Rückblicke und Vorblicke.

Ist auch hier der Punkt A mit seiner Höhe h_a über der Normal-Nullfläche (N.N.) oder über einer anderen Ausgangsfläche (s. S. 2 und I. Teil, S. 8) gegeben, so läßt sich die Höhe h_b für den Punkt B berechnen nach:

$$h_b = h_a + \triangle h_{a^b}.$$

Messung und Berechnung können übersichtlich nur in einem „Einwägel-Feldbuch“ nachgewiesen werden, wie das nachstehende Beispiel in Verbindung mit der Abbil. 103 ersehen läßt.

Die Messung wird hier über den Punkt B der Abbil. 102 hinaus bis zu einem dritten Punkte, dem Höhenpunkte C, erweitert, so daß B hier nur die Bedeutung als Zwischenpunkt erhält. Man könnte die Zerlegung in einzelne Abschnitte (s. oben) von B aus fortsetzen und im übrigen, wie jetzt bekannt, die Einwägung vornehmen, doch soll das Beispiel gleichzeitig zeigen, in welcher Weise allgemein Höhen von „Zwischenpunkten“ und „Seitenpunkten“ bestimmt werden, ohne daß solche Punkte als „Wechsellpunkte“ auftreten.

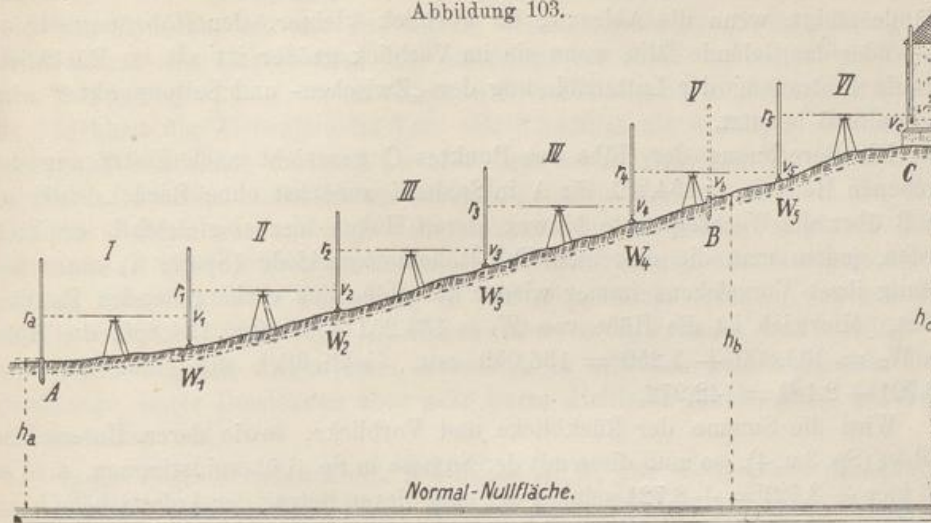
Im Abschnitt V der Abbil. 102 liegt zwischen W_4 und B ein Abstand von 56,0 m vor, also eine Zielweite von nur 28,0 m. Wird nach Abbil. 103 den Geländeverhältnissen entsprechend der Wechsellpunkt W_5 mit größerer Zielweite (50,0 m) gewählt, so ist von der Aufstellung zwischen W_4 und W_5 neben r_4 und v_5 als Rückblick bzw. Vorblick auch auf B als „Zwischenpunkt“ die Höhenlatte zu v_b abzulesen.

Von solchen „Zwischenpunkten“, also stets Punkten der Einwägestrecke selbst, sind zu unterscheiden die schon genannten „Seitenpunkte“, die in größerer oder kleinerer Entfernung seitlich der genannten Strecke liegen und sinngemäß in der eben angegebenen Weise beobachtet werden.

*) Sollte der Abstand sehr klein werden, dann können die Zielweiten durch Aufstellen der Fernrohrwage außerhalb der Verbindungsgeraden W_4 —B nach Abbil. 106 leicht vergrößert werden.

Das Höhen-Feldbuch der Aufnahme nach Abbil. 103 zeigt gemäß den Ausführungen folgende Eintragungen.

Abbildung 103.



Einwäge-Feldbuch.
(Zur Abbil. 103.)

Bezeichnung		Entfernung in m	Lattenablesung		Höhen- unterschied	Des Punktes		Bemerkungen
d. Punktes der fortl. Einwägung			für die fortl. Einwägung	fürZwi- schen- oder Seiten- punkte		Stei- gen (+)	Fal- len (-)	
Rück- blick	Vor- blick		Rückbl. m	Vorbl. m		m	m	
1	2	3	4	5	6	7	8	
A	W ₁	100	1,561	1,012	0,549	A	134,251	Die Höhe des Punktes A
W ₁	W ₂	100	1,803	0,544	1,259	W ₁	134,800	ist zu 134,251 über
W ₂	W ₃	100	2,014	0,325	1,689	W ₂	136,059	N.N. gegeben.
W ₃	W ₄	100	1,905	0,384	1,521	W ₃	137,748	Probe der Zwischen-
W ₄	W ₅	100	1,624	0,102	1,522	W ₄	139,269	und Seitenpunkte:
				hz =		W ₅	140,893	140,893
				140,893			140,791	< 3
	B	56	.	0,924		B	139,969	422,679
	a	.	.	0,525		a	140,368	- 3,375
	b	.	.	1,926		b	138,967	419,304
				3,375			419,304	Probe: 134,251
W ₅	C	80	2,240	0,059	2,181	C	142,972	+ 8,721
			11,147	2,426	+8,721			142,972
			+8,721					

In Spalte 1 des Feldbuches wird die Bezeichnung der Punkte im Rückblick und Vorblick „der fortlaufenden Einwägung“, sowie der „Zwischen- und Seitenpunkte“ eingetragen. Spalte 2 gibt die Entfernung, also die jeweilige doppelte Zielweite an; für die Zwischen- und Seitenpunkte gilt die Entfernung von dem vorangehenden Wechelpunkte, z. B. für B 56 m von W₄ aus. In Spalte 3 und 4 kommen die Latten-Ablesungen für den Rück- und Vorblick, deren

Unterschied $r-v$ als Höhenunterschied entsprechend dem Vorzeichen in dem Raume der Spalte 6 aufgenommen wird. Der Höhenunterschied ist $+$ oder das Gelände steigt, wenn die Ablesung im Vorblick kleiner, der Höhenunterschied ist $-$ oder das Gelände fällt, wenn sie im Vorblick größer ist als im Rückblick. Für die Eintragung der Lattenablesung der „Zwischen- und Seitenpunkte“ wird die Spalte 5 benutzt.

Die Berechnung der Höhe des Punktes C geschieht nach Eintragung der gegebenen Höhe $h_a = 134,251$ für A in Spalte 7 zunächst ohne Berücksichtigung von B über die Wechsellpunkte hinweg, deren Höhen hierbei gleichfalls ermittelt werden, indem man die einzelnen Teil-Höhenunterschiede (Spalte 6) unter Beachtung ihres Vorzeichens immer wieder der Höhe des vorhergehenden Punktes zufügt. Hiernach ist die Höhe von $W_1 = 134,251 + 0,549 = 134,800$, die Höhe von $W_2 = 134,800 + 1,259 = 136,059$ usw., schließlich die Höhe für C = $140,791 + 2,181 = 142,972$.

Wird die Summe der Rückblicke und Vorblicke, sowie deren Unterschied gebildet (Sp. 3 u. 4), so muß diese mit der Summe in Sp. 6 übereinstimmen, d. h. es muß hier $+ 8,721 = + 8,721$ sein. Fügt man diesen Betrag der Anfangshöhe $h_a = 134,251$ (s. Spalte 7 des Feldbuches) zu, dann ergibt $134,251 + 8,721 = 142,972$ eine Probe für die richtige Ableitung der Höhe des Punktes C in Spalte 7. Diese Rechenprobe ist niemals zu unterlassen und zweckmäßig für jede Seite eines Feldbuches in Spalte 8 durchzuführen.

Die Höhenberechnung von Zwischen- und Seitenpunkten wird mit Rücksicht auf die übersichtliche Rechenprobe für die „fortlaufende Einwägung“ (s. o.) am besten mit Zuhilfenahme der „Zielhöhe“ (s. Gl. 3) u. 4) S. 5, ohne Rücksicht auf c) erledigt. In Spalte 5 des Feldbuches, in die die Lattenablesungen für den Zwischenpunkt B und für zwei Seitenpunkte a und b (in Abbil. 103 nicht angegeben) aufgenommen sind, wird die Zielhöhe berechnet und unmittelbar über die Ablesungen geschrieben (s. das Feldbuch S. 55). Man zählt zu der Höhe $W_4 = 139,269$ aus Spalte 7 den Rückblick $r_4 = 1,624$ aus Spalte 3 hinzu und erhält so die Zielhöhe $h_z = 139,269 + 1,624 = 140,893$; sie wird sofort durch $W_5 + v_5 = 140,791 + 0,102 = 140,893$ sichergestellt. Von der Zielhöhe werden nacheinander die Ablesungen auf den Punkten B, a und b abgezogen, also für B: $140,893 - 0,924 = 139,969$; für a: $140,893 - 0,525 = 140,368$ usw. Die Ergebnisse sind die Höhen der Punkte, ihre Eintragung erfolgt in Spalte 7 des Feldbuches. Eine Nachprüfung der Rechnung ist auch hier stets erforderlich. Man vervielfältigt die Zielhöhe mit der Zahl der Ablesungen (hier 3) und zieht hiervon die Summe der Lattenablesungen (Spalte 5) ab. Das Ergebnis muß mit der Summe der fraglichen Höhen (Spalte 7) übereinstimmen.

Im vorliegenden Beispiele ist also zu rechnen:

$$\begin{array}{r}
 h_z = 140,893 \\
 \times 3 \\
 \hline
 422,679 \\
 - 3,375 \text{ (aus Spalte 5)} \\
 \hline
 419,304
 \end{array}$$

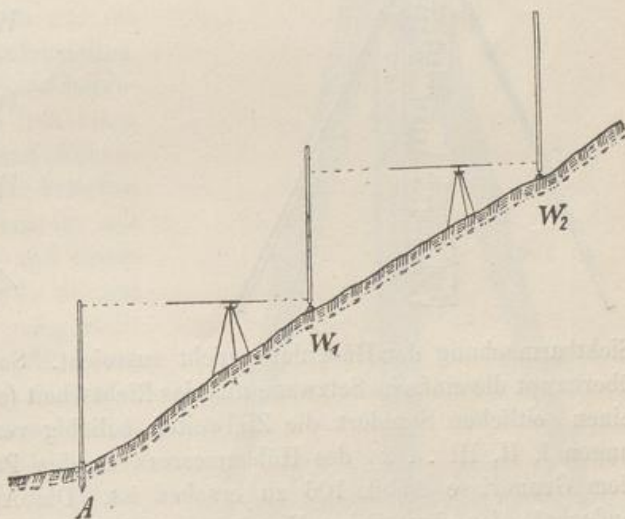
Soll 419,304 (nach Spalte 7).

Die Probe wird ebenfalls in Spalte 8 des Feldbuches nachgewiesen (siehe Feldbuch S. 55) und für jede benutzte Zielhöhe besonders geführt.

Mit Rücksicht auf die Beseitigung des Einflusses der Erdkrümmung und der Brechung der Lichtstrahlen, der allerdings für kurze Zielweiten von 50 bis 60 m sehr gering ist (s. S. 5), also nicht in Betracht kommt, ist bereits auf Seite 6 die Gleichheit der Zielweiten im Vor- und Rückblick als wichtiges Merkmal der Einwägung bezeichnet worden. Da aber auch kleine Fehler in der Berichtigung der Fernrohrwagen hierdurch unschädlich gemacht werden, sind bei der Auswahl der Aufstellorte und der Wechsellpunkte die Zielweiten möglichst gleich oder nahezu gleich groß anzuordnen. In freiem, ebenem oder wenig geneigtem Gelände läßt sich diese Forderung in der Regel leicht erfüllen, dagegen wird man in bebauten Stadt- und Dorflagen oder im Hügellande und Gebirge oft gezwungen sein, mit ungleichen Zielweiten zu arbeiten, wenn man nicht durch gleichlange, unter Umständen aber sehr kurze Ziellinien die Messung ungebührlich verteuern will.

In der nachstehenden Abbil. 104 liegen A, W_1 und W_2 in einem Gelände mit sehr starkem Gefälle. Man kann, wie die Abbil. 104 ersehen läßt, von A aus die Fernrohrwage viel weiter aufstellen als von W_1 . Das ist darauf zurückzuführen, daß die Ziellinie sich etwa 1,3 m über dem Aufstellorte erhebt und daher auch der Punkt W_1

Abbildung 104.



nur um dieses Maß höher liegen darf als dieser, weil sonst die Höhenlatte nicht von der Ziellinie getroffen wird. Auf der anderen Seite ist bei einer 4 m-Latte der Höhenunterschied von A bis zum Aufstellorte $4,0 - 1,3 = 2,7$ m, also doppeltso groß, deshalb kann auch die Zielweite doppelt so lang werden; bei einer 5 m- oder gar 6 m-Latte, die in Gebirgsgegenden sehr nützlich ist und aus einer 5 m-Latte durch ein besonderes Aufsatzstück*) (s. a. S. 79) erhalten wird, kann der Unterschied der Zielweiten noch größer ausfallen. Man wird aber, wenn die Ableseschärfe bis auf Millimeter (s. S. 53) gewahrt bleiben soll, auch hier nicht Zielweiten über 60 m Länge zulassen. Da bei ungleichen Zielweiten eine Abweichung der Achse der Röhrenwage und der Ziellinie vom gleichgerichteten Verlaufe einen sehr schädlichen Einfluß auf die Genauigkeit der Höhenmessung hat, muß hier die Forderung II nach Seite 26 ganz beson-

*) Aufsatzstücke stellt u. a. R. Reiß in Liebenwerda her.

ders sorgfältig erfüllt werden. Unter den genannten Verhältnissen ist der Gebrauch der von den Werkstätten Zeiß (S. 37 usw.) und Wolz (S. 35) hergestellten Fernrohrwagen mit „drehbarem“ Fernrohr sehr zu empfehlen, da das Mittel der Lattenablesungen in den beiden Fernrohrlagen (s. dort) fehlerfrei ist. Im Feldbuche trägt man entweder die beiden Ablesungen untereinander ein, oder aber ihr Mittel, das nebenher durch Rechnung festgestellt wird.

Sofern Ablesungen an dem Ende der Höhenlatte, z. B. in Abbil. 104 bei A, stattfinden, ist für eine möglichst ruhige Haltung der Latte Sorge zu tragen, wobei der Träger unter Umständen, z. B. bei starkem Wind, die Latte durch zwei seitlich von ihm in den Boden gestellte Stäbe (Fluchstäbe, s. I. Teil S. 14) stützt, die er gleichzeitig mit der Latte in den Händen hält (Abbil. 105).

In sehr steilem Gelände können die Zielweiten so kurz werden, daß der Auszug der Auglinse (s. S. 22) oder die Schaltlinse (s. S. 40) zur deutlichen

Abbildung 105.

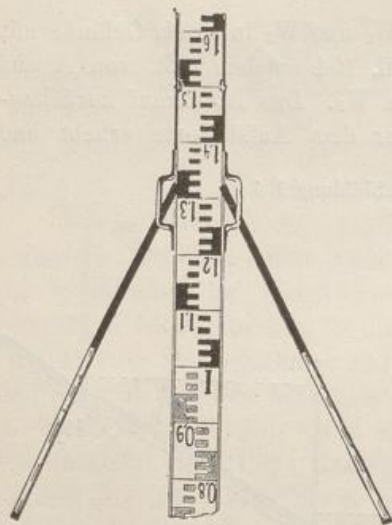
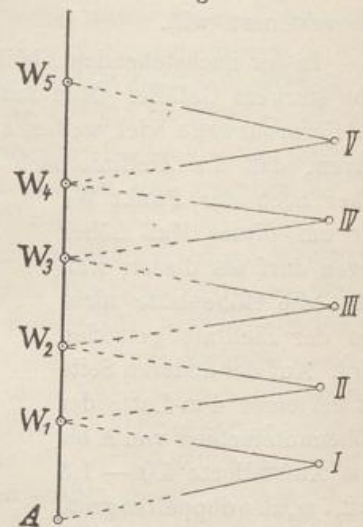


Abbildung 106.



Sichtbarmachung der Höhenlatte nicht ausreicht. Sobald in solchen Fällen nicht überhaupt die einfache Setzwage und das Richtscheit (s. S. 7) genügen, werden durch einen seitlichen Standort die Zielweiten beliebig vergrößert, wie aus den Stellungen I, II, III . . . des Höhenmessers zu den Punkten A, W₁, W₂ . . . in dem Grundrisse Abbil. 106 zu ersehen ist. Die Aufstellung der Fernrohrwage außerhalb des eigentlichen Einwägezuges ist, wie schon Seite 51 bemerkt wurde, selbstverständlich auch unter gewöhnlichen Gelände-Verhältnissen zulässig und anzuraten, wenn damit ein fester Standort für das Dreigestell gegeben wird.

Um in stark geneigtem Gelände das Aufsuchen der einzelnen Aufstellorte mit Rücksicht auf die Höhe der Ziellinie zum vorhergehenden Punkte, z. B. Abbil. 104 A, W₁ usw., von vornherein richtig zu erhalten, ist die Mitführung eines kleinen „Freihand-Höhenmessers“, Abbil. 107 oder 108, sehr zu empfehlen. Statt dessen ist auch der „Neigungsmesser“ nach Brandis (s. I. Teil, Fig. 130) vollständig ausreichend. Geschlossene, aus Glasrohr hergestellte kleine

Kanalwagen von rechteckiger Form (Abbil. 109), 10×15 cm groß, oder kreisrund mit 10 bis 12 cm Durchmesser (Abbil. 110), mit gefärbtem Weingeiste

Abbildung 107.

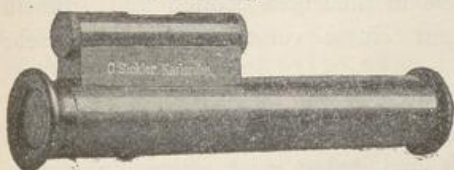


Abbildung 108.

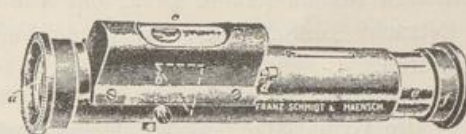
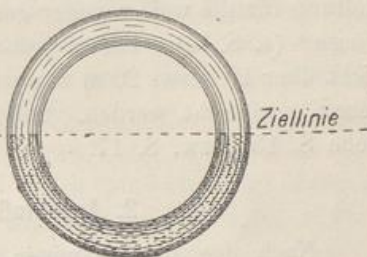
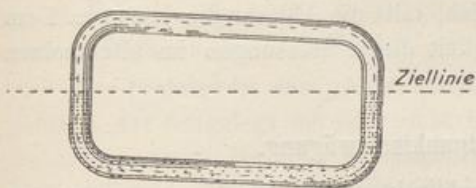


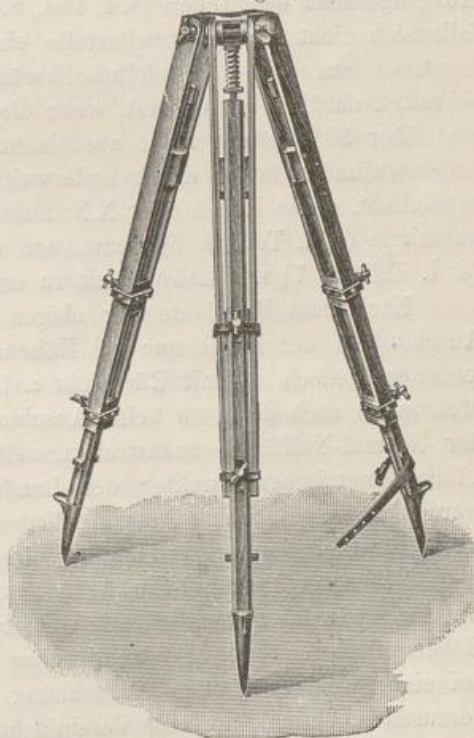
Abbildung 110.

Abbildung 109.



gefüllt, sind leicht zerbrechlich. Man stellt in etwa 1,3 m Höhe über dem Boden, also in der mittleren Fernrohrzielhöhe, mit Hilfe des Hand-Höhenmessers fest, ob von dessen Ziellinie die Latte getroffen wird. Ist dies nicht der Fall, dann ist der Standort zu verschieben und die Fernrohrwage erst dann aufzustellen, wenn die in dieser rohen Weise hergestellte Ziellinie die passende Höhenlage hat. Die kleinen „Freihand-Höhenmesser“ nach Abbil. 107 u. 108 bestehen aus einem 12 cm langen Fernrohr mit der Fernlinse a (Abbil. 108) und einem Auszug e mit der Auglinse f, die auf einen wagerechten Faden eingestellt wird. Die Ziellinie ist wagerecht, wenn der Höhenmesser so gehalten wird, daß der genannte Faden die durch ein rechtwinkeliges Prisma b gesehene Blase der Röhrenwage o halbiert. Da die Hypothenuse des Prismas nur zur Hälfte mit Spiegelbelag versehen ist, kann man durch die andere Hälfte hindurch die Höhenlatte sehen. Zur Berichtigung dient die Schraube d, deren Drehung ein Heben oder Senken der Röhrenwage bewirkt. Bei der Abbil. 107 ist statt des Prismas im Fernrohr unter einem Winkel von 45° gegen die Ziellinie ein Metallspiegel angebracht, der in der Mitte eine runde Oeffnung für die Durchsicht hat.

Abbildung 111.



In gebirgiger Gegend, namentlich auch an stark abschüssigen Stellen, geht oft nur mit vieler Mühe die Aufstellung der Fernrohrwage auf einem einfachen Dreigestell von statten. Hier ist die Verwendung eines Gestells mit drei verstellbaren Beinen (Abbil. 111), das vor allem in niedrigen Stollen und Tunneln in Betracht kommt, oder sonst auch mit nur einem verstellbaren Beine sehr anzuraten.

Die Grundsätze, die in den vorstehenden Zeilen für die Höhenmessungen durch „Fernrohrwagen“ näher entwickelt sind, haben auch allgemein gleiche Geltung für die weit weniger genaue „Kanalwage“ (s. S. 13) und die „Absehwage“ (s. S. 16). Es sei jedoch hervorgehoben, daß bei beiden die Zielweiten nicht über 10 bzw. 20 m hinausgehen sollen, falls die Ablesungen auf etwa 1 cm genau gewünscht werden. Ueber Genauigkeit dieser Messungen im allgemeinen siehe S. 15 bzw. S. 17.

2. Anschluß- und Festpunktseinwägung.

Nach den Bestimmungen des Zentralkontrollamtes der Vermessungen im Preussischen Staate vom 12. Januar 1895, siehe Auszug im Anhang unter Nr. I, sind Einwägungen im Auftrage oder unter Leitung von Staatsbehörden, wenn sie 10 oder mehr Kilometer lang sind, auf die „Normal-Nullfläche“ (N.N.) als Ausgangsfläche der Höhen (s. I. Teil, S. 3) zu beziehen. Diese Verbindung wird, falls sich nicht an der Arbeitsstelle ein „Höhenpunkt“ befindet, immer verlangt, so lange die „Anschlußeinwägung“ die Länge von 5 km nicht überschreitet, darüber hinaus erst, wenn die anzuschließenden Höhenmessungen selbst sich über 30 km und mehr ausdehnen. Sie wird durch die Höhenpunkte der Landesaufnahme oder durch anderweitig mit Sicherheit bestimmte Festpunkte ermöglicht, deren Höhen über N.N. aus den Einwägungs-Ergebnissen der Landesaufnahme (s. I. Teil, S. 6) bzw. von den in Betracht kommenden Amtsstellen (s. I. Teil, S. 7) mit Leichtigkeit zu erfahren sind.

Nach dem Wortlaute der obigen Bestimmungen (s. § 6 und 7) wird der Anschluß in der Regel nur bei Höhenaufnahmen größeren Umfanges in Frage kommen; jedoch ist mit Rücksicht auf die Verallgemeinerung des Wertes der Messungen auch dort, wo keine Anschlußpflicht vorliegt, der Zusammenhang mit der Normal-Nullfläche anzustreben, selbst dann, wenn letzterer nur durch die „Trigonometrischen Punkte“ der Landesaufnahme (s. I. Teil, S. 8) vermittelt werden kann. Beliebige Ausgangsflächen (s. I. Teil, S. 8) sollten nur ausnahmsweise für kleine untergeordnete Arbeiten zur Anwendung gelangen.

Neben der Anschluß-Einwägung, durch welche gewissermaßen die „Normal-Nullfläche“ in das zu bearbeitende Gebiet übertragen wird, sind für die eigentlichen Höhenaufnahmen, die also unmittelbar den technischen Zwecken dienen, auch bei einer weniger großen Ausdehnung „Festpunkte“, F.P., im Arbeitsfelde vorzusehen, einmal, um eine Vereinfachung der Messungen herbeizuführen, dann aber auch, um bei den später folgenden Bauausführungen genügend Stützpunkte für die Absteckungen (s. Abschnitt F.) zu haben. Hiernach sind zunächst die „Anschluß“- und die „Festpunkt-Einwägungen“ voneinander zu trennen.

a) Anschluß-Einwägungen.

Der Vorgang des Einwägens von einem über N.N. gegebenen „Höhenpunkte“ aus wurde bereits auf Seite 51 usw. geschildert. Man beginnt bei dem Höhenpunkte und führt die Messung möglichst auf befestigten Wegen, Chausseen, gepflasterten Straßen, weniger gut auf fester Erdbahn, zum Arbeitsfelde, wo zunächst ein Haupt-Festpunkt, H.F.P., nach Seite 47 sicher und unzweideutig vermarktet wird. Ist der Einwägung ein dauernder Wert beizumessen, so müssen nach § 6 der oben genannten Bestimmungen (S. 60) auch auf dem Wege zum Arbeitsfelde zuverlässige Zwischen-Festpunkte, F.P., in Abständen von 2 km (s. S. 47) angebracht werden. Aber selbst dort, wo kein dauernder Wert im obigen Sinne in Betracht kommt, ist die Vermarkung, wenn auch vielleicht in einfachster Weise (s. S. 49) durchzuführen; nur bei einem Anschluß an einen „Trigonometrischen Punkt“ kann sie unterbleiben.

Die Richtigkeit der „Anschluß-Einwägungen“, die in der eben angegebenen Art festgelegt werden, ist in jedem Falle durch eine zweimalige Messung, wobei die zweite Messung in entgegengesetzter Richtung wie die erste bewirkt wird, außerdem aber, sofern die Einwägungen nicht die Gestalt einer „Schleife“ haben (S. 66) oder in der Nähe der beiden Endpunkte an bekannte zuverlässige Höhenpunkte angeschlossen werden, noch durch eine dritte Einwägung sicher zu stellen. Bei wiederholter Annäherung an sichere Festpunkte ist, den Bestimmungen (§ 2) gemäß, so oft anzuschließen, wie es mittels einer Mehrarbeit von 1 km auf 10 km geschehen kann. Hierbei sei bemerkt, daß an den Nullpunkt eines Pegels (s. Abschn. E.) stets an den für den letzteren vorhandenen „Kontrollpunkt“ anzuschließen ist*). Der Höhenunterschied zwischen Kontroll- und Pegel-Nullpunkt ist in jedem einzelnen Falle von der „Geschäftsstelle für die Haupt-Einwägungs- und Wasserstands-Beobachtungen in Berlin, Wilhelmstr. 89 (s. a. I. Teil, S. 7) zu erfahren.

Bei den vorkommenden Höhenaufnahmen wird die „Anschluß-Einwägung“, wenn man von umfangreichen Messungen absieht, entweder von einem gegebenen Höhenpunkte ausgehen und in einem längeren oder kürzeren Zuge über die vorgesehenen Zwischen-Festpunkte hinweg auf dem „Haupt-Festpunkte“ des Arbeitsfeldes enden, oder sie geht von einem gegebenen Höhenpunkte aus und schließt auf einem solchen ab. Dabei wird in jedem Falle die Einwägung in entgegengesetzter Richtung auf demselben Wege wiederholt, indem auch sämtliche Zwischen-Festpunkte neu beobachtet werden.

α) Wird von einem Höhenpunkte als Anschlußpunkt ausgegangen, dann werden die Höhen der Zwischen-Festpunkte und des Haupt-Festpunktes im Aufnahmegebiet nach Mittelung der doppelt gemessenen Höhenunterschiede zwischen den Festpunkten aus der Höhe des Anschlußpunktes abgeleitet. Um die Berechnung zu vereinfachen, werden bei der Messung sämtliche Zwischen-Festpunkte auch als „Wechselpunkte“ benutzt, im Gegensatz zu den Angaben auf Seite 54, wo die Höhen von „Zwischen- und Seitenpunkten“ gegebenenfalls aus den Zielhöhen ermittelt werden.

*) Siehe Anhang unter Nr. I.

Beispiel. Für die Höhenaufnahme zur Bodenverbesserung der „Kummen-
teichs-Wiesen“ (siehe Tafel VIII), nordöstlich von Laer, ist der Anschluß an
die Höhenmarke des Bahnhofs Laer, siehe Abbil. 112, durch eine Einwägung von
etwa 3 km Länge bewerkstelligt worden. Die Messung wurde auf einem festen
Wege von Laer nach dem Wiesengelände mit Zielweiten von fast durchweg 50 m
vorgenommen bis zum Haupt-Festpunkte, H.F.P. 5, einem Bolzen in einer
Brücke, die über den das Wiesengelände durchschneidenden Bachlauf führt.

Abbildung 112.

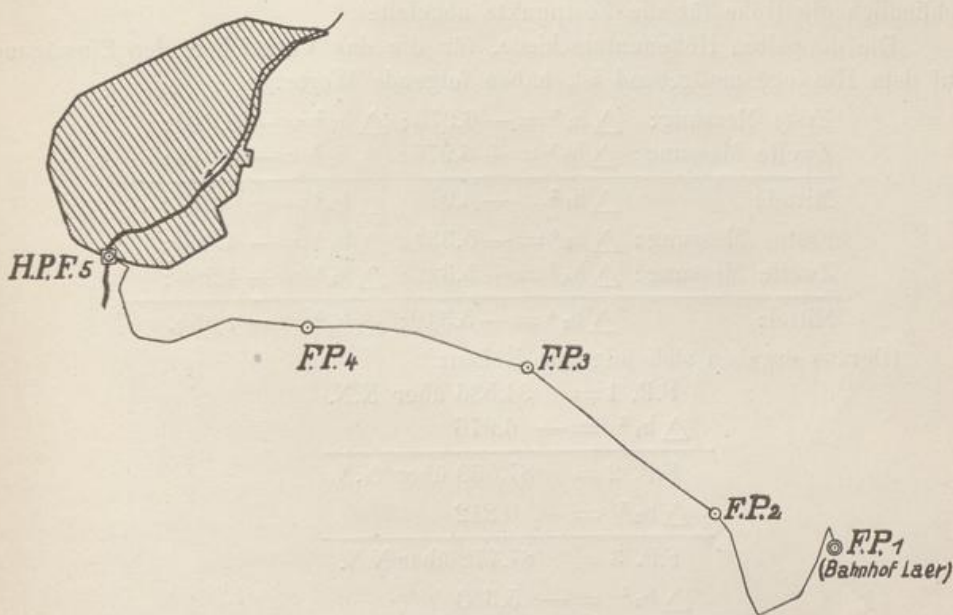


In dem Einwäge-Zuge sind in Abständen von rd. 1 km drei Zwischen-
Festpunkte eingeschaltet und gemäß dem Verzeichnisse auf Seite 75 kenntlich
gemacht (s. Abbil. 112).

Die Einwägung wurde in Laer auf dem Bahnhofsbolzen F.P. 1 in einer
Höhe von 94,536 begonnen, die auf dem dortigen Höhenschild (s. I. Teil, Fig. 9)
verzeichnet ist. Die Messung wurde doppelt ausgeführt, das zweite Mal in ent-
gegengesetzter Richtung, hier beginnend bei dem Hauptfestpunkte H.F.P. 5.

Für die Wechsellpunkte ist, soweit nicht die Höhen-Festpunkte in Betracht kommen, durchweg eine eiserne Unterlagsplatte (s. S. 46) benutzt worden.

Abbildung 113.



Einwäge-Feldbuch
(siehe Abbil. 112 und 113).

Bezeichnung		Entfernung s m	Lattenablesung für die fortlaufende Einwägung		für Zwischen- oder Seiten- punkte m	Höhen- unterschied		Des Punktes		Bemerkungen
des Punktes der forth. Einwägung	des Zwischen- oder Seiten- punktes		Rückbl. m	Vorbl. m		Steigen (+) m	Fallen (-) m	Be- zeichnung	Höhe m	
im Rückbl.	im Vorbl.									
1		2	3	4	5	6		7	8	
F.P. 1	W ₁	80	1,405	1,358		0,047	.	F.P. 1	94,536	F.P. ist mit einer
W ₁	W ₂	100	0,385	1,966		.	1,581	W ₁	94,583	Höhe von 94,536
W ₂	W ₃	100	0,690	1,877		.	1,187	W ₂	93,002	über N.N. ge-
W ₃	W ₄	100	0,422	2,309		.	1,887	W ₃	91,815	geben.
W ₄	W ₅	100	0,685	1,870		.	1,185	W ₄	89,928	
W ₅	W ₆	100	1,485	1,684		.	0,199	W ₅	88,743	Probe: 94,536
W ₆	W ₇	100	1,221	1,709		.	0,488	W ₆	88,544	— 6,976
W ₇	W ₈	100	1,432	1,638		.	0,206	W ₇	88,056	87,560
W ₈	F.P. 2	76	1,525	1,815		.	0,290	W ₈	87,850	
								F.P. 2	87,560	
			9,250	16,226		0,047	7,023			
			— 6,976			— 6,976				

Der erste Teil der Einwägung auf dem Hinwege ist bis zum ersten Zwischen-Festpunkte F.P. 2 im vorstehenden Feldbuche enthalten.

Werden von Festpunkt zu Festpunkt die Höhenunterschiede berechnet und durch die früher (S. 56) angegebene Probe für Spalte 3, 4 und 6 nachgeprüft, hier also der Höhenunterschied von F.P. 1 und F.P. 2 zu $\triangle h_1^2 = -6,976$, dann wird aus den zugehörigen zwei Höhenunterschieden das Mittel gebildet und schließlich die Höhe für die Festpunkte abgeleitet.

Die doppelten Höhenunterschiede, für die das Vorzeichen der Einwägung auf dem Hinwege maßgebend ist, haben folgende Werte:

Erste Messung: $\triangle h_1^2 = -6,976$; $\triangle h_2^3 = +0,210$;

Zweite Messung: $\triangle h_2^1 = +6,976$; $\triangle h_3^2 = -0,213$;

Mittel: $\triangle h_1^2 = -6,976$; $\triangle h_2^3 = +0,212$;

Erste Messung: $\triangle h_3^4 = -5,338$; $\triangle h_4^5 = -4,964$;

Zweite Messung: $\triangle h_4^3 = +5,342$; $\triangle h_5^4 = +4,966$;

Mittel: $\triangle h_3^4 = -5,340$; $\triangle h_4^5 = -4,965$.

Hieraus ergeben sich folgende Höhen:

F.P. 1 = 94,536 über N.N.

$\triangle h_1^2 = -6,976$

F.P. 2 = 87,560 über N.N.

$\triangle h_2^3 = +0,212$

F.P. 3 = 87,772 über N.N.

$\triangle h_3^4 = -5,340$

F.P. 4 = 82,432 über N.N.

$\triangle h_4^5 = -4,965$

H.F.P. 5 = 77,467 über N.N.

Die Berechnung der einzelnen Höhen wird zweckmäßig in einem besonderen Muster (s. nächste Seite oben) übersichtlich zusammengestellt.

Es tritt nun eine wesentliche Frage auf, ob die Höhenmessung den Anforderungen der Bestimmungen des Zentralkontrollbüros gerecht wird. Nach § 7 ist die Einwägung noch als **brauchbar** anzusehen, wenn der zu erwartende Fehler M nicht mehr als 5 mm auf 1 km Länge beträgt; sie gilt als „gut“, wenn der Fehler nicht größer als 3 mm auf 1 km ist.

Die Beantwortung der Frage erfolgt durch Berechnung des Fehlers M nach der Formel:

$$M = \sqrt{\frac{1}{2n} \cdot \left[\frac{w \cdot w}{2s} \right]}$$

Hierbei bedeutet:

w die Abweichung der beiden gemessenen Höhenunterschiede zwischen je zwei benachbarten Festpunkten, angegeben in mm;

n die Anzahl der gemittelten Höhenunterschiede;

s die Entfernung der Festpunkte, für welche die gemittelten Höhenunterschiede gelten, angegeben in km.

Die Ermittlung des Wertes für M wird am besten zusammen mit der Ableitung der Höhen (s. o.) nach folgendem Muster vorgenommen.

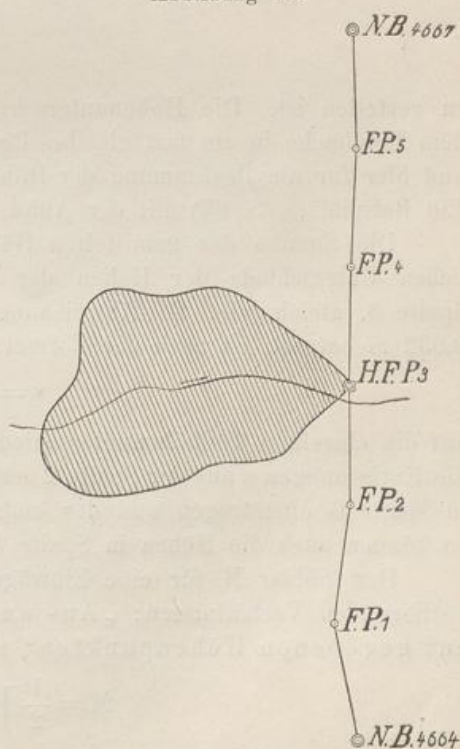
Ableitung der Höhen und des Kilometerfehlers M.
Zu Abbildung 112 und 113.

Bezeichnung der Strecke		Entfernung s km	Gemessener Höhenunterschied		Mittel der Spalte 3 und 4 m	Des Festpunktes		Abweichung der Höhenunterschiede w = Sp. 3 - Sp. 4 w · w	$\frac{1}{2s}$ (s. Sp. 2)	$\frac{w \cdot w}{2s}$	Bemerkungen
von	bis		im Hinweg m	im Rückweg m		Bezeichnung	Höhe m				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
F.P. 1	F.P. 2	0,9	-6,976	6,976	- 6,976	F.P. 1 94,536	0	0	0,56	0,00	$M = \sqrt{\frac{1}{2n} \left[\frac{w \cdot w}{2s} \right]}$ $= \sqrt{\frac{1}{2 \cdot 4} [17,74]}$ $= 1,5 \text{ mm.}$ Probe: 94,536 - 17,069 77,467
F.P. 2	F.P. 3	0,8	+0,210	0,213	+ 0,212	F.P. 2 87,560	3	9	0,62	5,58	
F.P. 3	F.P. 4	0,8	-5,338	5,342	- 5,340	F.P. 3 87,772	4	16	0,62	9,92	
F.P. 4	H.F.P. 5	0,9	-4,964	4,966	- 4,965	H.F.P. 5 77,467	2	4	0,56	2,24	
									$\left[\frac{w \cdot w}{2s} \right] =$	17,74	

Die Entfernungen s der Festpunkte in Spalte 2 werden auf Zehntel des Kilometers abgerundet; sie sind entweder aus dem Feldbuche (s. S. 63 Sp. 2) zusammenzustellen oder aber genau genug aus dem Meßtischblatte (Abbil. 112) oder einem Lageplane, in den die Festpunkte eingetragen werden, mit Zirkel und Maßstab zu entnehmen. Spalte 3 und 4 enthalten die Höhenunterschiede mit dem Vorzeichen der Einwägung im Hinwege; mit dem Mittel (Sp. 5) werden die Höhen der Festpunkte in Spalte 6 abgeleitet. Die Richtigkeit der Rechnung ist in Spalte 11 nachzuprüfen: es werden die Mittelbildung (Sp. 5) und die Endhöhe für H.F.P. 5 durch die Summenprobe sichergestellt. In den weiteren Spalten werden zunächst die Abweichungen w der Höhenunterschiede im Hin- und Rückweg gebildet (Sp. 7), hierauf die Quadrate von w (Sp. 8) und die Werte $\frac{1}{2s}$ (Sp. 9), sowie $\frac{w \cdot w}{2s}$ (Sp. 10) eingetragen, deren Summe $\left[\frac{w \cdot w}{2s} \right]$, siehe Sp. 10, schließlich mit $n = 4$ zur Bestimmung des Kilometerfehlers M, siehe Spalte 11, führt. Das Ergebnis $M = 1,5 \text{ mm}$ zeigt, daß die

Schewior, Feldmessen II.

Abbildung 114.

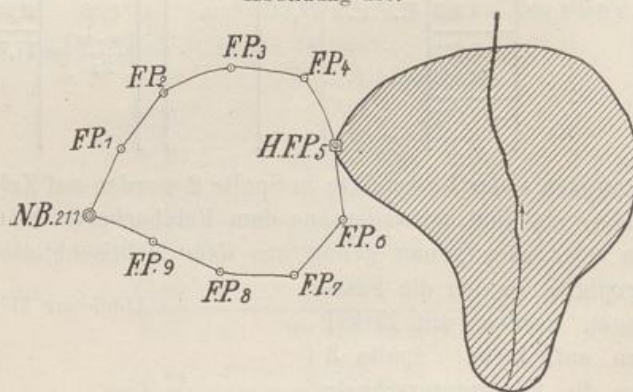


Anschluß-Einwägung nicht nur brauchbar ist (s. S. 64), sondern daß sie als „gut“ bezeichnet werden kann.

Die nach den Bestimmungen des Zentralkontrollamtes geforderte Fehlergrenze läßt sich, wie noch im Abschnitte 7 über die Genauigkeit der Einwägungen ausgeführt wird, bei der nötigen Sorgfalt durch doppelte Messung im Hin- und Rückwege unschwer erreichen.

β) Eine Anschluß-Einwägung, die am Anfang und Ende zwischen gegebene Höhenpunkte (Abbil. 114) eingeschaltet werden kann, wobei N.B.*) 4664 und N.B. 4667 Höhenpunkte der Landesaufnahme sind, oder in einer „Schleife“ (Abbil. 115) wieder auf denselben Höhenpunkt N.B. 211 als Ausgangspunkt zurückkehrt, wird in der Regel einen Widerspruch gegen die fest bestimmten Punkte ergeben, der auf die Zwischen-Festpunkte nach Verhältnis ihrer Abstände

Abbildung 115.



zu verteilen ist. Die Höhenunterschiede der Zwischen-Festpunkte werden aus dem Feldbuche in ein fast gleiches Rechenmuster, wie auf Seite 65, übernommen und hier für die Bestimmung der Höhen und des Kilometerfehlers M verwendet. Ein Beispiel (s. S. 67) mit der Abbil. 114 wird den Vorgang erläutern.

Die Summe der gemittelten Höhenunterschiede (Sp. 5) muß dem tatsächlichen Unterschiede der Höhen der gegebenen Punkte, nämlich $+5,205$ in Spalte 8, gleich sein. Die Abweichung, welche hier $f = +5,205 - 5,173 = +0,032$ m beträgt, ist nach der Formel:

$$v = \frac{f}{[s]} \cdot s$$

auf die einzelnen Teilhöhenunterschiede zu verteilen, wobei die Summe $[s]$ und die Entfernungen s aus der Spalte 2 entnommen werden. Wird die Verbesserung in Spalte 6 eingetragen und der endgültige Höhenunterschied (Sp. 7) gebildet, so können auch die Höhen in Spalte 8 berechnet werden.

Der Fehler M für eine Einwägung von 1 km Länge ist unter den hier vorliegenden Verhältnissen: „An- und Abschluß einer doppelten Messung auf gegebenen Höhenpunkten“ nach

$$M = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\frac{w \cdot w}{s} \right]}$$

*) Ueber die Bedeutung von N.B. s. Anm. S. 72.

Ableitung der Höhen und des Kilometerfehlers M.
Zur Abbildung 114.

Bezeichnung der Strecke		Entfernung s km	Gemessener Höhen- unterschied		Mittel aus Spalte 3 u. 4 m	Ver- besse- rung v = $\frac{f \cdot s}{[s]}$ mm	Endgültiger Höhen- unter- schied Sp. 5 + Sp. 6 m	Des Festpunktes		Abweichung der Höhen- unterschiede w = Sp. 7 - Sp. 5 mm	W · w	$\frac{1}{s}$ (s. Sp. 2)	$\frac{w \cdot w}{s}$	Bemerkungen
von	bis		im Hinweg m	im Rück- weg m				Be- zeich- nung	Höhe m					
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
N.B. 4664	F.P. 1	1,0	+10,821	10,820	+10,822	+4	+10,826	4664	247,177	4	16	1,00	16,00	Die Höhenpunkte der Landesaufnahme sind gegeben zu: N.B. 4664 = 247,177 m über N.N. N.B. 4667 = 252,382 m über N.N. $M = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\frac{w \cdot w}{s} \right]}$ $= \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{6} \cdot 128,68}$ $= 2,3 \text{ mm.}$
F.P. 1	F.P. 2	2,0	+24,302	24,300	+24,301	+8	+24,309	1	258,003	8	64	0,50	32,00	
F.P. 2	H.F.P. 3	0,8	+23,125	23,129	+23,127	+3	+23,130	3	305,442	3	9	1,25	11,25	
H.F.P. 3	F.P. 4	2,4	-15,382	15,388	-15,335	+10	-15,375	4	290,067	10	100	0,42	42,00	
F.P. 4	F.P. 5	0,6	-30,288	30,296	-30,292	+2	-30,290	5	259,777	2	4	1,67	6,68	
F.P. 5	N.B. 4667	1,2	-7,395	7,405	-7,400	+5	-7,395	4667	252,382	5	25	0,83	20,75	
[s] =		8,0			+58,250 -53,077		Tats. Höhenunt. =				$\frac{w \cdot w}{s} =$		128,68	
			Gem. Höhenunt. =		+5,173									
			Soll		+5,205									
			f =		+0,032		+32							

zu ermitteln. Er beträgt (Sp. 13) 2,3 mm. Die Anschluß-Einwägung ist also ebenfalls noch „gut“. Auch bei einem größeren Fehler als 5 mm (s. S. 64) würde die Festpunktbestimmung für bautechnische oder kulturtechnische Arbeiten noch hinreichend genau sein (s. unten), nicht aber zu Anschluß-Einwägungen für andere neu festzulegende Festpunkte im Sinne der Bestimmungen S. 60.

Es braucht nicht weiter hervorgehoben zu werden, daß bei Einwägschleifen nach Abbil. 115 die Summe der Höhenunterschiede in Spalte 5 „Null“ ergeben muß, weil die Messung auf dem Ausgangspunkte endet.

b) Einwägung von Festpunkten im Arbeitsfelde.

Sobald im Arbeitsfelde wenigstens ein Höhenpunkt über N.N. gegeben ist oder durch eine Anschluß-Einwägung (siehe vorstehenden Abschnitt) als „Haupt-Festpunkt“ bestimmt worden ist, gilt dieser als Stützpunkt für weitere Festpunkte, die, wie schon Seite 60 gesagt wurde, die eigentlichen Höhenaufnahmen und die Absteckungen bei den Bauausführungen wesentlich vereinfachen. Da diese neu zu schaffenden Festpunkte immerhin eine untergeordnete Bedeutung haben, wird ihre Vermarkung der Kosten wegen im freien Felde sehr einfach vorgenommen, in der Regel durch vorhandene Grenzsteine, Pfähle oder durch Kreuzmarken an Bauwerken oder festen Gegenständen (s. S. 49), wie sie die Örtlichkeit zufällig bietet. Zahl und Verteilung der Festpunkte richtet sich nach der Uebersichtlichkeit sowie den Steigungsverhältnissen des Geländes und, soweit mit der Bauausführung Erdbewegungen verbunden sind, nach dem voraussichtlichen Umfange der Umgestaltung der Bodenoberfläche, doch sollte die gegenseitige Entfernung **nicht 1 km überschreiten**. Bei Aufnahmen von Wasserläufen mit schwierigen Messungen und Bauten ist die Entfernung nicht größer als **0,5 km** zu nehmen. Durch die enge Lage der Festpunkte, die am besten an Wegen, Rainen, Wasserläufen und an den das Arbeitsgebiet umschließenden Grenzen anzubringen sind, ist es immer wieder möglich, nach mehreren — höchstens zehn — fortlaufenden Aufstellungen der Röhrenwage an einen Festpunkt anzuschließen, wodurch der glatte Verlauf der Feldarbeit sehr gefördert wird.

In Dorf- und Stadtlagen, wo für Straßen- und Kanalisationsbauten ein dichtes Netz von Festpunkten erwünscht ist, wird die Vermarkung zweckmäßig durch eiserne Höhenbolzen (siehe Seite 48) vorgenommen. Der Abstand ist in abschüssigen, schmalen und krummen Straßen naturgemäß geringer als bei ebenen, langen, geraden Straßenzügen und wird durch die örtlichen Verhältnisse, vor allem aber durch die genannten baulichen Maßnahmen vorgeschrieben; im allgemeinen wird jedoch das Maß von **200 m** hier die obere Grenze bilden.

Die Einwägung der Festpunkte wird in der Regel nur einmal vorgenommen, wenn durch die weitere Aufnahme der Punkte der Bodenoberfläche die Höhen der Festpunkte nachgeprüft werden, was in der Regel der Fall ist, und der Abschluß der Einwägungen auf den gegebenen Höhenpunkten befriedigt. Die Grenze d des Einwägefehlers M (s. S. 64 u. 66) kann aber hier ziemlich stark erweitert werden, indem für bessere bautechnische Arbeiten $d = 10 \text{ mm}$ gestattet werden, während bei sonstigen Messungen, namentlich auch kulturtechnischer Art, noch $d = 28 \text{ mm}$ auf **1 km Länge** oder für beliebige Abstände $[s]$ in km (s. Beispiel S. 88) noch $d = 28 \sqrt{[s]} \text{ mm}$ zulässig sind. Bei Einwägungen in Ort-

schaften ist in den Hauptzügen (s. S. 70) $d = 5 \sqrt{s}$ mm, sonst $d = 10 \sqrt{s}$ mm als Grenzfehler anzusetzen.

Entsprechend der Ausdehnung der Einwäge-Arbeiten, die entweder auf einen langen schmalen Geländestreifen beschränkt bleiben oder sich auf Flächen größeren oder kleineren Umfanges erstrecken, werden auch die Festpunkte entweder in der Richtung des Geländestreifens verlaufen oder auf der Fläche verteilt sein.

α) Im ersteren Falle ist es immer sehr zweckmäßig, wenn die Festpunkt-Einwägung von einem gegebenen Höhenpunkte ausgeht und auf einem solchen abschließt, wie dies beispielsweise für die Anlage der Anschluß- und Seilbahn nach **Tafel IX** im I. Teile des „Feldmessens“ der Fall ist.

Die Einwägung beginnt bei dem Höhenpunkt F.P. 1 der Staats-Eisenbahn mit der Höhe 190,501 (N.N.), geht über die Oder zur Zeche „Ignaz Liko“, von da in der Richtung der Seilbahn bis zum Schacht „Anna Liko“ (Abbil. 124), um an der nördlich von Pogwizdow gelegenen Kreisstraße den Anschluß auf dem N.B. 4655 der Landesaufnahme mit der Höhe 288,331 zu erhalten. Die Festpunkte sind meist durch vorhandene Grenzsteine mit Kreuzmarke, die Festpunkte F.P. 6 und F.P. 10 (Abbil. 124) durch Bolzen an den Fördergebäuden und der F.P. 8 in gleicher Weise an einem Wohnhause festgelegt worden.

Die Höhenmessung geschah mit großer Sorgfalt unter Berücksichtigung der etwas schwierigen Verhältnisse im Hin- und Rückwege, die Berechnung nach S. 67. Auf der Strecke von den Zechenanlagen bis zum Schacht „Anna Liko“ mußte mit ungleichen Zielweiten (s. S. 57) gearbeitet werden, wobei eine Fernrohrwage mit „drehbarem“ Fernrohr (s. S. 34 und 58) Verwendung fand. Die Länge der Höhenlatte wurde nach Seite 44 untersucht und ergab eine Verbesserung von $+0,43$ mm für 1 m, die vor der Uebernahme aus dem Feldbuche in das Muster Seite 67 den einzelnen Höhenunterschieden zugefügt wurde. Bei dem Gesamthöhenunterschiede zwischen F.P. 1 und N.B. 4655 von $288,331 - 190,501 = \text{rd. } 98$ m hätte die Vernachlässigung der Untersuchung allein eine Abweichung von $98 \times 0,43 = 42$ mm auf die Länge von 9,0 km erreicht also einen Betrag, der schon den hier zulässigen Grenzwert $d = 10 \sqrt{9,0} = 30$ mm (s. S. 68) stark überschreitet.

Ein anderes Beispiel zeigt die Abbil. 112 (oben), wo für den Bau einer Chaussee einige Festpunkte zwischen dem „Trigon. Punkte“ $\triangle$ als F.P. 1 mit der Höhe 88,500 m und F.P. mit 95,252*) m bestimmt sind. Die Einwägung ist nur einmal durchgeführt, gegen grobe Fehler aber durch die darauf folgende Aufnahme des vorhandenen Wegezuges gesichert. Der zwischen den Festpunkten F.P. 1 und F.P. 5 bestehende Höhenunterschied beträgt 6,752 m, nach der „Festpunkt-Einwägung“ 6,728 m, also $f = 6,752 - 6,728 = +0,024$ m für die ganze Länge des Zuges von 1,4 km (nach Abbil. 112). Der Einwägefehler für das Kilometer ergibt sich unter den vorliegenden Verhältnissen: „An- und Abschluß einer einfachen Messung auf gegebenen Höhenpunkten“ nach

$$M = \frac{f}{\sqrt{s}}, \quad \text{hier} = \frac{24}{\sqrt{1,4}} = \text{rd. } 20 \text{ mm,}$$

*) Die Höhe ist aus einer früheren Messung bekannt, bei der der „Trig. Punkt“ gleichfalls den Anschluß bildete.

d. h. noch unter dem auf Seite 68 angegebenen Grenzwerte von $d = 28\sqrt{1,4} = 33$ mm, der noch hier zulässig wäre. Die Höhenberechnung der F.P. 2 bis 4 erfolgt hier im übrigen wie S. 78 für die Wechsellpunkte.

β) Festpunkte auf größeren Flächen sind, soweit es angängig ist, an den Wegen, den Wasserläufen und an den Grenzen des Aufnahmegebietes so zu verteilen, daß sie durch sichere, d. h. auf möglichst festem Boden auszuführende Einwägungen miteinander verbunden werden. Hierbei ist auch darauf Rücksicht

zu nehmen, daß für die Berechnung der Höhen das Einwägenetz in passende Züge zerlegt werden kann, die im Anfange und am Ende sich an gegebene oder bereits neu bestimmte Höhenpunkte stützen und zwischen diesen nach den Regeln auf Seite 78 oder auf Seite 67 eingerechnet werden, je nachdem die Einwägungen nur einfach bzw. im Hin- und Rückwege stattgefunden haben.

In einem Festpunktnetze mit nur einem Anschlußpunkte ist zunächst ein Hauptzug auszuwählen, der als „Schleife“ in das Arbeitsfeld hineindringt und auf dem verhältnismäßig festesten Boden oder auf Wegen beobachtet werden kann. Sein Verlauf ist möglichst so zu gestalten, daß die abhängigen übrigen Züge nur eine geringe Länge erhalten. Ein Beispiel zeigt die Abbil. 116.

Von dem Hauptfestpunkte H.F.P. 8, dessen Höhe über N.N. ermittelt wurde, sind in einem größeren Gebiete die Festpunkte F.P. 9 bis 38 eingewogen worden. Die Punkte 9 bis 25, deren starke Verbindungslinien den

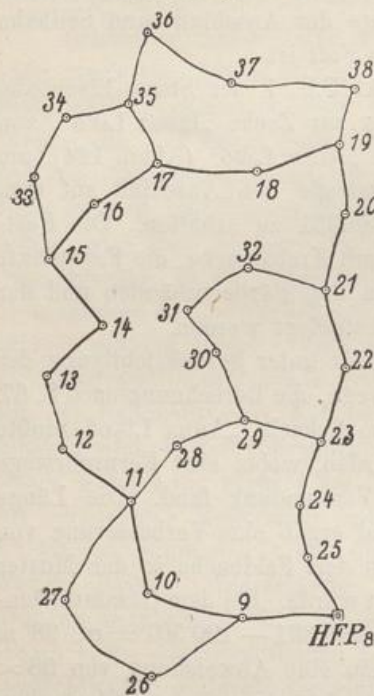
Hauptzug hervorheben, liegen auf einer Chaussee und auf zwei gehärteten Wegen und sind zuerst vom Hauptfestpunkte H.F.P. 8 aus gemäß der einmaligen Einwägung in einer „Schleife“ nach Seite 78 eingerechnet worden*). Für die übrigen Züge, als Nebenzüge, kann die Berechnung der Festpunkthöhen in nachstehender Reihenfolge durchgeführt werden:

1. F.P. 9—26—27—F.P. 11;
2. F.P. 11—28—29—F.P. 23;
3. F.P. 29—30—31—32—F.P. 21;
4. F.P. 15—33—34—35—F.P. 17;
5. F.P. 35—36—37—38—F.P. 19.

Auch bei einer Ausdehnung des Einwägenetzes nach Abbil. 117 würde zuerst der Hauptzug der Abbil. 116 maßgebend sein. Ein neuer Hauptzug ist weiter für den rechten Teil der Abbil. 117 von F.P. 19 über 39—40—41 usw.

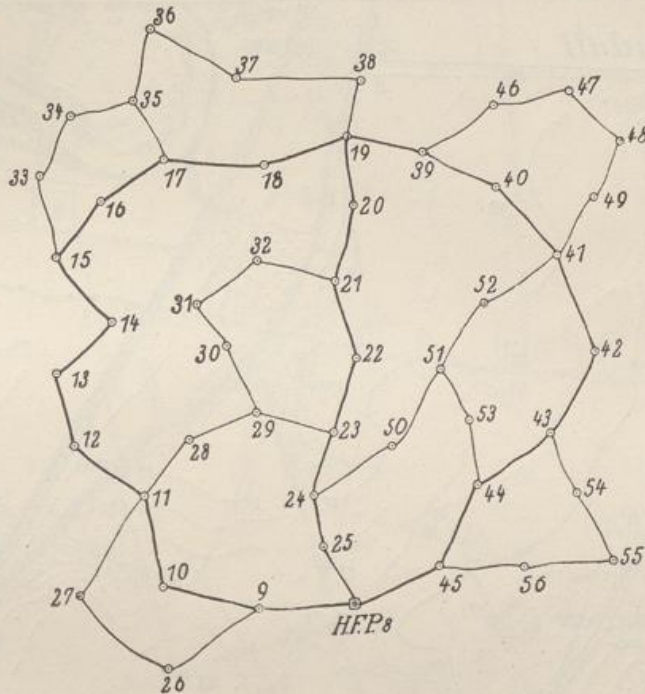
*) Bei doppelter Einwägung, im Hin- und Rückwege, wäre nach S. 67 vorzugehen. In beiden Fällen hat (S. 78 Sp. 6 und S. 67 Sp. 5) das „Soll“ den Betrag „Null“.

Abbildung 116.



nach H.F.P. 8 vorzusehen, wodurch die 4 weiteren Nebenzüge: F.P. 39—46—47—48—49—F.P. 41, F.P. 24—50—51—52—F.P. 41, F.P. 51—53—F.P. 44 und F.P. 43—54—55—56—F.P. 45 entstehen.

Abbildung 117.

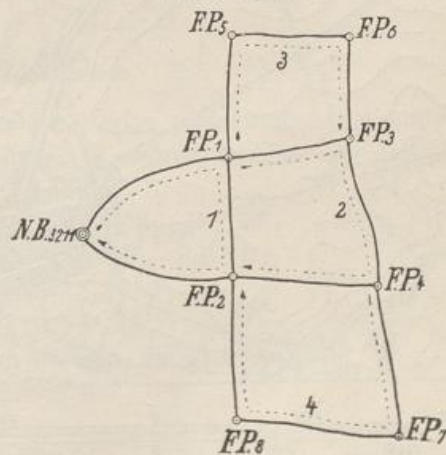


Ein kleineres Beispiel ist in Abbil. 118 dargestellt, wo durch die Pfeillinien mit eingetragenen Zahlen die Aufeinanderfolge der Rechnungen angedeutet ist.

Widersprüche, die sich in den einzelnen Zügen zeigen, sind entsprechend den Ausführungen nach S. 66 und 79 im Verhältnis der Festpunktabstände zu der ganzen Zuglänge auf die Höhenunterschiede zu verteilen, sofern sie innerhalb der auf Seite 68 u. 69 angegebenen Grenzfehler verbleiben. Gehen die Abweichungen wesentlich darüber hinaus, so müssen dieselben durch eine Nachwägung aufgeklärt werden.

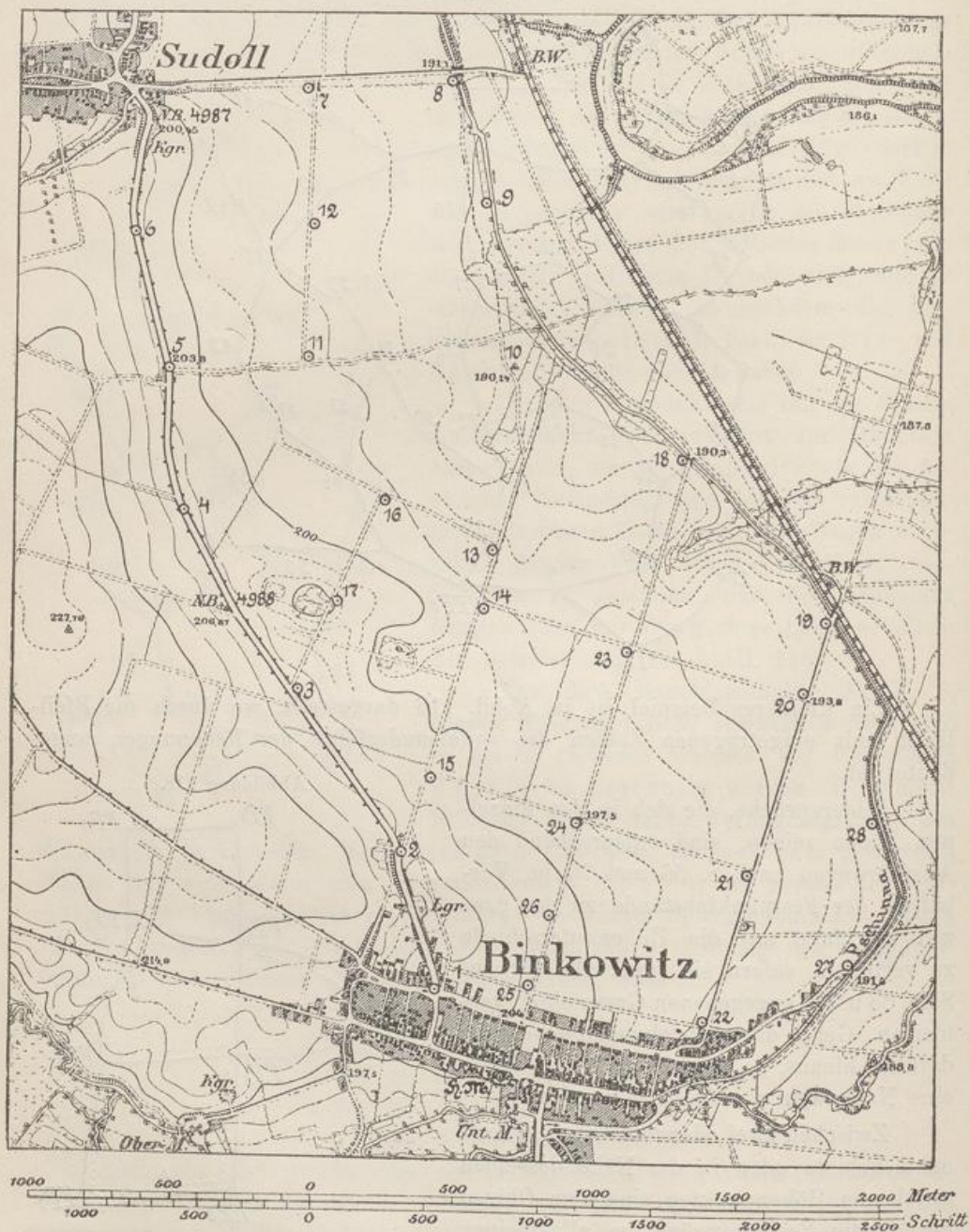
Zwischen zwei oder mehreren im Aufnahmegebiete oder in der Nähe desselben gegebenen Höhenpunkten sind dem Obigen gemäß die Festpunktzüge im allgemeinen unschwer einzupassen. So sind z. B. die in dem Entwässerungsgebiete (Abbildung 119) vorgesehenen Festpunkte F.P. 1, 2 und 3 zwischen den zwei Höhen-

Abbildung 118.



bolzen der Landesaufnahme H.M.*) (an der Kirche zu Binkowitz) und N.B. 4988*) (an der Chaussee nach Sudoll) eingeschaltet, weiter die F.P. 4, 5 und 6 zwischen den N.B. 4988*) und 4987*). Ein Hauptzug mit den F.P. 7, 8, 9, 10 und 11

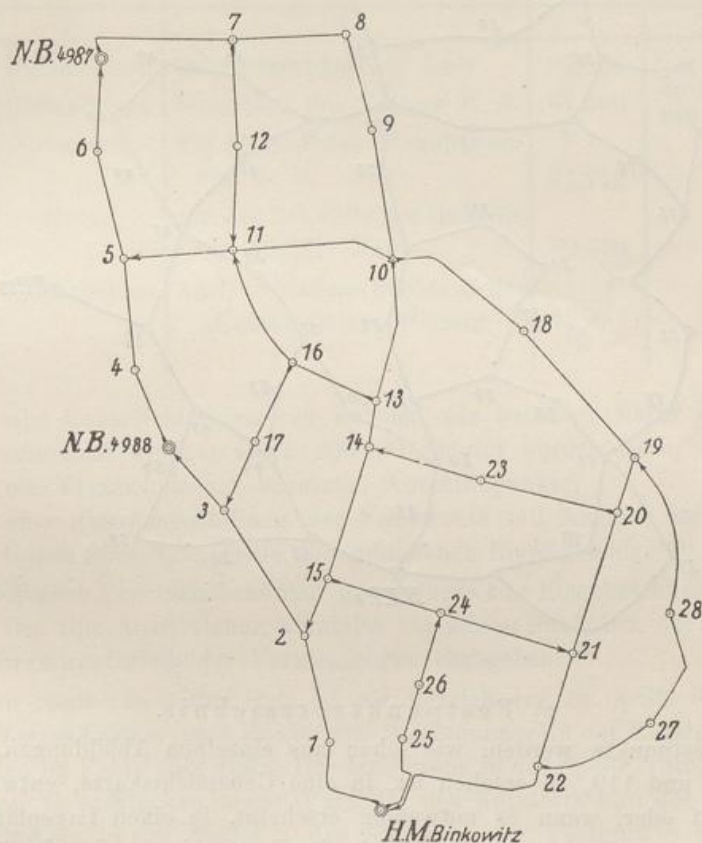
Abbildung 119.



*) H.M. bedeutet „Höhenmarke“, N.B. „Nivellements-Bolzen“ (siehe I. Teil, S. 6). Im übrigen sind die Nummern 4988 und 4987 und die drei „Höhen“ den „Nivellements-Ergebnissen“ der Landesaufnahme für die Provinz Schlesien entnommen.

stützt sich auf den N.B. 4987 und den oben bestimmten F.P. 5, siehe Abbildung 120, während von F.P. 10 aus einmal die Einwägung über die Festpunkte 13, 14 und 15 bis zu F.P. 2, dann über die Festpunkte 18, 19, 20, 21 und 22 zur H.M. (siehe Binkowitz) geht. Die weiteren Züge sind als Nebenzüge in der Abbil. 120 leicht zu verfolgen.

Abbildung 120.



Eine Ergänzung der Abbil. 117 durch die beiden anderweitig bestimmten Höhenpunkte F.P. 58 und 59, siehe Abbildung 121, würde zu den vier Hauptzügen führen:

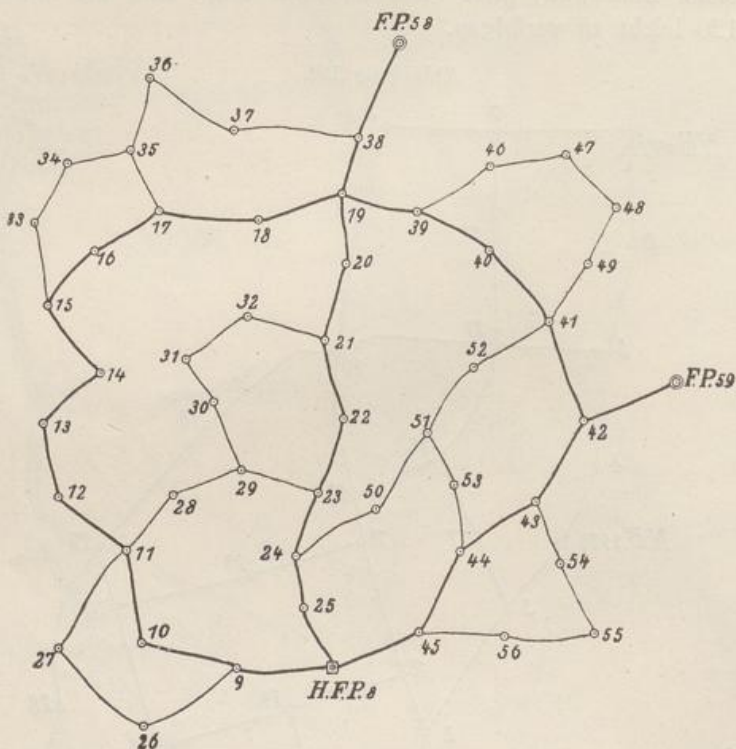
1. Hauptzug: H.F.P. 8—25—24—....—19—38—F.P. 58;
2. " H.F.P. 8—9—10—....—17—18—F.P. 19;
3. " H.F.P. 8—45—....—42—F.P. 59;
4. " F.P. 19—39—....—41—F.P. 42,

während die Berechnung der Nebenzüge im übrigen die gleiche bleibt, wie sie auf Seite 70 für Abbil. 116 und 117 angegeben ist.

Die geschilderte Berechnungsweise kann sinngemäß bei Einwägungen für bautechnische Zwecke auch in Städten und ländlichen Ortschaften unter Beachtung der für solche Verhältnisse gewöhnlich zulässigen Einwägefehler (s. S. 69 oben) befolgt werden, falls es sich um kleinere Arbeiten handelt. Umfangreiche Höhenetze

sätzen der „Ausgleichsrechnung“*) behandelt.

Abbildung 121.



c) Festpunktverzeichnis.

Die Festpunkte werden, wie schon aus einzelnen Abbildungen, z. B. Abbildung 112 und 119, zu ersehen ist, in eine Uebersichtskarte, entweder in ein Meßtischblatt oder, wenn es notwendig erscheint, in einen Lageplan von größerem Maßstabe eingetragen und fortlaufend numeriert. Die Punkte werden außerdem in ein „Festpunkt-Verzeichnis“ aufgenommen mit Angabe der Art der Vermarkung, ihrer genauen Lage und der Höhe, wie aus dem nachstehenden Muster (Seite 75) zu ersehen ist.

Das Festpunktverzeichnis, die Uebersichtskarte und die besonderen Ableitungen der Höhen (s. Muster S. 65 u. 67) werden zweckmäßig in die Höhenfeldbücher übernommen und mit diesen zusammengeheftet.

Ueber jede durch sicheren Anschluß an N.N. festgelegte Einwägung, die nach den Bestimmungen des Zentralkuratoriums der Vermessungen im Preussischen Staate (s. Anhang unter Nr. I) dauernd festgelegt und in der dort dargestellten Weise durchgeführt ist, sind in je zwei Ausfertigungen

*) Siehe hierzu z. B.: „Die Theorie der Beobachtungsfehler“. Von Otto Koll. Verlag Julius Springer, Berlin 1901.

Festpunkt-Verzeichnis
zur Uebersichtskarte Abbildung 112.

Nr. des Festpunktes	Art der Vermarkung	Bezeichnung der Lage	Höhe (N.N.) m	Bemerkungen
1	2	3	4	5
F.P. 1	Höhenbolzen	Bahnhofsgebäude in Laer	94,536	Gegebener Punkt der Eisenbahnver- waltung
F.P. 2	Höhenbolzen	Wohnhaus des Kötters N. N.	87,560	
F.P. 3	Grenzstein	Am Garten des Wohnhauses von N. N.	87,772	
F.P. 4	Kreuz	Auf der Schwelle der Haustür bei Tischler N. N.	82,432	
H.F.P. 5	Höhenbolzen	Am Durchlaß des Baches an den „Kummenteichs-Wiesen“	77,467	

- a) eine Uebersichtsskizze, zu welcher eine beliebige Karte im Maßstabe von nicht weniger als 1:200 000 benutzt werden kann,
b) ein Verzeichnis der benutzten Anschlußpunkte,
c) eine Zusammenstellung der Festpunkte mit Angabe der ermittelten Höhen über N.N., sowie der gefundenen Einwägefehler für 1 km Länge an die betreffenden Provinzialbehörden beziehungsweise Eisenbahndirektionen einzureichen. Die eine Ausfertigung verbleibt bei diesen Behörden, die andere wird an das Zentralkuratorium der Vermessungen abgegeben.

In den Stadt- und Dorflagen ist die Bezeichnung in Spalte 3 des obigen Festpunkt-Verzeichnisses nach Straße und Hausnummer in der Regel ausreichend, dagegen kann im Felde eine kleine Handzeichnung in der Spalte 5 und die Angabe der Flur, der Grundstücksnummer (Parzelle) des Katasters und des Namens des Grundeigentümers in der Spalte 3 das Auffinden der Festpunkte sehr erleichtern, worauf besonders hingewiesen sei.

3. Längsschnitt-Einwägung.

Werden längs eines im Gelände gegebenen oder abgesteckten Linienzuges, der im Lageplan entweder geradlinig verläuft oder aus Geraden und anschließenden Kreisbögen zusammengesetzt ist (s. Abschnitt F.), die Brechpunkte der Bodenoberfläche ihrer Höhe nach bestimmt und punktweise nach Entfernung und Höhe zu einem Höhenplan aufgetragen, so erhält man den „Längsschnitt“ dieses Linienzuges. Im Straßen-, Eisenbahn-, Wasser- und Tiefbau, sowie in der Kulturtechnik sind derartige Linienzüge unter der Bezeichnung „Leitlinie“, „Achse“ oder „Mittellinie“ oft anzutreffen; sie bilden im „Lageplan“ und im „Längsschnitt“ die Unterlage zu mancherlei Aufgaben, die auf den genannten Gebieten dem Techniker oder Ingenieur gestellt werden.

a) Aufnahme des Längsschnittes.

Zur Aufnahme eines „Längsschnittes“ wird der Linienzug zunächst durch fortlaufende Messung mittels Stahlband oder Meßlatte (s. I. Teil, S. 31 usw.) in gleiche Teile, „Strecken“, von 100 m Länge zerlegt, die durch Pfähle sichtbar gemacht werden. Hierzu dienen, bündig mit dem Boden, kleine „Grundpfähle“, hinter die, gesehen vom Anfangspunkte des Linienzuges, flach abgeschnittene „Nummerpfähle“ geschlagen werden, siehe Abbil. 122. Die Bezifferung, mit Buntstift ausgeführt, beginnt am Anfange des Zuges mit 0^{+0} und wird fortgesetzt mit 1^{+0} , 2^{+0} , 3^{+0} , so daß die mit 100 multiplizierte Zahl die Entfernung des „Streckenpunktes“ vom Anfange in Metern angibt. In gleicher

Abbildung 122.

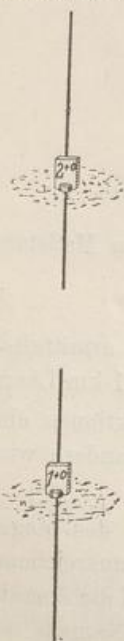
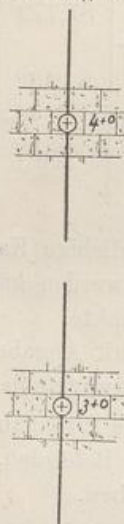


Abbildung 123.



Weise werden die Brechpunkte des Geländes, deren Auswahl gleichzeitig mit der Längenmessung erfolgt, durch Pfähle bezeichnet. Ihre Lage wird durch Angabe des Abstandes von dem nächstvorhergehenden Linienpunkte sichergestellt; die Pfahlaufschrift $10^{+25,5}$ z. B. läßt ersehen, daß der Brechpunkt von 10^{+0} um 25,5 m entfernt ist, oder um 1025,5 m vom Anfangspunkte der eingeteilten Linie.

Auf gepflasterten Straßen oder harten Wegen, wo die Bezeichnung der „Streckenpunkte“ in der angegebenen Weise kaum durchführbar ist, behilft man sich mit Kreide, indem man auf dem Boden eine Kreuzmarke in einem Kreise macht und die Entfernungszahl daneben schreibt, ähnlich, wie es die Abbildung 123 mit 3^{+0} und 4^{+0} zu erkennen gibt. Hierbei fällt allerdings die Möglichkeit fort, die Punkte für etwa später vorzunehmende Absteckungen (s. Abschnitt F.) zu benutzen, da die Aufschriften bald verwischt sind.

Gleichzeitig mit der Bestimmung der Streckenpunkte und Einmessung der Brechpunkte werden einige Festpunkte entlang dem Linienzuge und, soweit solche nicht vorhanden oder nicht durch die „Anschluß-Einwägung“ (s. S. 61) gegeben sind, auch am Anfange und Ende des Zuges ausgesucht und vermarktet.

Die Höhenaufnahme selbst erfolgt zweckmäßig in der Weise, daß man zunächst eine Einwägung der Festpunkte nach Seite 68 vornimmt und erst auf dem Rückwege die eigentliche Höhenbestimmung des Längsschnittes mit seinen Bodenpunkten bewirkt, wobei aber noch einmal alle Festpunkte eingewogen werden. Hierdurch erhält man stets zwei Werte der Höhenunterschiede zwischen den Festpunkten und damit eine Sicherung der Messung gegen grobe Ablesefehler. Gegebenenfalls (s. z. B. für die Hauptleitung S. 79) werden beide Messungen zur Höhenbestimmung der noch vorgesehenen Festpunkte benutzt.

Die durch die Grundpfähle oder Kreidezeichen kenntlich gemachten Bodenpunkte des Längsschnittes werden hiernach nur einmal eingewogen; ist jedoch

die Aufnahme von besonderer Wichtigkeit oder sind wegen bedeutender Höhenunterschiede Irrtümer leicht möglich, dann werden auch diese Punkte auf dem Hin- und Rückwege der Einwägung beobachtet.

Wo es die Steigungsverhältnisse des Geländes gestatten, steht nichts entgegen, die Grundpfähle der „Streckeneinteilung“ als „Wechselpunkte“ bei der Einwägung zu benutzen, doch können auch hier die stets zu empfehlenden Unterlagsplatten nach Seite 46 verwendet werden. Die **Latten-Ablesungen** sind für die „Wechselpunkte“ und „Festpunkte“ in der Regel auf **Millimeter**, für die Grundpfähle der **Streckenpunkte** und der **Gelände-Brechpunkte** jedoch stets nur auf **Zentimeter** vorzunehmen.

Die Einwägungen werden abschnittsweise von Festpunkt zu Festpunkt durchgeführt und hiernach auch im Feldbuche abgeschlossen, um die Berechnung der eingeschalteten Festpunkt-Höhen und des Einwägefehlers nach den Angaben auf S. 69 unten bzw. S. 67 oder 65 zu erleichtern. Zwischen den endgültigen Höhen der Festpunkte wird sodann die Aufnahme der einzelnen Abschnitte eingerechnet, indem der jeweilige Widerspruch nach Verhältnis der Entfernungen s auf die Wechselpunkte verteilt wird. Die Abweichungen dürfen, wenn keine engeren Grenzen (s. S. 68) gezogen sind, den Betrag von $d = 28 \text{ mm } \sqrt{[s]}$ (s. S. 69) nicht überschreiten, wenn $[s]$ als Länge des Einwägeabschnittes von Festpunkt zu Festpunkt bis auf Zehntel des Kilometers (aus Spalte 2, siehe das Beispiel Seite 78) eingesetzt wird.

Die Höhen der vorgesehenen Festpunkte sind endgültig bis auf Millimeter zu berechnen und in einem Festpunktverzeichnis nach S. 75 aufzuführen, die der Bodenpunkte jedoch nur bis auf das Zentimeter auszumitteln; letzteres ist für die Auftragung des „Längsschnittes“, siehe S. 82, und für die in Frage kommenden technischen Zwecke vollständig ausreichend.

Bei doppelter Einwägung auch der Bodenpunkte werden die Höhen derselben zweimal erhalten, wenn die Einrechnung der Punkte, wie oben auseinandergesetzt wurde, einmal im Hinwege, das andere Mal im Rückwege zwischen den Festpunkten vor sich geht; das Mittel gibt die endgültigen Höhen, auch hier bis auf Zentimeter des Wertes abgerundet.

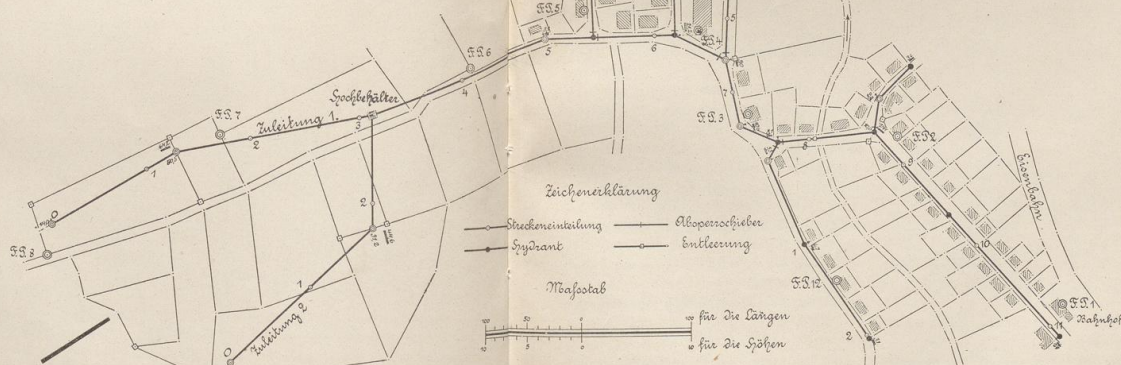
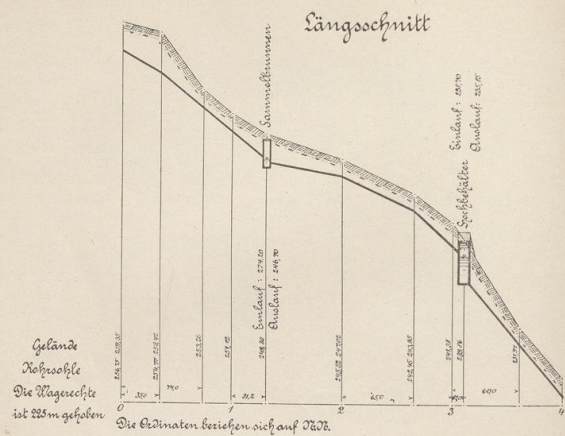
Beispiel 1. Zur Anlage einer Wasserleitung sind von zwei Quellsassungen aus über den in Aussicht genommenen Hochbehälter hinweg bis zu der Ortschaft und hier in den einzelnen Straßen die für die Berechnung des Rohrnetzes und den Einbau der Rohre erforderlichen Höhenpläne herzustellen.

Ein am Bahnhofs des Ortes vorhandener Höhenbolzen wird als Anschlußpunkt F.P. 1 für die Einwägung der Festpunkte benutzt, die zunächst entlang der vorzusehenden Hauptleitung, siehe **Tafel I**, vor sich geht und auf dem Rückwege den in Strecken von 100 m zerlegten „Längsschnitt“ liefert. An die passend ausgesuchten Festpunkte der Hauptleitung werden sodann die Einwägungen der Zuleitung 2 zum Hochbehälter und der Nebenleitungen im Orte angeschlossen. Die Festpunkte sind, soweit sie im Felde liegen, durch vorhandene Genzsteine vermarktet, in der Ortslage durch eiserne Bolzen, die noch einer beabsichtigten Kanalisation dienen sollen. Die einzelnen Leitungen werden in vollen Linien mit ihren „Streckenpunkten“ in einen Lageplan, **Tafel I**, zinnoberrot (die Linien oft blau), die Festpunkte mit ihren Höhen schwarz eingetragen.

Einwäge-Feldbuch
zu Tafel I.

Bezeichnung		des Punktes der fortl. Einwägung	des Zwischen- oder Seiten- punktes	Entfernung s	Lattenablesung			Höhen- unterschied		Des Punktes		Bemerkungen
im Rückbl.	im Vorbl.				für die fortlaufende Einwägung		für Zwischen- und Seiten- punkte	Stei- gen (+)	Fallen (-)	Be- zeich- nung	Höhe	
					im Rückbl.	im Vorbl.						
1				2	3	4	5	6		7		8
F.P. 8	W ₁			50	0,425	3,722	h _z = 259,85	.	+ 2 3,297	F.P. 8	259,421	F.P. 8 = 259,421 m F.P. 7 = 242,033 m
		0+0					0,50			W ₁	256,126	
		0+35,0					1,43			0+0	259,35	Höhen- untersch. = — 17,388 m
										0+35,0	258,42	Gem. Höhen- untersch. = — 17,400 m
W ₁	W ₂			50	0,363	4,925	h _z = 256,49	.	+ 2 4,562	W ₂	251,566	
		0+74,0					3,23			0+74,0	253,26	Abweichg. f = + 0,012 m
W ₂	W ₃			50	0,263	3,114	h _z = 251,83	.	+ 2 2,851	W ₃	248,717	zuläss.: $28\sqrt{0,3} = 15$ mm zu verteilen auf 1 m der Entfernung s (Sp. 2):
		1+0					0,71			1+0	251,12	f
		1+31,2					2,53			1+31,2	249,30	[s] = + $\frac{12}{300} = + 0,04$ mm
W ₃	W ₄			50	0,925	2,813		.	+ 2 1,888	W ₄	246,831	Probe: 259,421 — 17,400 + 0,012 242,033
W ₄	W ₅			50	0,362	2,216	h _z = 247,19	.	+ 2 1,854	W ₅	244,979	
		2+0					0,17			2+0	247,02	
W ₅	F.P. 7			50	0,568	3,516	h _z = 245,55	.	+ 2 2,948	F.P. 7	242,033	
		2+65,0					1,60			2+65,0	243,95	
		[s] = 300			2,906	20,306						
						— 17,400						
								Soll	17,400			
								Zuvert.	17,388			
									+ 0,012			F.P. 7 = 242,033 m F.P. 6 = 224,558 m
F.P. 7	W ₆			40	0,387	5,324	h _z = 242,42	.	— 2 4,937	F.P. 7	242,033	
		3+0					1,04			W ₆	237,094	Höhen- untersch. = — 17,475 m
		3+11,0					2,56			3+0	241,38	Gem. Höhen- untersch. = — 17,469 m
										3+11,0	239,86	
W ₆	W ₇			40	0,124	6,733	h _z = 237,22	.	— 2 6,609	W ₇	230,483	Abweichg. f = — 0,006 m
		3+60,0					5,25			3+60,0	231,97	zuläss.: $28\sqrt{0,12} = 10$ mm zu verteilen auf 1 m der Entfernung s (Sp. 2):
W ₇	F.P. 6			40			h _z = 230,68	.	— 2 5,923	F.P. 6	224,558	f
		4+0			0,201	6,124	3,35			4+0	227,33	[s] = — $\frac{6}{120} = - 0,05$ mm
		[s] = 120			0,712	18,181						Probe: 242,033 — 17,469 — 0,006 224,558
						— 17,469						
								Soll	17,469			
								Zuvert.	17,475			
									— 0,006			

Höhenaufnahme einer Wasserleitung.



Schewior, Das Feldmessen II.

Die Festpunkt-Höhen sind zunächst für die Hauptleitung, dann für die anderen Leitungen zu ermitteln und der weiteren Berechnung der Bodenpunkte (s. u.) zugrunde zu legen. Mit Ausnahme der Nebenleitungen und der Zuleitung 2, deren Einwägungen an gegebenen Festpunkten anschließen und auf solchen abschließen, und daher nach Seite 69 unten abgeglichen wurden, sind die Höhen der Festpunkte der Hauptleitung, für welche nur ein Anschlußpunkt gegeben ist, nach den Angaben auf Seite 65 berechnet worden; s. a. S. 76 unten.

Für die Festpunkte F.P. 6, F.P. 7 und F.P. 8 der Hauptleitung hat die Berechnung die Höhen 224,558 m bzw. 242,033 m und 259,421 m ergeben. Mit ihnen ist für diesen Teil der Längsschnitt-Einwägung das vorstehende (Seite 78) Einwäge-Feldbuch entstanden.

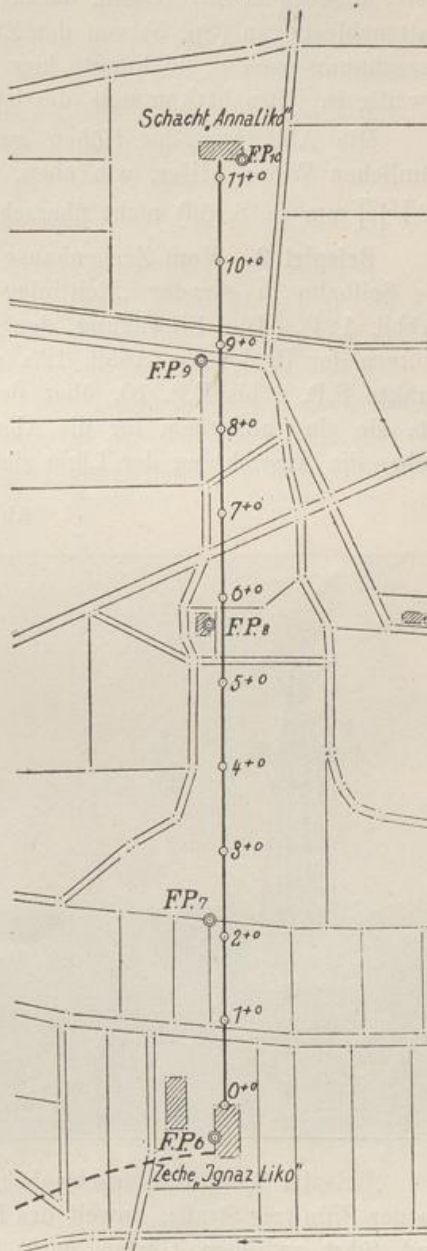
Die Bezeichnung der Geländebrechpunkte des Längsschnittes wird in Spalte 1 des Feldbuches sehr einfach durch die Angabe der Entfernung von den Streckenpunkten bewirkt. Als Wechsellpunkte (Sp. 1) sind hier nicht die „Streckenpunkte“ $1+0$, $2+0$ usw., sondern mit Rücksicht auf das sehr starke Gefälle des Geländes eiserne Unterlagsplatten benutzt worden. Die Höhenlatte wurde durch ein Aufsatzstück auf 7,0 m verlängert.

Das Ergebnis der fortlaufenden „Einwägung“ zwischen den Festpunkten F.P. 8 und F.P. 7 ist nach den Summen der Spalten 3 u. 4 bzw. 6 = $-17,400$ m, siehe Muster nach Seite 78. Werden in die Spalte 7 des Feldbuches die Höhen von F.P. 8 = 259,421 m und F.P. 7 = 242,033 m übernommen und ihr Unterschied (Sp. 8) gebildet, so weicht der gemessene Höhenunterschied um $f = -17,388 - (-17,400) = +0,012$ m ab; die Abweichung wird im Verhältnis der Entfernungen in Spalte 2 nach

$$v = \frac{f}{[s]} \cdot s \quad (\text{s. S. 66})$$

auf die einzelnen Höhenunterschiede der „fortlaufenden Einwägung“, also der „Wechsellpunkte“ verteilt und in Spalte 6 eingetragen. Die Ableitung der Höhen

Abbildung 124.



der Wechsellpunkte führt schließlich auf die gegebene Höhe F.P. 7 = 242,033 m. Einer Nachprüfung in Spalte 8 (s. S. 56) bedarf es dann eigentlich nicht mehr. Nun werden die „Zielhöhen“ (s. S. 56) für die Spalte 5 gebildet und auf Zentimeter abgerundet eingetragen, darauf die Höhen der Bodenpunkte durch Abzug der Lattenablesungen (Sp. 5) von der Zielhöhe ermittelt. Eine Probe der richtigen Berechnung nach S. 56 konnte hier unterbleiben, da nur ein oder zwei Punkte jeweilig in Betracht kommen, die leicht nachzuprüfen sind.

Die Ableitung der Höhen zwischen F.P. 7 und F.P. 6 erfolgte in der nämlichen Weise. Hier, wie oben, wurde der für f zulässige Betrag von $d = 28 \sqrt{[s]}$ mm (s. S. 69) nicht überschritten, siehe Spalte 8.

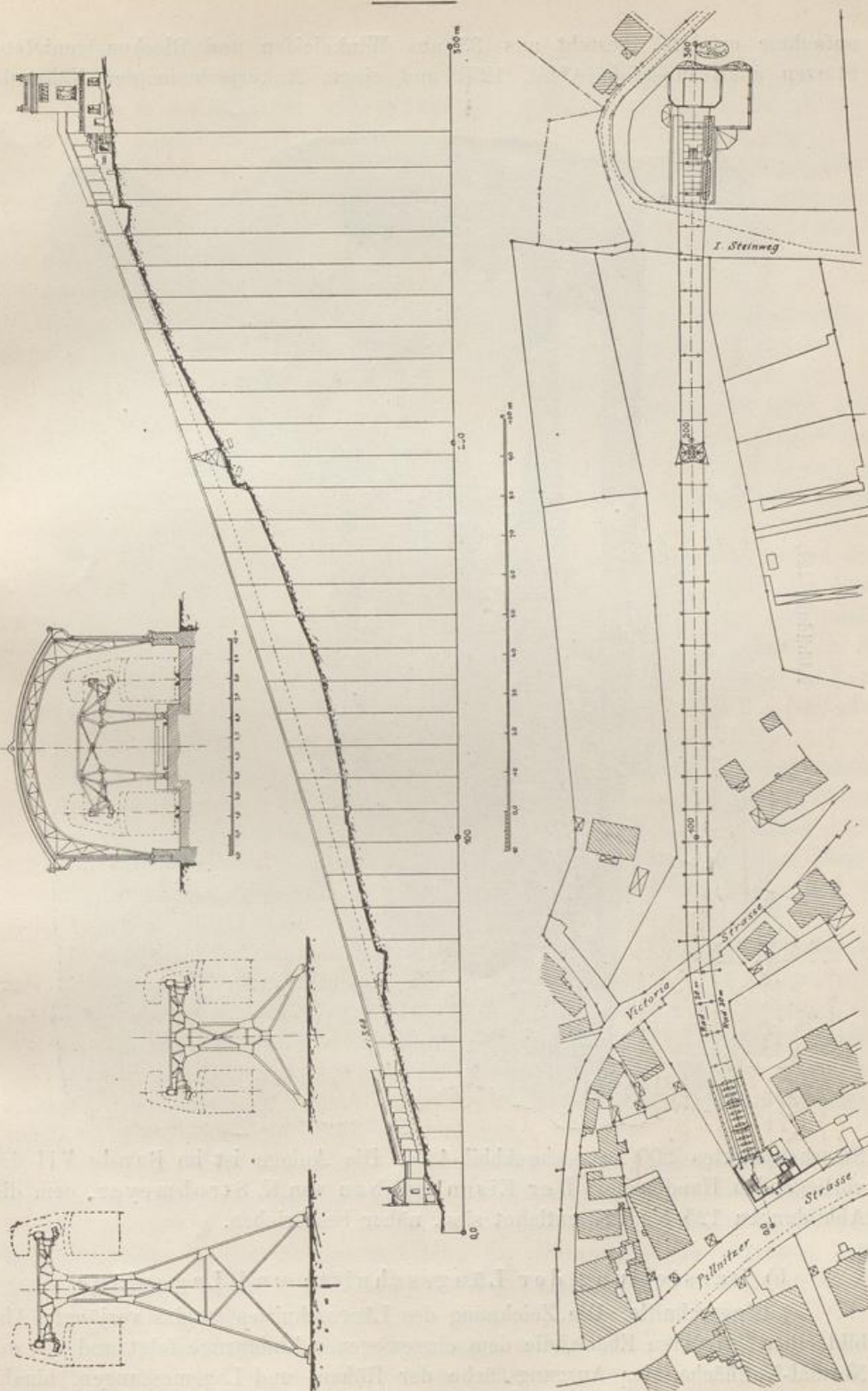
Beispiel 2. Vom Zechenhaus „Ignaz Liko“, s. I. Teil, Tafel IX, wird die Seilbahn in gerader „Leitlinie“ bis zum Schachte „Anna Liko“ geführt (Abbil. 124). Die Einwägung des Längsschnittes ist für die Anordnung der Stützen der Drahtseile, Abbil. 125, erforderlich. Den Anschluß bilden die Festpunkte F.P. 6 bis F.P. 10, über deren Einschaltung auf S. 69 näheres gesagt ist; sie sind außerdem für die Absteckungen während des Bahnbaues wichtig. Ueber die Ausrichtung der Linie siehe Abschnitt F. A. II. 2.

Abbildung 125.



Beispiel 3. Die Bergschwebebahn in Loschwitz beginnt, siehe Abbil. 126, an der Pillnitzer Straße, unweit des Endpunktes zweier Dresdener Straßenbahnen, und führt zwischen Gärten nach Ueberschreiten der Viktoriastraße und des I. Steinweges auf die Rochwitzer Höhe. Im Lageplan (Abbil. 126 unten) zeigt die Bahn eine im oberen und unteren Abschnitt geradlinig verlaufende „Achse“, die durch einen Bogen von 120 m Halbmesser zwischen den Geraden ausgerundet ist (s. Abschnitt F.). Der Bahnkörper, zu dessen Ausführung die Höhen-

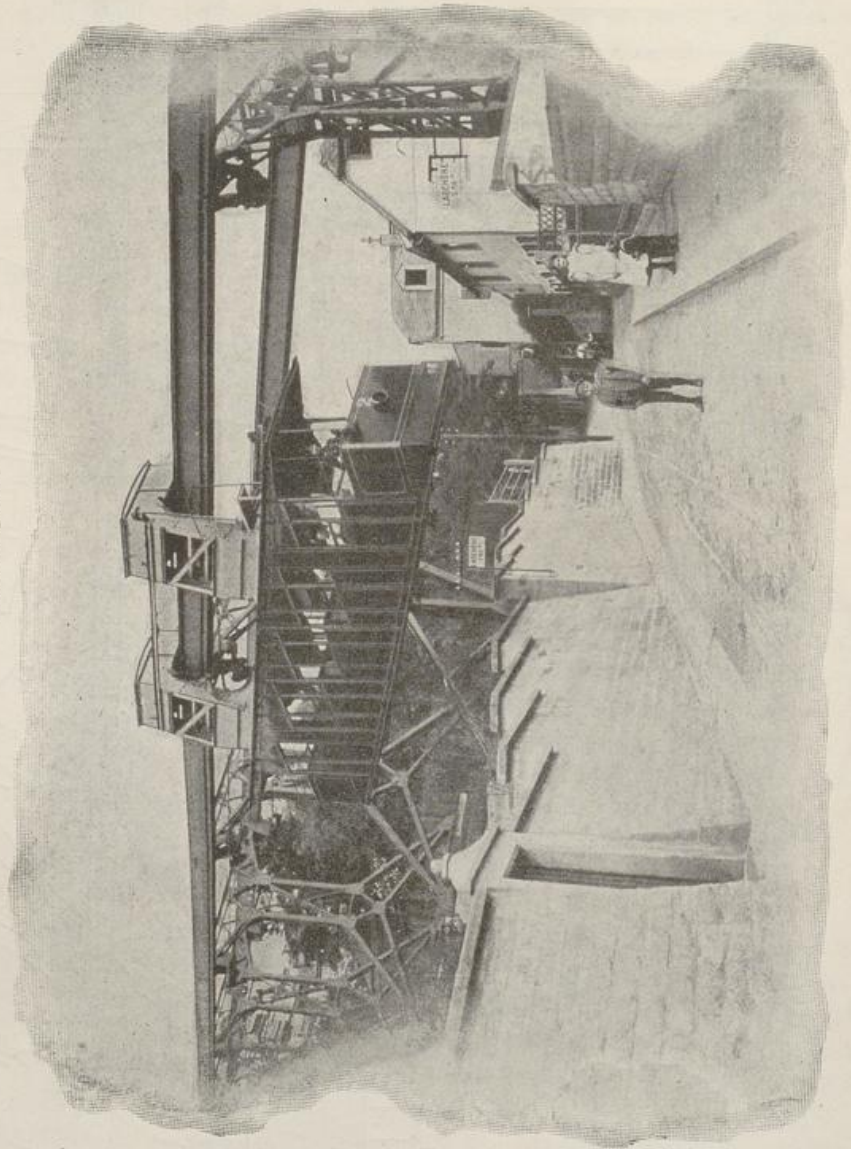
Abbildung 126.



Schewior, Feldmessen II.

aufnahme erfolgte, besteht aus 33 aus Winkeleisen und Blechen genieteten Stützen aus Flußstahl (Abbil. 127) und einem Ankerjoch in der Nähe des

Abbildung 127.



Streckenpunktes 200 m, siehe Abbil. 126. Die Anlage ist im Bande VII des vorliegenden Handbuches: Der Eisenbahnbau von K. Strohmeier, dem die Abbildungen 125 bis 127 entlehnt sind, näher beschrieben.

b) Darstellung der Längsschnitte und Lagepläne.

a) **Längsschnitte.** Die Zeichnung des Längsschnittes ist das verjüngte Abbild einer lotrechten Ebene, die dem eingewogenen Linienzuge folgt und bis zur Normal-Nullfläche, der Ausgangsfläche der Höhen- und Lagemessungen, hinab-

reicht. Sie wird nach oben von der „Geländelinie“, d. h. den Verbindungsgeraden der gemessenen Bodenpunkte, begrenzt, nach unten von einer „Grundlinie“, die in der Höhe der Normal-Nullfläche liegt oder um ein Vielfaches von 10 m über dieser verläuft, wie noch unten näher erläutert wird. Die Darstellung auf Zeichenpapier bedingt die Ausbreitung der obigen lotrechten Fläche in einer Ebene, so daß auch im Lageplane bogenförmig verlaufende Linienzüge, die nichts anderes als die genannte Grundlinie darstellen, im Längsschnitte als gestreckte, dann aber auch als wagerechte Linien erscheinen, weil die Krümmung der Normal-Nullfläche unberücksichtigt bleibt.

Auf dieser zunächst in Blei gezogenen „Grundlinie“ oder „Wagerechten“ werden entsprechend der Längenmessung mittels Anlegemaßstab (s. I. Teil S. 127) oder Zirkel und Maßstab (s. ebenda S. 127) die Streckenpunkte von 100 zu 100 m abgesetzt und mit 0, 1, 2, 3 . . . bezeichnet, hierauf die nach dem Einwäge-Feldbuch eingemessenen Bodenpunkte mit ihren Maßen eingetragen und in sämtlichen Stichpunkten nach I. Teil S. 130 Lotrechte als „Ordinaten“ (s. I. Teil S. 18) errichtet, deren Längen den Höhen der betreffenden Bodenpunkte maßstäblich gleich gemacht werden.

Für die Grundlinie oder die „Längen“ wird in der Regel am besten der Maßstab des Lageplans gewählt; ist kein Lageplan vorhanden, so ist den Umständen entsprechend zu verfahren. Die „Höhen“ erhalten, um die Verhältnisse deutlich darzustellen, meist einen 5, 10 oder 20 mal größeren Maßstab, z. B. „Längen“ in 1:2000, „Höhen“ in 1:100. Die Größe einer solchen Verzerrung oder vielfachen „Ueberhöhung“ hängt von der Stärke der Geländeneigung ab und dem Zwecke, dem der Höhenplan dienen soll.

Die Auftragung wird sehr erleichtert durch das im Handel zu beziehende „Millimeter-Papier“, ein meist braun gedrucktes, sich rechtwinkelig schneidendes Liniennetz mit einem Maschenabstande von 1 mm oder 2 mm (Abbil. 140), auf dem die Eintragung sehr rasch von statten geht. Auch besonders vorgedrucktes Papier für verschiedene Maßstabsverhältnisse wird angefertigt und ist z. B. von J. P. Haarhaus in Elberfeld zu beziehen.

Den Längsschnitten sind an Maßen beizuschreiben: Die Streckeneinteilung 0, 1, 2 usw., die Kilometer durch I, II, III usw. hervorgehoben, die Entfernungszahlen der Zwischenpunkte und die Höhen der eingewogenen Bodenpunkte, die wie die Geländelinie, die Wagerechte und die Ordinaten in schwarzer Tusche zur Darstellung gelangen. Dies gilt auch für bestehende Anlagen aller Art, während neu herzustellende Bauwerke und ihre Höhen, sowie die dazu gehörigen Ordinatenlinien zinnoberrot einzutragen sind.

Sobald die Ordinaten zu große Abmessungen annehmen, kann mit Rücksicht auf die Zeichnung eine Verkürzung derselben eintreten; dies geschieht in runden Zahlen, tunlichst von 10 zu 10 m und ist im Längsschnitt anzugeben, wie auch die Mitteilung, ob die Normal-Nullfläche der Höhenaufnahme zugrunde liegt. Die Höhenzahlen selbst werden aber nicht gekürzt, sondern vollständig in die Schnitte eingeschrieben.

Erläuternde Angaben über Bauanlagen werden in Rundschrift (s. I. Teil S. 161) gewöhnlich über der Geländelinie angebracht, schwarz oder zinnober-

rot, je nachdem bestehende oder neue Anlagen in Betracht kommen. In entsprechender Farbe ist die Zugehörigkeit der Höhen an der linken Seite durch die Bezeichnung: Gelände, rechtes Ufer usw., s. z. B. Tafel II, anzugeben.

In der Zeichnung wird die Geländelinie nach unten in einer Breite von 1 bis $1\frac{1}{2}$ cm sepiabraun abschattiert, wie in der Tafel II zu sehen ist. Wird von einer Färbung abgesehen, so ist wenigstens die übliche Strichelung für den Bodenschnitt in schmalen Streifen anzubringen, die auch z. B. die Tafel I der einfachen Wiedergabe wegen aufweist.

Wo bei größeren Bauten die „Leitlinien“ oder „Achsen“ sich aus Geraden und Kreisbögen zusammensetzen (s. z. B. Abbil. 328 u. Tafel IX in I. Teil), werden letztere unter dem Längsschnitt in einem Abstände von 1 bis $1\frac{1}{2}$ cm von der Wagerechten durch ein „Bogenband“ kenntlich gemacht. Hierbei wird die Lage der Krümmungen durch etwas seitlich austretende Linien bezeichnet, die durch Viertelkreisbögen mit den geraden Strecken der Leitlinie oder Achse verbunden sind. Für jeden Kreisbogen ist daselbst Länge und Halbmesser des Bogens anzugeben, ebenso die Länge der geradlinig verlaufenden Einzelabstände, siehe Tafel II und IV.

Beispiel 1. Die für einen Teil der Wasserleitung (s. S. 78) ausgeführte Höhen-Einwägung ist im Längsschnitte auf **Tafel I** dargestellt. Der Einwägezug setzt sich, wie der Lageplan (s. Tafel I) nachweist, aus einer Anzahl gebrochener Geraden zusammen, deren Knickpunkte gleichfalls als Bodenpunkte verpfählt und eingemessen sind.

Die „Längen“ sind dem Lageplan entsprechend abgesetzt, die „Höhen“ wegen des starken Gefälles in zehnfacher Ueberhöhung aufgetragen. Die Höhenzahlen für die Bodenpunkte sind aus dem Einwäge-Feldbuch (Seite 78) entnommen. Der Längsschnitt enthält auch die Rohrleitung, die wie die Sohlenhöhen an den Brechpunkten zinnoberrot hätte eingetragen werden müssen; auch einige Bauwerke und erläuternde Aufschriften sind in schwarzer statt roter Farbe gehalten. Die Geländelinie ist durch Strichelung hervorgehoben.

Die Ordinaten beziehen sich auf die Normal-Nullfläche und sind wegen ihrer großen Länge um 225 m gekürzt worden; dies wird durch den Vermerk auf dem Längsschnitt: „Die Ordinaten beziehen sich auf Normal-Null“ und „Die Wagerechte ist um 225 m gehoben“ besonders bekannt gegeben.

Beispiel 2. In Abbil. 126 ist gleichzeitig mit dem Lageplan der Längsschnitt der auf Seite 80 genannten Schwebebahn dargestellt. Er zeigt an den Enden die beiden Haltestellen und den einen der zwei kastenförmigen Längsträger, die auf den Stützen und dem Ankerjoch (s. S. 82) aufrufen und ein mittleres Gefälle von 32 % erhalten haben. Die Höhenzahlen sind nicht besonders angeschrieben. Der Maßstab der Höhen konnte hier ausnahmsweise mit Rücksicht auf den sehr großen Höhenunterschied (84 m auf 250 m Länge) der gleiche wie für die Längen bleiben.

β) Lagepläne für Längsschnitte werden nur selten durch besondere Messung, siehe hierüber I. Teil des Feldmessens, erhalten. In der Regel dienen hierzu Abzeichnungen der Katasterkarten (s. I. Teil Seite 167 u. 177 bzw. 162) oder bei sehr umfangreichen Anlagen die Karten der Landesaufnahme (s. ebenda

S. 180), in welche die Einwägezüge und Höhen-Festpunkte eingezeichnet werden. Die hierüber erlassenen Bestimmungen des Zentralkontrollamts der Vermessungen sind im Anhang I. Teil S. 232 unter § 16 einzusehen. Darnach sind die Einwägelinien in kräftigen zinnoberroten Volllinien ausgezogen. Zinnoberrot werden außerdem die Streckenpunkte mit kleinen Kreisen und Nummern $1+0$, $2+0$ usw., die Kilometerpunkte mit Doppelkreisen ($\odot 10+0$) versehen. Festpunkte der Landesaufnahme werden in die Lagepläne mit blauer Farbe (Kobalt oder Ultramarin) ausgezeichnet nach Belieben unter Beifügung der Nummer, die auf den Bolzen angebracht zu sein pflegt (s. I. Teil S. 232). Zur Bezeichnung anderer Festpunkte und Nummern dient die zinnoberrote Farbe. Eine Unterscheidung durch blaue und zinnoberrote Farbe findet auch bei Pegeln (s. Abschn. E. III. B. 3.) statt, je nachdem dieselben von der Landesaufnahme oder anderweitig eingewogen sind. Die Höhenzahlen sind den Festpunkten und den Pegel-Nullpunkten nach Bedarf beizufügen.

Die Tafel II enthält einen nach den obigen Regeln gezeichneten Lageplan, doch wird man sich vielfach — soweit es sich nicht um Arbeiten im Auftrage oder unter Leitung von Staatsbehörden handelt — mit der einfarbigen Ausführung nach Tafel I begnügen.

4. Längs- und Querschnitts-Einwägung.

Der Längsschnitt einer Leitlinie wird allein den Arbeiten des Bauingenieurs nur in seltenen Fällen (s. o.) genügen; meist muß auch die Höhenlage des angrenzenden Geländes bekannt sein. Diese Kenntnis wird durch „Querschnitts-Einwägungen“ gewonnen, die sich zu beiden Seiten der Leitlinie erstrecken und in der Regel zusammen mit der Aufnahme des „Längsschnittes“ verbunden werden.

Die „Querschnitte“ sind lotrechte Ebenen, die fast ausnahmslos rechtwinkelig zur Leitlinie gelegt werden und, wie die Längsschnitte, von der Geländelinie (s. S. 82) ab bis zur Normal-Nullfläche reichen. Ihre Anzahl hängt in erster Linie von der Beschaffenheit des Geländes, dann aber von dem Zwecke der Arbeit ab. Bei gleichmäßig verlaufender Bodenoberfläche wird die Anlage von Querschnitten in den Streckenpunkten $1+0$, $2+0$ usw. und den Zwischen-Brechpunkten des Längsschnittes oft ausreichen, während im Gelände mit starken Höhenänderungen nach Bedarf weitere Schnitte einzuschalten sind, damit die Höhenverhältnisse zu beiden Seiten der Leitlinie genügend geklärt werden. Das gilt im besonderen bei Aufnahmen, die als Unterlage für Erdmassenberechnungen*) und sich anschließende Kostenanschläge verwendet werden sollen.

a) Abstecken der Querschnitte.

Die Querschnitte sind nach beiden Seiten des Längsschnittes so weit auszudehnen, als die vorhandenen aufzumessenden Anlagen reichen, andererseits für neu zu entwerfende Bauten, soweit diese voraussichtlich sich erstrecken werden. Sie werden, sobald es sich um größere Längen handelt, mit Hilfe eines Winkel-

*) Siehe: „Der Erdbau“. Von Georg Schewior. Bd. XIII des „Handbuchs des Bauingenieurs“. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig.

prismas oder Winkelspiegels oder eines Winkelkopfes (s. I. Teil Seite 21 usw.) rechtwinklig zur Leitlinie abgesteckt (Abbil. 128 bei $2+57,0$) und durch einige Fluchtstäbe (s. I. Teil S. 14 usw.) sichtbar gemacht. Eine Vermarkung der ausgewählten Brechpunkte durch Pfähle ist nur da notwendig, wo die Längenmessung gesondert von der Höhenaufnahme vorgenommen wird (s. S. 90) oder wo eine doppelte Einwägung der Bodenpunkte erfolgt (s. S. 77 oben). Für kurze Querschnitte, z. B. bei Gräben, kleinen Bächen und schmalen Wegen usw., reicht die rechtwinklige Absteckung nach Augenmaß aus.

Wo Querschnitte schief zur Leitlinie gelegt werden, was jedoch selten geschieht, ist der Schnittwinkel α zu messen*), siehe Querschnitt $3+59,0$ in Abbildung 128 oder die Richtung durch Aufmessung, Abbil. 128 Querschnitt $4+59,0$, festzulegen. Bildet die Leitlinie einen Kreisbogen (s. Abschnitt F. A. II. 3.), so sind die Querschnitte in der Richtung des Bogenhalbmessers abzustecken, was in nachstehender Weise geschieht.

Abbildung 128.

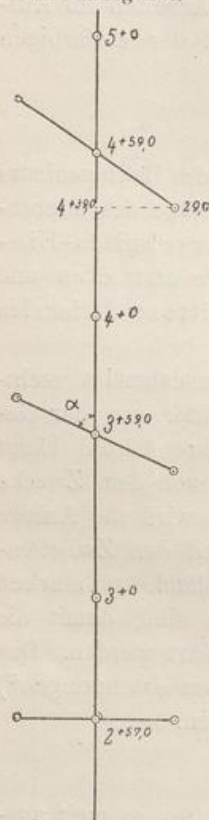


Abbildung 129.

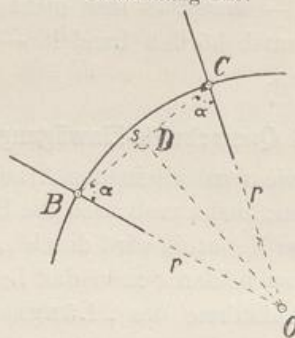


Abbildung 130.

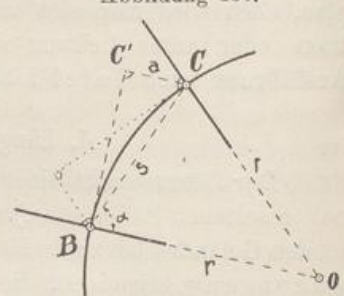
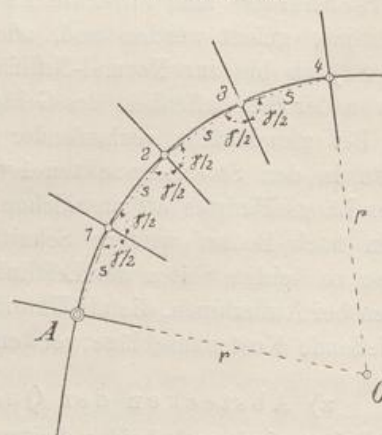


Abbildung 131.



Sind B und C zwei Punkte der Leitlinie (Abbil. 129), durch welche die Querschnitte gehen sollen, O der Mittelpunkt und r der gegebene Halbmesser des Kreisbogens**), ferner s die Sehne, zwischen B und C gemessen, dann ist, wenn

*) Ueber Winkelmessung s. I. Teil S. 80 usw.

**) Ueber Absteckung von Kreisbögen usw. siehe Abschnitt F.

auf BC die Senkrechte OD gedacht wird, der abzusteckende Winkel α aus dem rechtwinkligen Dreieck BDO oder CDO zu berechnen nach:

$$\cos \alpha = \frac{s/2}{r} = \frac{s}{2r}$$

Steht kein Winkelinstrument zur Verfügung, dann steckt man durch B eine Berührende (Tangente) BC' ab, die von C um

$$a = \frac{s^2}{2r}$$

entfernt ist und außerhalb des Kreisbogens liegt. Nach Abbil. 130 ist $\sin(90 - \alpha) = \frac{a}{s}$, hieraus $a = \sin(90 - \alpha) \cdot s = \cos \alpha \cdot s$; setzt man $\cos \alpha = \frac{s}{2r}$ (s. o.), so ergibt

sich die obige Formel $a = \frac{s^2}{2r}$. Durch die Senkrechte in B auf BC' wird die

gesuchte Richtung des Querschnittes angezeigt. In gleicher Weise verfährt man in C. Sind auf einem Kreisbogen die Kleinpunkte 1, 2, 3 usw. in gleichem Abstände*) (Abbil. 131) gegeben, so läßt sich ohne Kenntnis von s und r durch Halbierung des Winkels γ die Lage der Querschnitte feststellen; dieses Verfahren kann auch an jeder anderen gekrümmt verlaufenden Leitlinie genau genug durchgeführt werden. Zur Messung dient ein einfacher Winkelmesser (s. die Abbil. 390, 392, 393 und I. Teil S. 81 u. ff.), auch kann hier das Verfahren für die Absteckung gleichgerichteter Wegeseiten, siehe Abschnitt F. unter A. II. 4. b., angewendet werden.

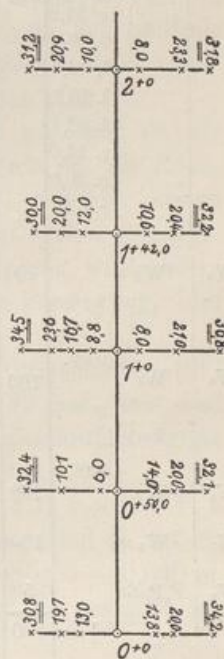
b) Aufnahme der Querschnitte.

Die Lage der Querschnitte zum Längsschnitt wird durch die Entfernung vom vorhergehenden Streckenpunkte, z. B. $3 + 59,0$ in Abbil. 128, angegeben. Die Gelände-Brechpunkte werden, wenn man in der Richtung des fortschreitenden Längsschnittes sieht, nach links (l) und rechts (r) durch Längenmessung miteinander verbunden und weiter, wie folgt, der Höhe nach bestimmt.

a) Die beste Höhenaufnahme wird auch hier mit Hilfe der Fernrohr-Einwägung erhalten, die bei kurzen, leicht übersehbaren Querschnitten gleichzeitig mit der Messung des Längsschnittes vorgenommen wird. Man geht in der Regel so vor, daß bei jeder Aufstellung des Höhenmessers die Brechpunkte des Längsschnittes zusammen mit den Bodenpunkten der zwischen Rück- und Vorblick liegenden Querschnitte, dann des Rück- und Vorblickes der fortlaufenden Längseinwägung (s. u.) beobachtet werden.

Die einzelnen Brechpunkte des Querschnittes werden erst während der Höhenaufnahme ausgesucht, wobei zugleich die Längenmessung stattfindet. Letztere kann in Spalte 8 des Einwäge-Feldbuchs (s. S. 88) nach Abbil. 132

Abbildung 132.



*) Ueber Absteckung von Kreisbögen usw. siehe Abschnitt F. A. II. 3.

Einwäge-Feldbuch
zum Längs- und Querschnitt der Abbildung 132.

Bezeichnung des Punktes der fortl. Einwägung		Entfernung s m	Lattenablesung für die fortlaufende Einwägung			Höhen- unterschied		Des Punktes		Bemerkungen
im Rückbl.	im Vorbl.		im Rückbl. m	im Vorbl. m	für Zwischen- und Seiten- punkte m	Steigen (+) m	Fallen (-) m	Be- zeich- nung	Höhe m	
1		2	3	4	5	6		7		8
F.P. 5	W ₁	90	1,705	1,213		-2 0,492		F.P. 5	136,254	Die Höhe von F.P. 5 ist zu 136,254 m, von F.P. 6 zu 138,619 m über N.N. gegeben.
	W ₁ W ₂	80	1,923	1,034		-2 0,889		W ₂	136,744	
	W ₂ W ₃	80	2,103	1,512		-2 0,591		W ₃	137,631	
	W ₃ W ₄	100	2,100	0,564		-3 1,536		W ₄	138,220	
					$h_z =$ 140,32				139,753	Probe der Zwischen- und Seitenpunkte: 140,32 $\times 14$ 1964,48 - 24,54 1939,94 Probe: 136,254 + 2,385 - 0,020 138,619
	0+0				2,12				138,20	
	l. 13,0				2,45				137,87	
	l. 19,7				2,66				137,66	
	l. 30,8				2,99				137,33	
	r. 13,8				1,82				138,50	
	r. 20,0				1,76				138,56	
	r. 34,2				1,41				138,91	
	0+50,0				1,37				138,95	
	l. 6,0				1,55				138,77	
	l. 10,1				1,82				138,50	
	l. 32,4				2,05				138,27	
	r. 14,0				1,00				139,32	
	r. 20,0				0,83				139,49	
	r. 32,1				0,71				139,61	
					24,54				1939,94	
W ₄	W ₅	100	1,500	2,713		-2 1,213		W ₅	138,538	
	1+0									F.P. 5 = 136,254 m F.P. 6 = 138,619 m Höhenunt. = + 2,365 m Gem. Höhenunt. = + 2,385 m Abweichg. f = - 0,020 m zuläss.: $28\sqrt{0,8} = 25$ mm Zu verteilen auf 1 m der Entfernung s (Sp. 2): $\frac{f}{[s]} = \frac{20}{800} = -0,025$ mm
	l. 8,8									
	usw.									
W ₅	W ₆	100	1,452	2,584		-3 1,132		W ₆	137,403	
	2+0									F.P. 5 = 136,254 m F.P. 6 = 138,619 m Höhenunt. = + 2,365 m Gem. Höhenunt. = + 2,385 m Abweichg. f = - 0,020 m zuläss.: $28\sqrt{0,8} = 25$ mm Zu verteilen auf 1 m der Entfernung s (Sp. 2): $\frac{f}{[s]} = \frac{20}{800} = -0,025$ mm
	l. 10,0									
	usw.									
W ₆	W ₇	100	0,312	2,015		-2 1,703		W ₇	135,698	
W ₇	W ₈	100	1,924	0,512		-3 1,412		W ₈	137,107	F.P. 5 = 136,254 m F.P. 6 = 138,619 m Höhenunt. = + 2,365 m Gem. Höhenunt. = + 2,385 m Abweichg. f = - 0,020 m zuläss.: $28\sqrt{0,8} = 25$ mm Zu verteilen auf 1 m der Entfernung s (Sp. 2): $\frac{f}{[s]} = \frac{20}{800} = -0,025$ mm
W ₈	F.P. 6	50	2,135	0,622		-1 1,513		F.P. 6	138,619	
	[s] =	800	15,154	12,769		6,433	4,048			
			2,385			2,385				
					Soll	2,365				F.P. 5 = 136,254 m F.P. 6 = 138,619 m Höhenunt. = + 2,365 m Gem. Höhenunt. = + 2,385 m Abweichg. f = - 0,020 m zuläss.: $28\sqrt{0,8} = 25$ mm Zu verteilen auf 1 m der Entfernung s (Sp. 2): $\frac{f}{[s]} = \frac{20}{800} = -0,025$ mm
					Zuvert.	-0,020				

klargelegt werden; die Brechpunkte sind durch kleine liegende Kreuze ($\times$) anzugeben. Vielfach wird bei einfachen Verhältnissen dieser Lageplan fortgelassen, dann muß aber das Einwäge-Feldbuch alle für die Auftragung (s. umstehend) erforderlichen Maße enthalten. Für die Abbildung 132 würde eine solche Aufnahme vorstehendes Feldbuch (s. S. 88) ergeben.

Die Einwägung geht von einem Festpunkte F.P. 5 aus, dessen Höhe 136,254 m über N.N. auf den Wechsellpunkt W_3 in der Nähe des Streckenpunktes $0+0$ übertragen worden ist. Die Fernrohrwage wird zwischen den Streckenpunkten $0+0$ und $1+0$ gestellt und es werden zuerst die Strecken- und Zwischenpunkte des Längsschnittes der Reihe nach mit den Querschnitten eingewogen.

Die Ablesung an der Höhenlatte auf dem Wechsellpunkte W_3 (in Spalte 3 zu 2,100) dient zur Ableitung der „Ziellinie“ (s. S. 56) $h_z = 138,22 + 2,10 = 140,32$ und zur Nachprüfung der ungestörten Lage der Unterlagsplatte auf dem Wechsellpunkte W_3 während der Einwägung (s. unten). Die Höhenlatte wird, während die Unterlagsplatte in W_3 unberührt liegen bleibt, auf dem Grundpfahl des Streckenpunktes $0+0$, dann im Querschnitt $0+0$, zuerst nach links, dann nach rechts auf den Brechpunkten aufgehalten, deren Entfernungen von der Leitlinie gleichzeitig, am einfachsten mit Hilfe zweier Meßblatten, bestimmt werden. Die Längenmaße, auf Dezimeter abgerundet, geben in Spalte 1 mit dem Zeichen l (links) oder r (rechts) die Lage der Brechpunkte genau an; eine Abweichung des Schnittwinkels von einem Rechten zwischen Längs- und Querschnitt ist in jedem Falle in Spalte 8 des Feldbuches nach Seite 86 klar zu legen. Die Ablesungen erfolgen an der Höhenlatte bis auf Zentimeter. In der gleichen Weise verfolgt man auch den Querschnitt $0+50,0$, an der Leitlinie beginnend, so daß schließlich die Bodenpunkte des Längsschnittes und der Querschnitte zwischen dem Wechsellpunkte W_3 und W_4 aufgenommen sind.

Zur Weiterführung der „fortlaufenden Einwägung“ wird nunmehr (s. das Feldbuch auf S. 88) die Höhenlatte noch einmal auf Wechsellpunkt W_3 als Rückblick aufgehalten und die Ablesung, die eigentlich um nichts von der ersten (2,100 s. o.) abweichen darf, mit dem Vorblick auf W_4 zu der weiter anschließenden Messung verbunden. Von W_4 ab würde sich der Vorgang wiederholen u. s. f. bis zum Abschluß auf einem Festpunkte der Längs-Einwägung, hier bis F.P. 6.

Die Ableitung der Höhen für die Geländepunkte in den Querschnitten $0+0$ und $0+50,0$ wird mit Hilfe der „Ziellinie“, die hier zu 140,32 berechnet und in Sp. 5 eingetragen ist, durchgeführt, nachdem die fortlaufende Einwägung zwischen den Festpunkten gemäß Seite 79 ausgeglichen worden ist.

Der Höhenunterschied zwischen den gegebenen Punkten F.P. 5 und F.P. 6 beträgt $138,619 - 136,254 = +2,365$ m, der gemessene Unterschied (s. Sp. 6) $+2,385$ m. Es besteht eine Abweichung von $f = 2,365 - 2,385 = -0,020$ m, die bei einer Länge des Einwägezuges von $[s] = 800$ m (s. Sp. 2) gestattet ist. Die erlaubte Abweichung beträgt gemäß Seite 68 unten:

$$d = 28 \sqrt{0,8} = 25 \text{ mm.}$$

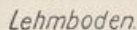
Wird der Verteilwert zu $\frac{f}{[s]} = \frac{-20}{800} = -0,025$ mm für 1 m Einwäge-

$$v = -0,025 \cdot s,$$

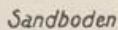
Ueber die Berechnung der Höhen selbst und ihre Nachprüfung ist Näheres bereits auf Seite 56 bekannt gegeben.

Bachlaufe noch eine zweite und dritte Aufstellung des Höhenmessers erforderlich, wie der Abbil. 134 zu entnehmen ist. Wenn in solchen Fällen die Längen-

Querschnitt 2 + 15,0



Querschnitt $15 \times 23,5$

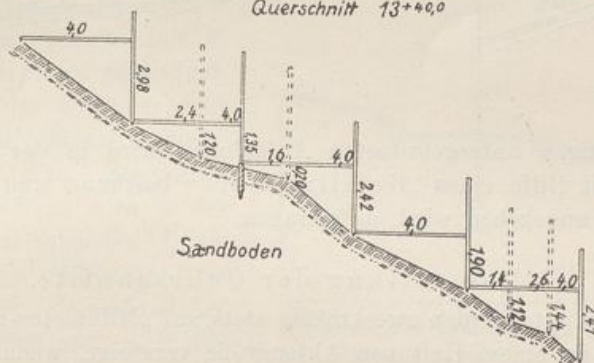


Die Handrisse werden in einfachen Fällen auch zum Eintragen der Bodenbeschaffenheit*) benutzt, wie z. B. aus Abbildung 133 und 134 hervorgeht.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

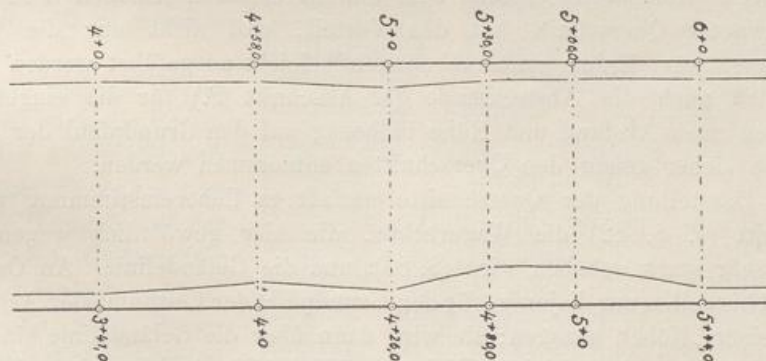
β) In stark ansteigendem Gelände, wo die Höhenaufnahme infolge häufiger Aufstellung der Fernrohrwage äußerst mühsam und zeitraubend ist, findet vielfach mit ausreichender Genauigkeit die Setzwage und das Richtscheit nach S. 7 Verwendung. Für die Eintragung werden zweckmäßig nur Handrisse angefertigt (s. a. S. 9), in die alle Maße und Vermerke über die Bodenverhältnisse einzutragen sind. In der Abbil. 135 ist von dem Grundpfahl der Leitlinie aus, dessen Höhe bestimmt ist, nach links und rechts der Vorgang der Messung leicht zu verfolgen.

Abbildung 135.
Querschnitt 13+40,0



In einzelnen Fällen kann es sehr vorteilhaft sein, die Querschnittsaufnahmen mittels Setzbesteck zwischen zwei Längs-Einwägungen einzuschalten, wie beispielsweise aus der Abbil. 136 zu ersehen ist, wo oben und unten entlang eines sehr steilen Abhanges die Enden der Querschnitte auf eingewogenen Bodenpunkten abschließen.

Abbildung 136.



γ) Für manche Zwecke, auch für den Bau einfacher Feldwege, hinreichend genau ist die Bestimmung des Geländegefälles von der Leitlinie aus nach links und rechts unter Anwendung eines „Gefällmessers“, z. B. desjenigen von Brandis, s. Abbil. 416 oder I. Teil Seite 44. Mit Hilfe zweier gleich langer Stäbe in Augenhöhe, sehr einfach der Zielstäbe (Abbil. 416), wird entsprechend dem Vorgange in Abschnitt F. A. III. 3. a das Gefälle ermittelt und in einem Handriß aufgezeichnet, s. Abbil. 137 mit 22,2 % und 30,5 %.

Sind innerhalb der voraussichtlichen Breite der neuen Anlage noch Brechpunkte des Geländes zu berücksichtigen, dann ist streckenweise nach Abbil. 138, von Brechpunkt zu Brechpunkt, unter Messung der schrägen Länge das Gefälle zu verfolgen.

Abbildung 138.

Abbildung 137.



Bei derartigen untergeordneten Aufnahmen wird in der Regel auch der Längsschnitt mit Hilfe eines „Gefällmessers“ bestimmt und demgemäß, wie weiter Seite 93 angegeben wird, aufgetragen.

c) Darstellung der Querschnitte.

Die Querschnitte werden zweckmäßig stets auf „Millimeter-Papier“ (s. S. 83) gezeichnet und in einem Heft von Aktengröße vereinigt, wenn sie in größerer Anzahl vorliegen und nicht mit dem Längsschnitt, über dessen Darstellung S. 82 nachzulesen ist, auf einem Zeichenblatt untergebracht werden können. Das Auftragen geschieht in der Reihenfolge der Querschnitte; man beginnt am unteren Rande des Blattes und zeichnet die Schnitte übereinander, s. Tafel II. Längen und Höhen erhalten einen gleichen, möglichst großen Maßstab, in der Regel den Höhenmaßstab des Längsschnittes (s. S. 83), also entweder 1:100 oder bei größeren Höhenunterschieden oder umfangreicheren Anlagen 1:200. Ein so gezeichneter Querschnitt hat den Vorteil, daß nicht nur die Flächenbestimmungen für Erdmassenberechnungen*) leicht ausgeführt werden können, sondern daß auch die Absteckmaße (s. Abschnitt F.) für die eingetragenen Kunstbauten nach Abstand und Höhe in bezug auf den Grundpfahl der Leitlinie oder Achse sicher genug den Querschnitten entnommen werden.

Die Darstellung der Querschnitte umfaßt in Uebereinstimmung mit dem Längsschnitt (s. S. 82) die Wagerechte, die hier gewöhnlich wegen Raumersparnis sehr stark gehoben wird (S. 83), und die Geländelinie. An Ordinatenlinien wird bisweilen nur diejenige für den Grundpfahl der Leitlinie oder Achse unter Angabe seiner „Höhe“ gezogen; sie wird dann über die Geländelinie hinaus verlängert und endet in einem kleinen Pfeil nach Abbil. 139. Andererseits s. Tafel III.

Die Verkürzung der Ordinatenlinien ist bei jedem Querschnitt gewöhnlich durch Rundschrift nach: „Die Wagerechte ist um m gehoben“ bekannt zu machen. In gleicher Schrift ist über jedem Querschnitt die Entfernungszahl vom Anfangspunkte des Längsschnittes, z. B. $2 + 15,0$ (Abbil. 139), anzuschreiben. Der Vermerk: „Maßstab der Längen und Höhen 1:100 (oder 1:200 usw.)“ und die Art der Ausgangsfläche, z. B. nach: „Die Ordinaten be-

*) Siehe: „Der Erdbau“. Bd. XIII der vorliegenden Sammlung.

ziehen sich auf N.N.“, sind an geeigneter Stelle nur einmal für sämtliche Querschnitte anzugeben.

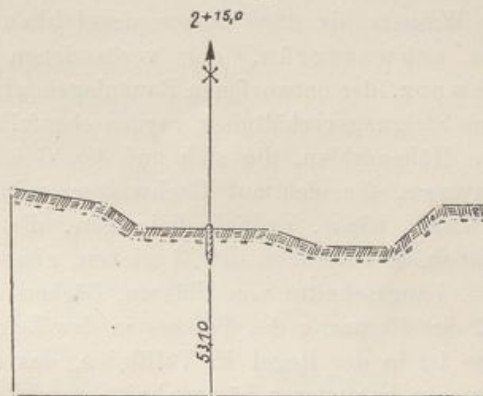
Bei Herstellung der Querschnitte nach „Handrissen“, siehe Seite 9 und Seite 91, werden die Geländepunkte von der Ziellinie aus abgesetzt. Im übrigen bleibt die obige Darstellungsweise bestehen, s. Taf. III u. Abb. 139, die der Messung in Abbil. 133 entspricht.

Querschnittsaufnahmen mit Hilfe des „Gefällmessers“ (s. S. 91 unten) werden stets am einfachsten auf Millimeterpapier gezeichnet, da die Neigung des Geländes sehr leicht unter Zuhilfenahme der Netzteilung des Papiers abgetragen werden kann. Hierzu wird in der Nähe des zu zeichnenden Querschnittes auf dem Millimeternetze mit Bleistiftpunkten ein rechtwinkliges Dreieck angedeutet, z. B. für das Gefälle 22,2 % (Abbil. 137) mit einer Kathete von 50 mm (oder 100 mm) in der „Länge“ und der anderen von 11,1 mm (bzw. 22,2 mm) in der „Höhe“, und die Hypotenuse mittels eines Lineals und eines Zeichendreiecks (s. I. Teil S. 128) bis zum Ausgangspunkte des Gefälles verschoben, wie aus der Abbil. 140 zu ersehen ist.

In der gleichen Weise lassen sich auch die Brechpunkte der Abbil. 138 auftragen, wozu die schräg zu messenden Längen auf der abgeschobenen Geländelinie abgesetzt werden. Längsschnitte, die nach diesem hier in Betracht kommenden Verfahren (s. S. 92) aufgenommen sind, werden ebenso hergestellt.

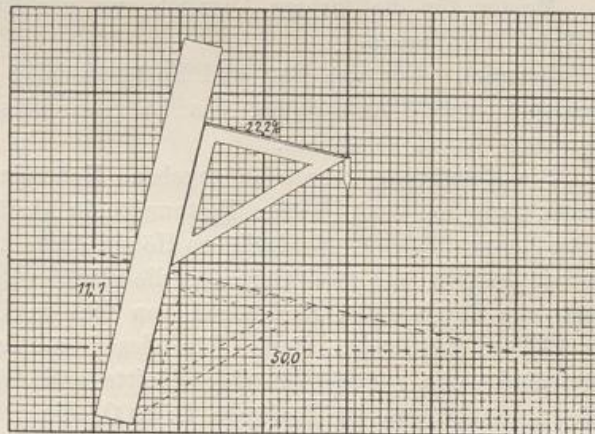
Für die **farbige** Auszeichnung der Querschnitte sind die schon bei den Längsschnitten (S. 85) genannten Bestimmungen des Zentralkuratoriums (siehe Anhang I. Teil unter Nr. IV) maßgebend, die insbesondere auch Angaben über die Darstellung von baulichen Veränderungen in den Längs- und Querschnitten, die ja meist gemeinsam zur Aufnahme gelangen, enthalten.

Abbildung 139.



Die Ordinaten beziehen sich auf Normal-Null.
Die Wagerechte ist 50 m gehoben.

Abbildung 140.



Es werden die Geländelinie, die Wagerechte und die Ordinaten schwarz, die Wasserstandslinien blau ausgezogen. Neu entworfene Höhenlagen für Straßen und Eisenbahnen, von Deichkronen usw., sowie die zugehörigen Ordinaten werden zinnoberrot gehalten. Die Querschnittsflächen von Boden-Aufträgen werden blaßrot, die der Abträge grau (mit chinesischer Tusche), des Geländes sepiabraun (meist in einem 1 bis 1½ cm breiten Streifen abgeschattiert, s. S. 84), des Wassers bis zum Wasserspiegel blau, des Moores oder Torfes geeignetenfalls schwarzgrün, der vorhandenen Brücken oder sonstigen Bauwerke schwarz, der entworfenen Bauanlagen zinnoberrot angelegt bzw. schraffiert. Neue Steigungsverhältnisse werden ebenfalls in zinnoberroter Farbe angegeben. Alle Höhenzahlen, die sich auf das Gelände beziehen, werden in die Schnitte schwarz, die sich auf Hochwasser, mittlere und niedrige Wasserstände usw. beziehen, blau, endlich diejenigen, die sich auf entworfene Höhenlagen der Straßen, Eisenbahnen usw. beziehen, zinnoberrot eingeschrieben.

Längsschnitte von Flüssen, Bächen usw. sind in der Regel so aufzutragen, daß der Ursprung des Flusses in der Zeichnung linker Hand liegt. Das linke Ufer ist in der Regel in Volllinien, das rechte Ufer, falls von demselben nicht etwa ein besonderer Längsschnitt gezeichnet wird, durch punktierte Linien anzudeuten, und beide mit einem ganz schmalen sepiabraunen Farbstreifen zu begleiten. In den Querschnitten von Flüssen, Bächen usw. muß das rechte Ufer auch in der Zeichnung stets rechter Hand liegen.

In Lageplänen sind die Leitlinien und die Querschnitte durch zinnoberrote Farbe anzugeben, die Streckenpunkte durch einfache rote, die Kilometerpunkte durch doppelte rote Kreise, s. a. S. 85.

Muster für die farbige Auszeichnung von Längs- und Querschnitten sind auf **Tafel II** zu sehen.

Beispiel. Für den Bau und Kostenanschlag einer Kreisstraße*) sind die Unterlagen durch Anfertigung des Längsschnittes, der Querschnitte und des Lageplanes bereit zu stellen.

Die Einwägung konnte an gegebene Höhenpunkte über N.N. angeschlossen werden, zwischen denen einige Festpunkte in Abständen von etwa 1 km für die bei der Bauausführung erforderlichen Höhen-Absteckungen bestimmt wurden. Die Leitlinie besteht aus zwei Geraden, die etwa in der Mitte der 7030 m langen Baustrecke durch einen Kreisbogen von 69,7 m Länge und einen Halbmesser von 1300 m verbunden sind. Für diesen mittleren Teil der Straße ist der Längsschnitt, die zugehörigen Querschnitte und der Lageplan auf **Tafel II** dargestellt, die Längen im Maßstabe 1:2000, die „Höhen“ in 1:200; „Längen“ und „Höhen“ der Querschnitte sind 1:200 gezeichnet.

In den Querschnitten sind nicht nur die für die Absteckung der neuen Fahrbahnkrone erforderlichen Maße, sondern auch die zugehörigen Höhen zu finden, ferner sind die Flächengrößen der Auf- und Abträge in schwarz bzw.

*) Siehe: „Instruktion für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten vom 17. Mai 1871 zur Aufstellung der speziellen Projekte und Kostenanschläge für den Bau der Kunststraßen“. Ein Abdruck befindet sich in: „Der Straßen- und Wegebau“ von Georg Schewior, Band XIV und XV des „Handbuchs des Bauingenieurs“. Verlag Bernh. Friedr. Voigt-Leipzig.

rot bis auf gerade Zehntel des Quadratmeters für die „Erdmassenberechnung“ eingetragen. Ueber letztere ist Näheres in „Der Erdbau“ und „Der Straßen- und Wegebau“ des vorliegenden Handbuchs (s. Anm. S. 85 u. 94) enthalten.

Die **Tafel III** zeigt die obige Darstellung in einfarbiger Ausführung, wie sie gebräuchlich ist, wenn die Zeichnung auf Millimeterpapier vorgenommen wird.

Eine gleiche einfache Wiedergabe findet ein Teil eines Eisenbahnkörpers, der in **Tafel IV**, wie üblich, in einem Längsschnitt und in einem Lageplan zur Darstellung gelangt.

d) Aufnahme von Wasserläufen.

1. Aufnahme.

Bei der Aufnahme von Flußläufen richtet sich die Art der Höhenbestimmung nach der Breite und Tiefe des Gewässers. Der Längsschnitt fällt bei kleineren Wasserläufen in der Regel mit der „Mittellinie“ des Bettes zusammen, während er bei Flüssen in die Richtung des „Stromstriches“, d. h. der Verbindungslinie der tiefsten Punkte in den aufeinanderfolgenden Querschnitten verläuft. Die Streckeneinteilung des Längsschnittes (s. S. 76) erfolgt naturgemäß entlang eines Ufers. Die Querschnitte werden senkrecht zur Mittellinie oder zum Stromstrich abgesteckt; ihre Ausdehnung über das Flußbett hinaus richtet sich nach den Anforderungen, die in dem späteren Entwurfe gestellt werden.

α) Für die Aufnahme von Gräben und kleinen Bächen mit steil abfallenden Böschungen ist die Bestimmung der beiden Uferpunkte und eines Sohlenpunktes vielfach vollständig ausreichend, wozu die Querschnittsabmessungen in einer einfachen Handzeichnung klargelegt werden, z. B. nach

Abbildung 141.

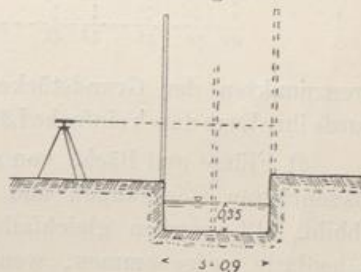
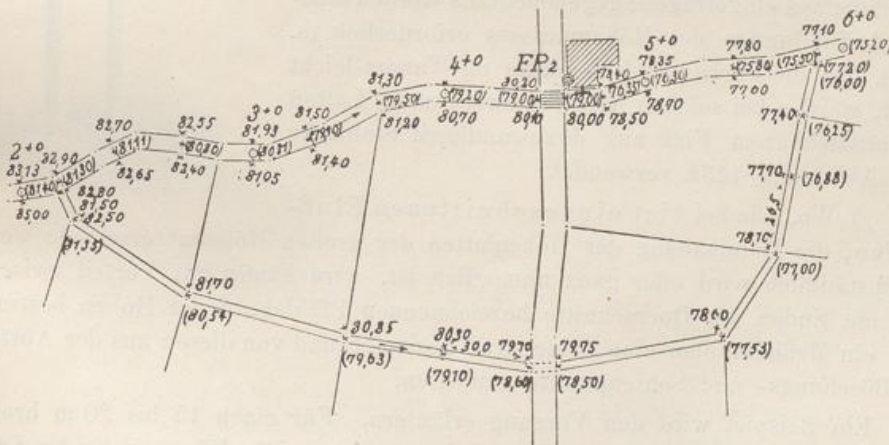


Abbildung 142.



Abbil. 141. Die Höhenlatte wird ohne weiteres auf die Sohle des Wasserlaufes gestellt, hierbei auch die Wassertiefe, Abbil. 141 zu 0,35 m, abgelesen und in der Zeichnung vermerkt.

Der Lageplan, Abbil. 142, veranschaulicht die Aufnahme eines Bachlaufes. Er enthält die Streckenpunkte und die Höhen der eingewogenen Punkte; für die Sohlenpunkte sind die Höhen zur Unterscheidung in Klammern angegeben. Eine Auszeichnung der Bach-Mittellinie ist hier der Uebersichtlichkeit wegen unterblieben. Die Abbildung 142 zeigt auch die Höhenzahlen eines kleinen Grabens, für den nur der Sohlenpunkt und ein Uferpunkt eingewogen sind. Eine Streckeneinteilung ist ganz unterblieben; die Querschnitte fallen zum Teil mit den

Abbildung 143.

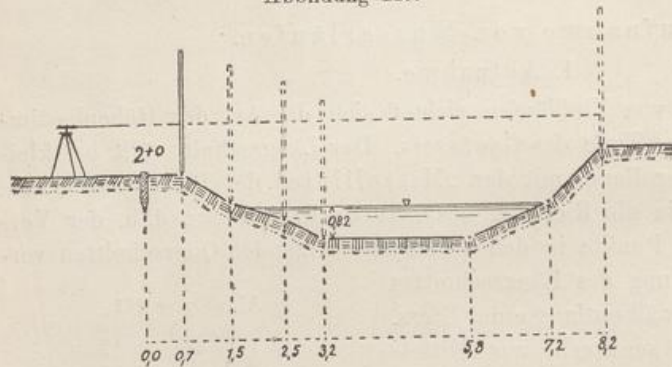
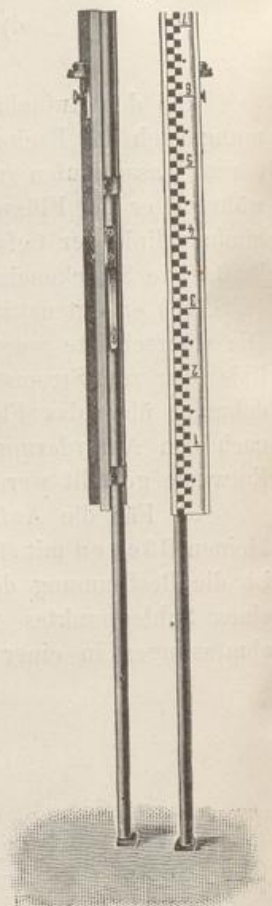


Abbildung 143a.



Grenzpunkten der Grundstücke zusammen, zum Teil wurde ihre Lage durch einfache Längenmessung gesichert.

β) Flüsse und Bäche von größerer Breite mit ausgeprägten Böschungen und unregelmäßiger Sohle, Abbild. 143, werden gleichfalls unmittelbar mit der Höhenlatte aufgenommen, wenn das Bett flach oder nicht zu tief ist. Hierbei werden die Querschnitte zweckmäßig einzeln, unabhängig vom Längsschnitte, eingewogen und die Punkte vom Uferpfahle der Streckeneinteilung aus eingetragen; gegebenenfalls werden mehrere Aufstellungen des Höhenmessers erforderlich (s. S. 90). Da die Farbe der Höhenlatte im Wasser leicht leidet, werden bei solchen Arbeiten zweckmäßig Latten mit ausziehbarem Fuß aus dünnwandigem Stahlrohr nach Abbildung 143a verwendet.

γ) Wo, wie bei tief eingeschnittenen Flußläufen, die Handhabung der Höhenlatten der großen Höhenunterschiede wegen zu umständlich wird oder ganz unmöglich ist, wird häufig mit Vorteil zwischen zwei die Enden der Querschnitte bezeichnenden Pfählen, deren Höhen bestimmt sind, ein Meßband oder eine Leine straff gespannt und von diesen aus der Abstand der Böschungs- und Sohlenpunkte gemessen.

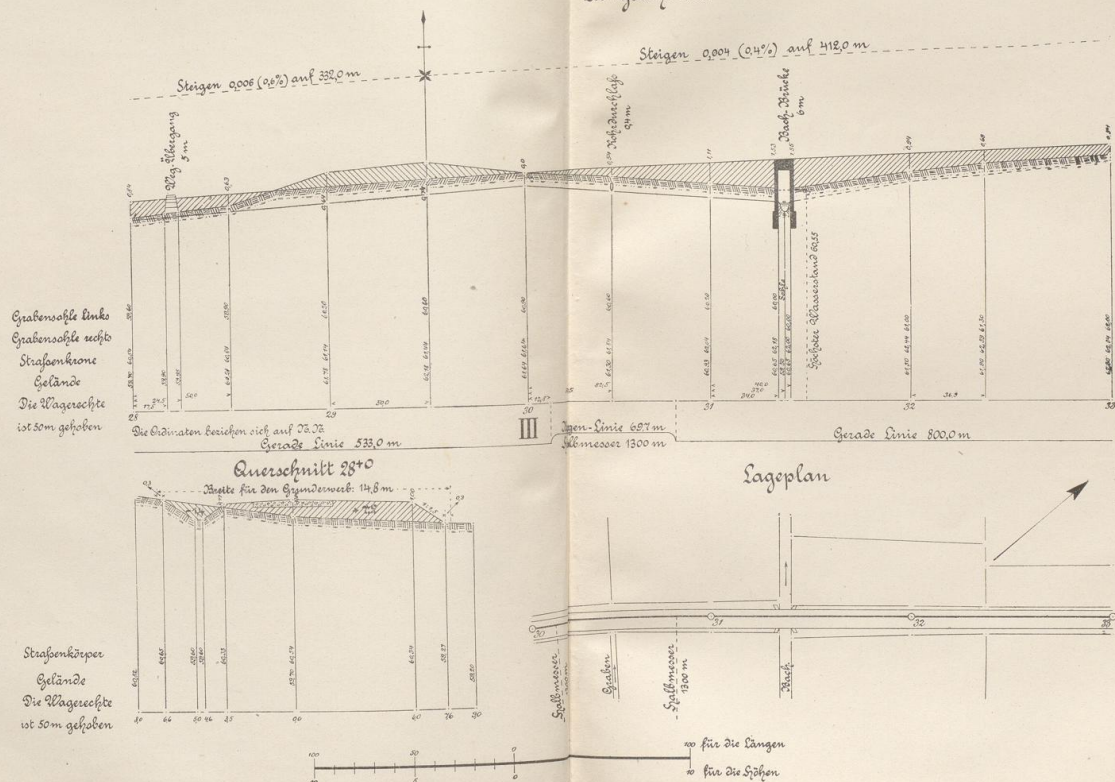
Ein Beispiel wird den Vorgang erläutern. Für einen 15 bis 20 m breiten Fluß sind zur Bezeichnung der Querschnitte an den beiden Ufern, siehe den Lageplan Abbildung 144, Pfähle geschlagen und die Höhen ihrer Köpfe durch eine Längseinwägung ermittelt worden. Zur Messung eines Querschnittes wird von

en
en
nt
ad

en
e-
ne
on

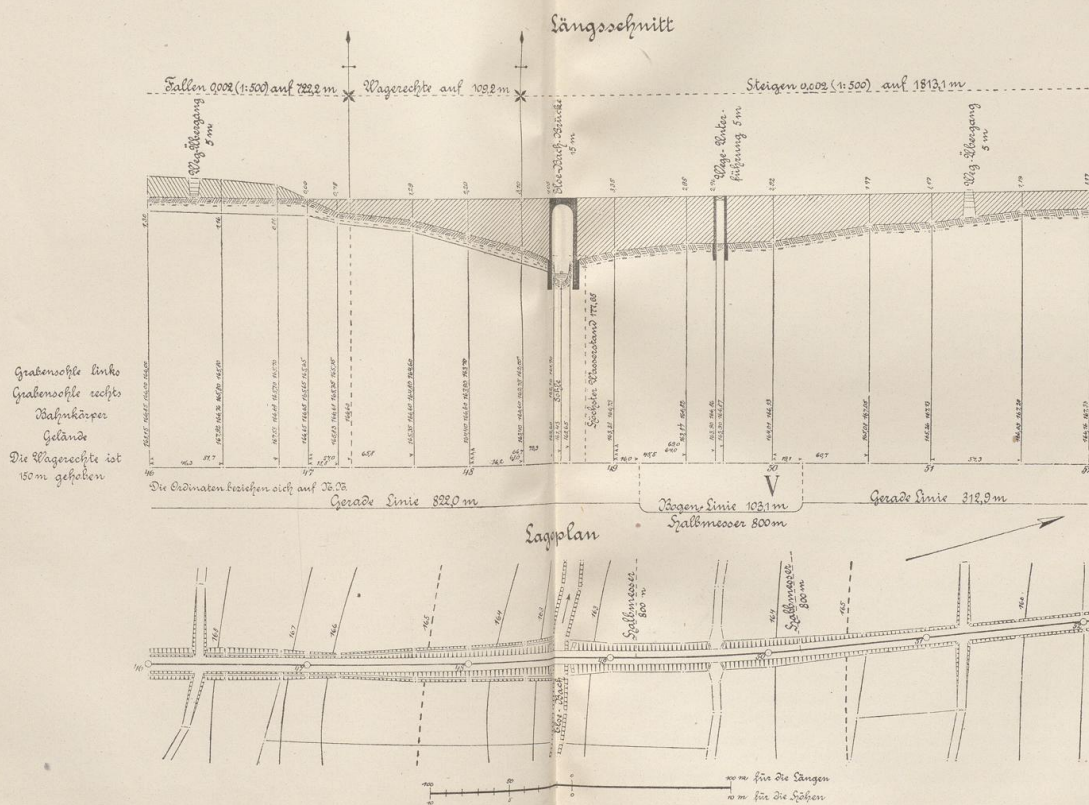
Höhenaufnahme einer Kreisstraße

Längsschnitt.



Schewior, Das Feldmessen II.

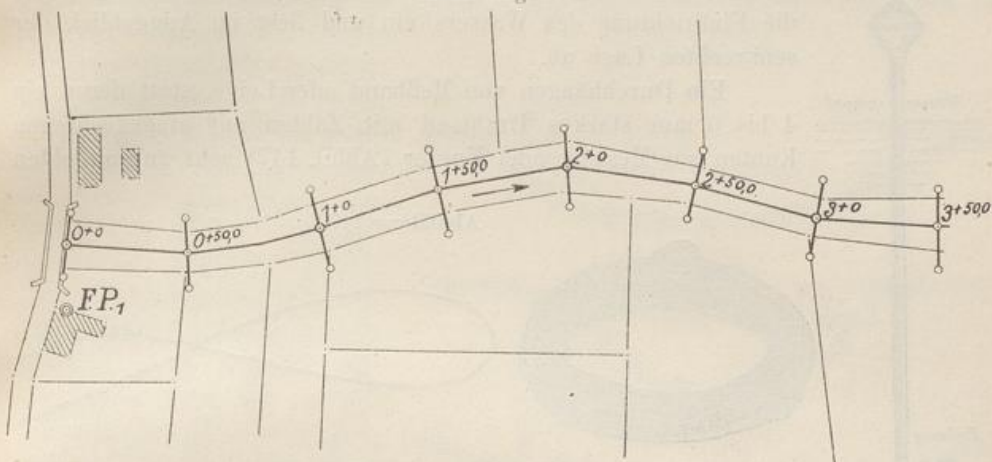
Höhenaufnahme einer Eisenbahn.



Schewior, Das Feldmessen II.

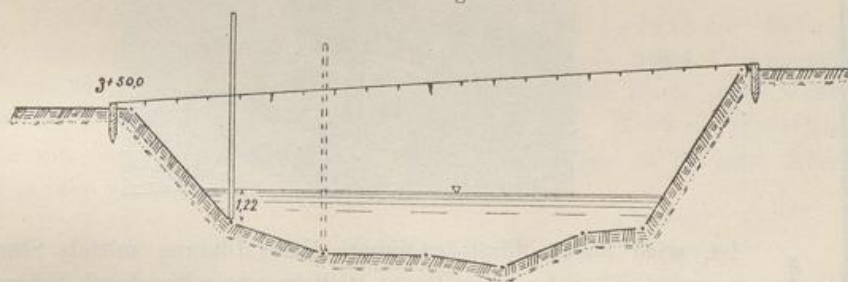
Pfahlkopf zu Pfahlkopf über den Bach ein Meßband (s. I. Teil S. 34) oder eine mit farbigen Läppchen in Meter eingeteilte und mit heißem Leinöl getränkte

Abbildung 144.



Hanfleine gespannt. Von dieser Linie aus, deren Endpunkte der Höhenlage nach bekannt sind, werden nun die Abstände der Querschnittsbodenpunkte gemessen oder „gepeilt“, sowie die Abstände vom Uferpfahl der Streckeneinteilung (Abbil. 145) abgelesen, indem man an dem Meßband oder an der Leine eine

Abbildung 145.



Höhenlatte entlangführt. Dies geschieht im Flußbette selbst, falls der Wasserstand niedrig ist, in der Weise, daß der Lattenträger durch das Wasser wadet, wo letzteres aber nicht möglich ist, von einem Kahn aus oder einem für den Augenblick gezimmerten Floß, das längs der Peilleine gesteuert wird.

Zur Messung größerer Wassertiefen und bei längerer Arbeit wird statt der Höhenlatte mit Vorteil eine schwimmfähige „Peilstange“ aus Metall benutzt (Abbil. 146). Diese besteht aus einem luftdichten, dünnwandigen Stahlrohr von 25 bis 40 mm Durchmesser und 3,0 bis 7,0 m Länge und hat am unteren Ende eine tellerartige Grundplatte, um das Einsinken im Schlamm oder in feinem Sande zu verhindern. Außer der Grundplatte dient noch ein im Rohr liegender Metallkern zur Beschwerung des unteren Teiles, so daß die Peilstange durch ihr eigenes Gewicht leicht auf Grund geht. Die Peilstange ist in Dezimeter

Schewior, Feldmessen II.

durch farbige Ringe geteilt und mit großen deutlichen Zahlen beziffert, die vom Fußpunkte der Stange aus rechnen. Bei der Messung muß die Stange lotrecht stehen, was in starkströmendem Wasser nur nach größerer Übung zu erreichen ist; man setzt die Peilstange schräg gegen die Flußrichtung des Wassers ein und liest im Augenblick der senkrechten Lage ab.

Abbildung 146.



Ein Durchhängen von Meßband oder Leine, statt deren ein 4 bis 6 mm starkes Drahtseil mit Zahlen auf eingeflochtenen Knoten aus Messing oder Kupfer (Abbil. 147) sehr zu empfehlen

Abbildung 147.

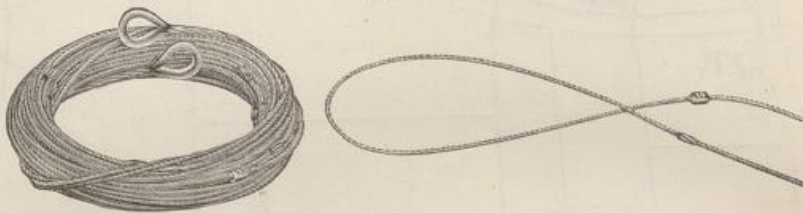
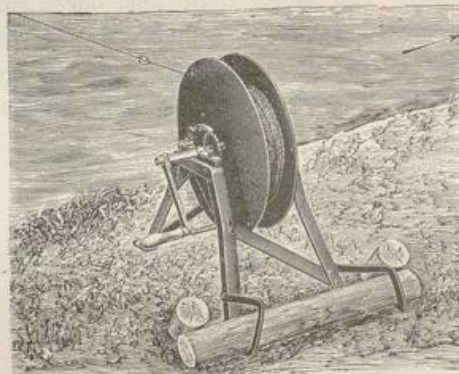


Abbildung 148.



ist, wird leicht durch geeignete Unterstützung mittels Stangen vermieden. Sehr lange Draht-Peilleinen werden durch besondere Aufrollräder (Abbil. 148), die in den Boden verankert werden, straff gespannt oder über feststehende Kähne gelegt.

δ) Bei breiten Flüssen mit großen Wassertiefen kann sich die Aufnahme der Querschnitte unter Umständen sehr schwierig und umständlich gestalten und bedarf mancherlei Vorkehrungen, auf die hier nicht eingegangen werden soll. Wie unter solchen Verhältnissen vorzugehen ist, wird von S. Deutsch im Bande I der vorliegenden Sammlung: „Der Wasserbau“ hinreichend auseinandergesetzt. Im Bedarfsfalle sei auf diese Ausführungen hingewiesen.

ε) Die Höhe des Wasserstandes kann in jedem Querschnitte durch Anschreiben der Wassertiefe (Abbil. 141, 143, 145) ermittelt werden. Meist wird der Wasserstand und damit das Gefälle eines Flußlaufes für sich gesondert, also unabhängig von den Querschnitten, in nachstehender wesentlich genaueren

Weise bestimmt. An geeigneten Stellen, etwa den Streckenpunkten $0+0$, $1+0$ usw. oder auch noch in der Mitte zwischen diesen, werden in das Wasser Pfähle als „Peilmarken“ geschlagen und zwar so, daß sie vom Ufer leicht erreichbar sind und etwas über den Wasserspiegel hinausragen, siehe beispielsweise Abbil. 149 für die Peilmarken P_1 , P_2 , P_3 .

Die Köpfe der Pfähle werden so- dann, wenn möglich, doppelt eingewogen, worauf mit Hilfe eines Millimeterstabes der Ab- stand des Wasserspiegels vom Pfahlköpfe (Abbil. 149) ge- peilt wird. Diese Arbeit muß streng genommen für alle Peil- marken gleichzeitig ausgeführt werden. Für kürzere Ent- fernungen, z. B. bei der Er- mittlung des „Rückstaues“*), läßt sich dies unter Zuziehung einiger zuverlässiger Hilfs- kräfte leicht bewerkstelligen, nicht aber bei ausgedehnten

Aufnahmen. In solchem Falle wird die Peilung von den Marken zweimal nach- einander ausgeführt, das zweite Mal in entgegengesetzter Richtung, und das Mittel der Ablesungen eingehalten.

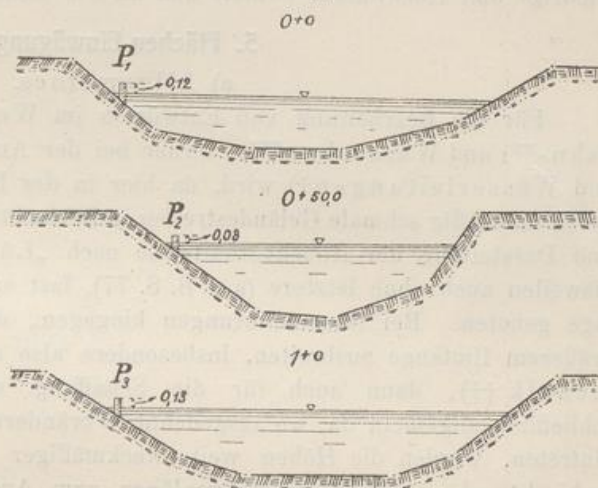
Das Ergebnis wird als „Wasserstand der Aufnahme“ bezeichnet und im Längsschnitt durch einen feinen blauen Strich (s. Tafel V) angegeben. Die Wasserstände zu anderen Zeiten, vornehmlich das Hoch- und Niedrigwasser, sind durch besondere Einwägungen zu ermitteln. Werden Wasserläufe durch Schleusen oder Wehre in einzelne Abschnitte zerlegt, so ist jeder Abschnitt für sich in der geschilderten Weise zu behandeln.

2. Darstellung.

Die Darstellung der Lagepläne, Längs- und Querschnitte erfolgt auch hier entweder ausschließlich in schwarzer Tusche oder aber, weit übersichtlicher, in farbiger Auszeichnung der Einzelheiten nach den auf Seite 82 und 92 auf- geführten Regeln.

Eine farbige Ausführung zeigt die **Tafel V**. Die Aufnahme dient der Regelung und Begradigung eines Baches und zeigt für einen Teil desselben im Längsschnitt die neue, für die Erweiterung des Laufes angeordnete Sohlenlinie, während die Querschnitte das auszubauende Bachbett mit den Böschungen und der Sohle aufweisen. Im Lageplan, der hier auf Grund einer Vieleckszug-Messung (s. I. Teil S. 75) aufgetragen ist, sind die beiden neuen Uferlinien enthalten, deren Absteckung im Felde sich sehr einfach von den Vielecksseiten aus vor-

Abbildung 149.



*) Siehe: „Der Wasserbau“ von S. Deutsch, Band I der vorliegenden Sammlung, oder „Die Bodenmelioration“ von G. Schewior, Band VIII.

nehmen läßt. Würde als Lageplan nur eine Abzeichnung der Kataster-Karte vorliegen, so ist hierzu die Streckeneinteilung der Höhen-Aufnahme, gegebenenfalls unter Beachtung der im I. Teile Seite 177 angegebenen Gesichtspunkte in den Lageplan einzutragen.

Es sei noch bemerkt, das hier der Längsschnitt auch den Wasserstand für Niedrig- und Hochwasser enthält und an der Brücke ein Pegel eingemessen ist.

5. Flächen-Einwägung.

a) Allgemeines.

Für die Bearbeitung von Entwürfen im Wege-^{*)}, Straßen-^{*)}, Eisenbahn-^{**)} und Wasserbau^{***)}, ferner bei der Anlage von Kanalisationen^{†)} und Wasserleitungen^{†)} wird, da hier in der Regel nur langgestreckte, aber verhältnismäßig schmale Geländestreifen in Betracht kommen, durch die Aufnahme und Darstellung der Höhenverhältnisse nach „Längs- und Querschnitten“, bisweilen auch ohne letztere (s. z. B. S. 77), fast ausnahmslos eine sichere Unterlage geboten. Bei Bauausführungen hingegen, die sich nach allen Seiten in größerem Umfange ausbreiten, insbesondere also auf dem Gebiete der Kulturtechnik^{††)}, dann auch für die Schaffung von Bebauungsplänen^{††)}, schließlich allgemein da, wo ausgedehnte Veränderungen der Bodenoberfläche^{†††)} eintreten, werden die Höhen weit zweckmäßiger durch sogen. „Höhen- oder Schichtenlinien“ in den Lageplänen zum Ausdruck gebracht. Durch eine solche Darstellungsweise werden nicht nur die Höhenverhältnisse des aufgenommenen Geländes im Zusammenhange klargelegt, sondern es können auch die Geländeformen, d. h. die Gestaltung der Bodenoberfläche, in einfachster Weise vor Augen geführt werden.

Denkt man sich, von der Normal-Nullfläche (N.N.) ausgehend, das Gelände durch wagerechte Ebenen mit gleichen lotrechten Abständen *a* (Abbil. 150 und den Geländeschnitt in der Richtung *AB* nach Abbil. 151) zerlegt, so ergeben ihre Schnitte mit der Bodenoberfläche die oben genannten Höhen- oder Schichtenlinien (Abbil. 150). Diese bedeuten demnach nichts anderes, als die Verbindungslinien der Bodenpunkte gleicher Höhe, die je nach der Bodengestaltung einen mehr geraden oder gekrümmten Verlauf nehmen und bei genügender Ausdehnung der Höhenaufnahmen in sich zurückkehren, siehe Abbildung 150. Dabei werden die höher liegenden Schichtenlinien — abgesehen von Felsvorsprüngen — immer von den tieferen eingeschlossen, während das umgekehrte Verhältnis nur bei Kesselbildungen eintritt, die jedoch selten vorkommen. Wird der Grundriß der Höhen- oder Schichtenlinien im Lageplan dargestellt, dann entsteht ein „Höhenlinienplan“ oder „Schichtenplan“ (z. B. Abbil. 181), der, wie früher die „Längs- und Querschnitte“, im weitesten Umfange als Unterlage für die Bearbeitung technischer Entwürfe dient.

^{*)} Siehe Bd. XIV und XV: Der Straßen- und Wegebau von G. Schewior.

^{**)} Siehe Bd. IV bis VII: Der Eisenbahnbau von K. Strohmeier.

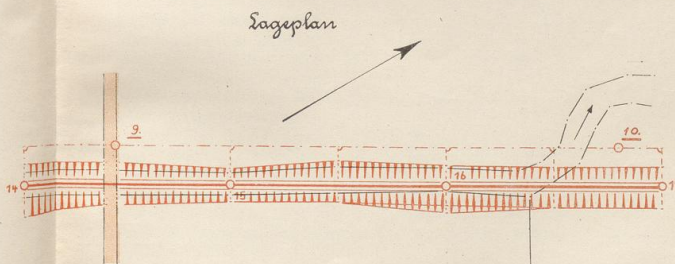
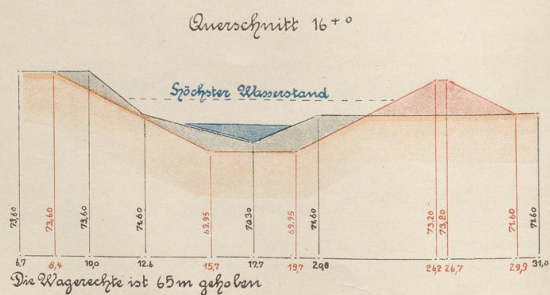
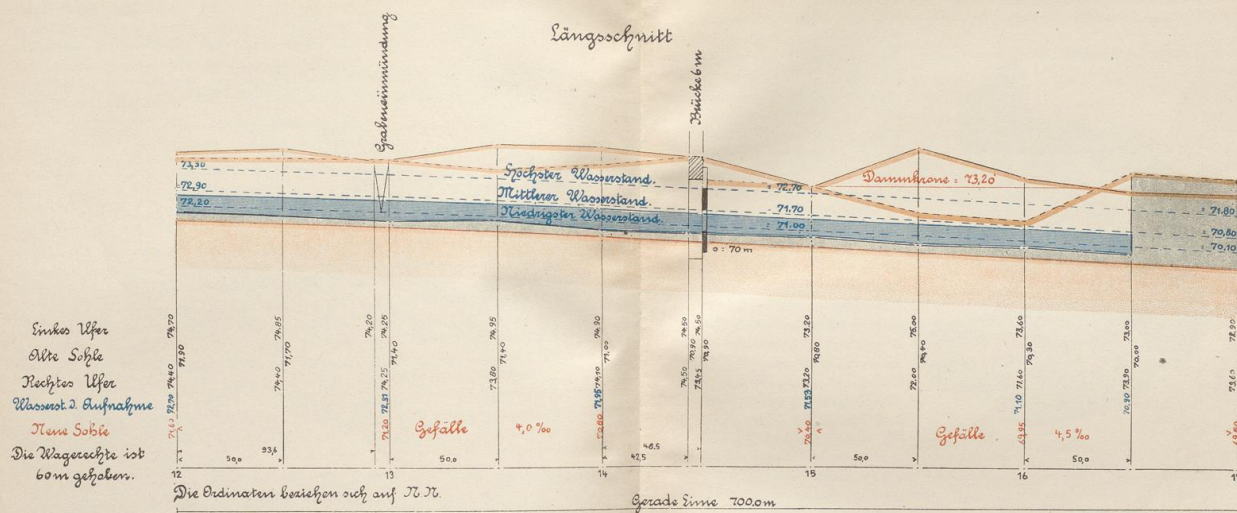
^{***)} Siehe Bd. I und II: Der Wasserbau von S. Deutsch.

^{†)} Siehe Bd. III: Der städtische Tiefbau von A. Reich.

^{††)} Siehe Bd. VIII bis X: Die Bodenmelioration von G. Schewior.

^{†††)} Siehe Bd. XIII: Der Erdbau von G. Schewior.





Für die richtige Wiedergabe der Höhenverhältnisse und damit auch der Bodenformen auf dem Schichtenplan ist das Maß des lotrechten Abstandes a der wagerechten Schnittebenen von großer Bedeutung. Die „Schichtenhöhe“, wie der Abstand a genannt wird, ist abhängig von den vorkommenden Höhenunterschieden und dem Maßstabe des Lageplanes. Je steiler das Gelände ist und je kleiner der Maßstab, desto größer wird der Abstand der Schichtenlinien: 2 m, 5 m, auch 10 m, dagegen kann in ganz flachem Gelände und bei einem großen Maßstabe der Zeichnung die Schichtenhöhe bis auf 1,0 m, 0,5 m, 0,25, ja auf 0,2 und 0,1 m herabgehen.

Werden durch zwei benachbarte Schichtenlinien MN und OP wagerechte Ebenen gelegt, siehe Abbil. 152, und wird von einem Punkte A der oberen Linie die Senkrechte AB auf die Schichtenlinie OP und ferner die Senkrechte AC auf die untere Ebene gefällt, sodann CB gezogen, die gleichfalls auf OP senkrecht steht, dann ergibt sich das „Böschungsdreieck“ ABC, in dem AB die „Falllinie“ oder die Linie des stärksten Gefälles, δ den „Böschungswinkel“ und BC die „Anlage“ bedeutet, während AC die schon genannte „Schichtenhöhe“ a ist. Durch die „Schichtenhöhe“ und die „Anlage“ wird die Neigung des Geländes in bezug auf die Wagerechte zwischen den Schichtenlinien bestimmt, indem man den Böschungswinkel δ , der die Neigung im Winkelmaß angibt, berechnet nach

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{AC}{BC}.$$

Hieraus folgt, unter der Voraussetzung stets gleicher Schichtenhöhen, daß bei gleichen „Anlagen“ auch die Böschungswinkel gleich sind, d. h., daß auch

Abbildung 150.

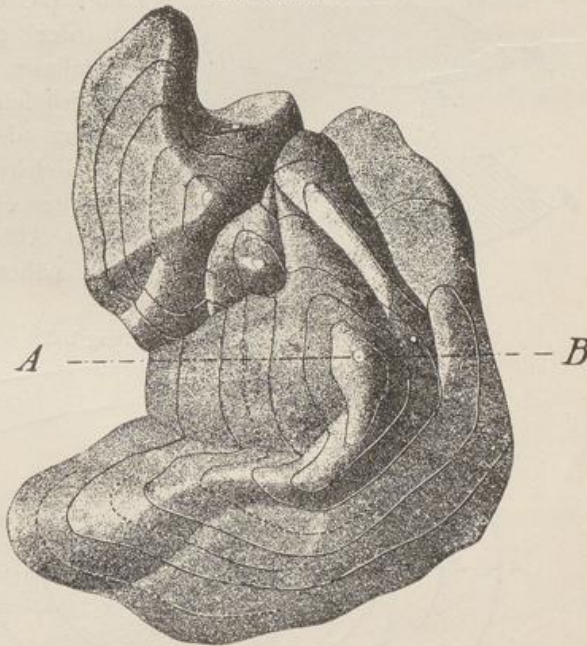
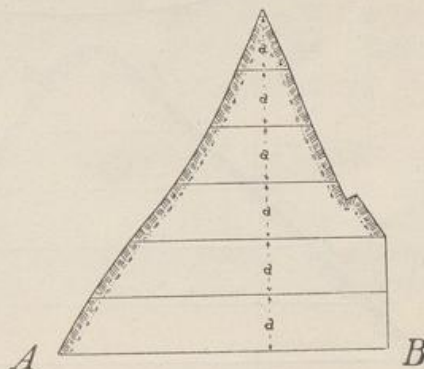


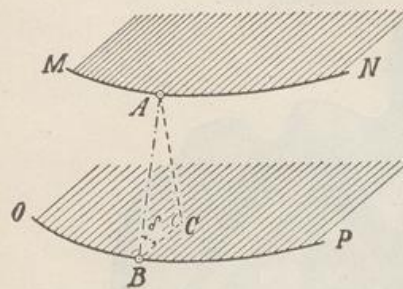
Abbildung 151.

Schnitt A-B
in Abb. 150



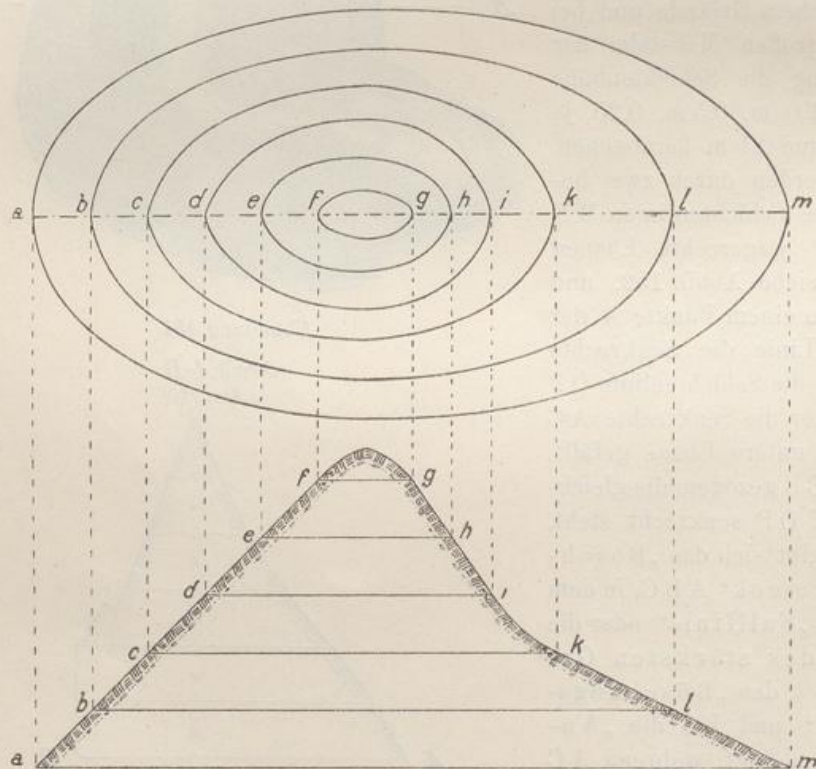
die Neigung des Geländes gleich groß ist. Wird die „Anlage“ kleiner, so wird der Winkel größer, demnach die Neigung stärker, und umgekehrt.

Abbildung 152.



Die Größe der „Anlage“, also die Länge BC der Abbildung 152 ist abhängig von der gegenseitigen Entfernung der Höhenlinien im Schichtenplane. Diesem läßt sich leicht entnehmen, welcher Art die Neigung oder das „Gefälle“ des Geländes ist. Gleichweit abstehende Schichtenlinien bekunden ein gleichmäßiges Gefälle (siehe a—f in Abbild. 153); kommen die Höhenlinien näher zusammen (Abbil. 153 g—i),

Abbildung 153.



so wird das Gefälle stärker oder steiler, gehen sie weiter auseinander, so wird es geringer oder sanfter (Abbil. 153 k—m).

Verbindet man A (siehe Abbil. 154) noch mit anderen Punkten der unteren Schichtenlinie OP, etwa mit B_1 , B_2 und B_3 , dann zeigt schon der Anblick der Abbildung 154, daß die neu entstandenen „Anlagen“ CB_1 , CB_2 und CB_3 größer sind als CB ; daraus folgt, daß der Böschungswinkel δ größer ist als die Winkel δ_1 , δ_2 und δ_3 , weiter, daß unter den Geländelinien AB , AB_1 , AB_2 und AB_3

die auf die Schichtenlinien OP senkrecht gezogene (Abbil. 152 und 154) und als „Falllinie“ bezeichnete AB in der Richtung des größten Gefälles verläuft, in der auch bekanntlich der Wasserablauf erfolgt.

Auf wechselnden Bodenformen bewegen sich die Falllinien gleichfalls auf dem kürzesten Wege zwischen den Höhenlinien, die sie senkrecht durchschneiden. Bei der Darstellung im Schichtenplane, ausgehend von einem bestimmten Punkte, z. B. A der Abbildung 155, wird eine Gerade AB gezogen, die schätzungsweise die

Abbildung 154.

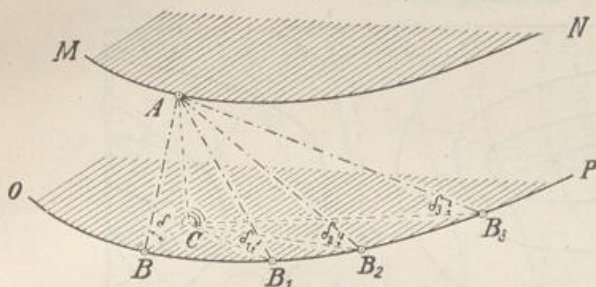
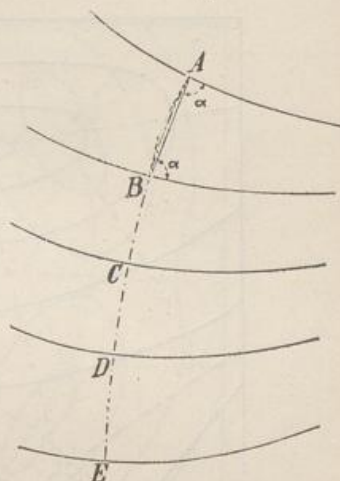


Abbildung 155.



beiden Höhenlinien unter dem gleichen Winkel α schneidet, sodann werden in A und B auf den Höhenlinien Senkrechte errichtet und es werden tangential an diese die Gefälllinien in A und B gezogen. Von B kann nach C , von da nach D usw. in gleicher Weise verfahren werden. Die Ausführung geschieht aber in der Regel aus freier Hand nach Augenmaß, wie die Zeichnung der Falllinien BC , CD und DE in der Abbildung 155 erkennen läßt.

Die Höhenverhältnisse werden, wie leicht einzusehen ist, um so eingehender angegeben, je geringer die Schichtenhöhe angenommen wird; andererseits wird aber der Aufwand an Arbeit im Felde und bei der Herstellung des Schichtenplanes um so größer.

Die Aufgabe, die nun die „Flächeneinwägung“ im Gelände zu lösen hat, besteht entweder in der Bestimmung der Lage und Höhe einer Anzahl zweckentsprechend verteilter Bodenpunkte, mit deren Hilfe weiter die Höhen- oder Schichtenlinien in einem Lageplan dargestellt werden, oder aber, wenn auch selten, in der unmittelbaren Absteckung der Höhenlinien im Felde und ihrer Einmessung für den Schichtenplan.

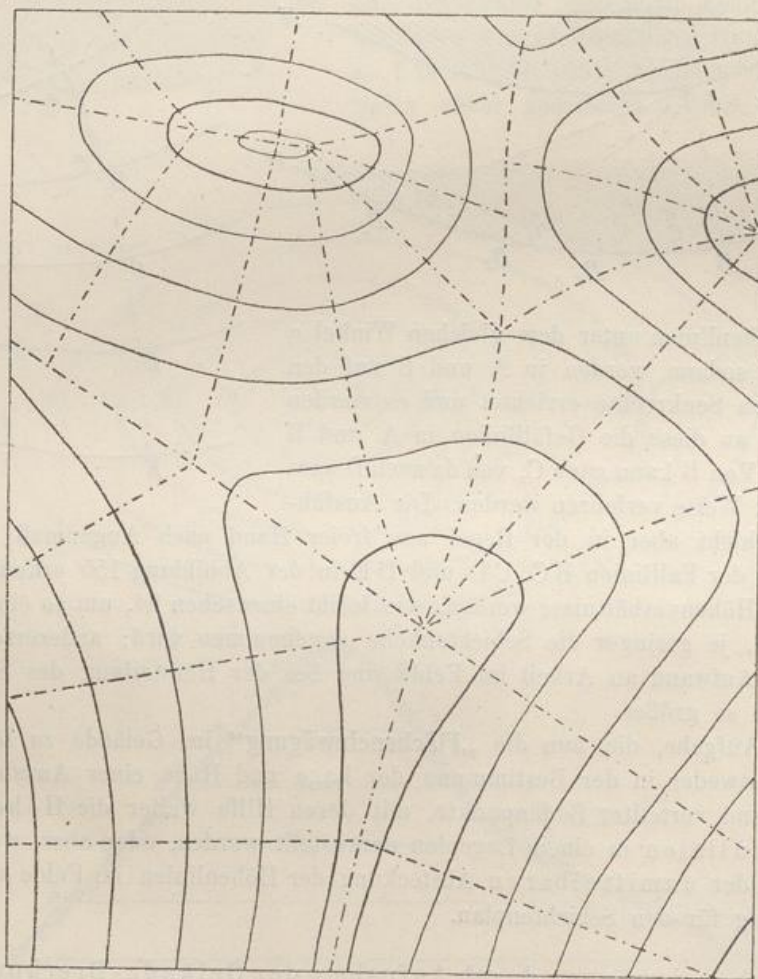
b) Flächeneinwägung durch Aufnahme der Gelände-Brechpunkte.

Die Auswahl der Bodenpunkte ist unter dem Gesichtspunkte vorzunehmen, daß für die Darstellung der Höhenlinien nur die wesentlichen Formen der Geländeoberfläche maßgebend sind. Natürliche oder künstliche Abweichungen in dem allgemeinen Verlauf der Bodenformen, wie Wasserrisse, Geländestufen, steile Böschungen, kleinere Kies- und Sandgruben und Steinbrüche usw., bleiben meist unberücksichtigt und werden durch passende Zeichnung (Abbil. 172) im Schichtenplan als solche gekennzeichnet. Auch Wege und Wasserläufe bleiben

in der Regel von Höhenlinien frei (s. a. S. 123), selbst wenn die hier weit zutreffendere Aufnahme nach Längs- und Querschnitten nicht erforderlich ist.

In jedem Falle gilt es, die hervorstechenden Formen der Bodenoberfläche zu ermitteln und auf ihnen die zu bestimmenden Punkte auszuwählen. Dies geschieht am einfachsten durch Aufsuchen der sogen. „Geripplinien“, d. h. derjenigen Linien, welche die Lage, Richtung und Ausdehnung der (darzustellenden) Bodenformen bezeichnen. Diese Linien verbinden die höchsten und tiefsten

Abbildung 156.

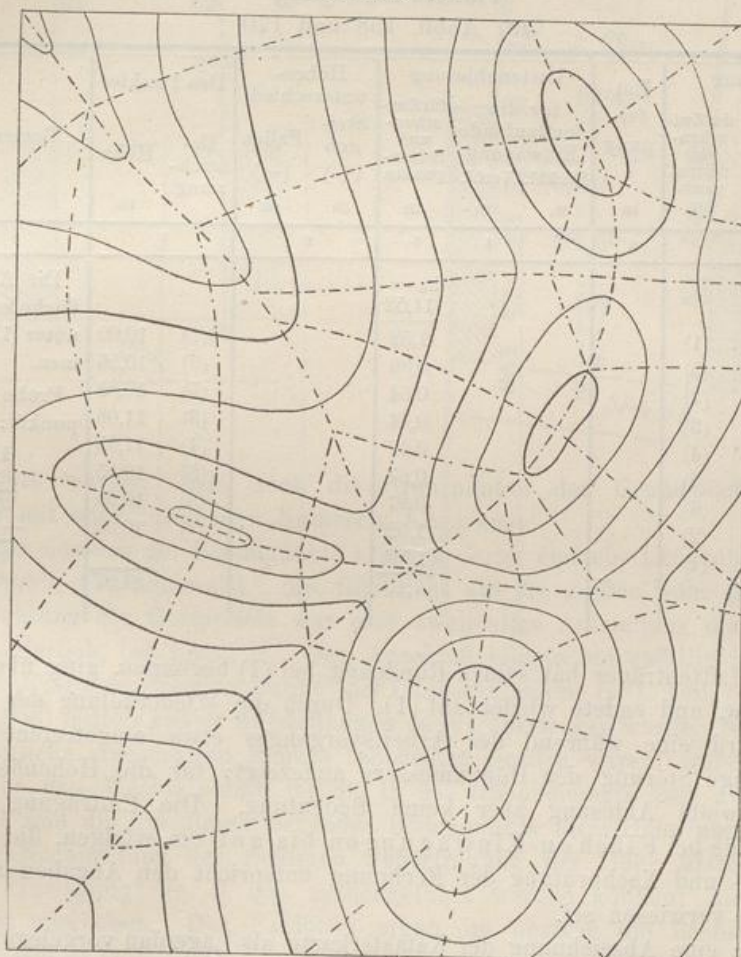


Punkte der betreffenden Geländeform und stehen auf den Schichtenlinien senkrecht, vor allem aber bilden sie die Wendepunkte im Verlaufe der Schichtenlinien, worauf es hier in erster Linie ankommt. Die Geripplinien sind auch in ebenem, wenn nur übersichtlichem Gelände leicht zu erkennen und daher auch ohne Schwierigkeit durch einzelne Punkte der Höhe und Lage nach zu bestimmen. In den Abbildungen 156 und 157 sind die Geripplinien für eine einfach bzw. stark gegliederte Geländefläche veranschaulicht. Der nach Abbil. 156

im unteren Teile fast gleichmäßig verlaufende Abhang läßt sich durch wenige Geripplinien, in denen die aufzumessenden Bodenpunkte anzunehmen sind, festlegen, während der oberere Teil, besonders aber das Gelände nach Abbil. 157, ein reich verzweigtes Netz von Linien, nach Haupt- und Neben-Geripplinien, beansprucht.

Die Höhenaufnahme der Bodenpunkte ist den Ausführungen auf Seite 50 usw. entsprechend unschwer durchzuführen, indem die ausgewählten Punkte als „Seiten-

Abbildung 157.



punkte“ des fortlaufenden Einwägezuges betrachtet werden. Eine merkliche Unterscheidung ist hier dagegen für die Lagemessung der Punkte zu machen, die abhängig ist von der Größe, der Form, auch der Uebersichtlichkeit der Fläche, dann von der Bodengestaltung und nicht zuletzt davon, ob für die Auftragung der Messungen ein Lageplan vorhanden ist oder nicht.

1. Aufnahme einzelner kleiner Grundstücke.

Bei einzelnen kleineren Grundstücken genügt vielfach die Höhenermittlung der äußeren Grenzlinien, beispielsweise der Bodenpunkte (1) bis (8) in der

Abbil. 158. Das Grundstück, über dessen Lagemessung im I. Teile S. 67 näheres angegeben ist, hat nur ein geringes, gleichmäßig verlaufendes Gefälle (Abbil. 170) nach dem Wege, so daß mit einer Aufstellung der Fernrohrwage, etwa in der Mitte der Fläche in I, die Punkte nacheinander aufgenommen werden konnten. Da ein einfacher Anschluß an die Normal-Nullfläche nicht angängig war, wurde eine Ausgangsfläche (s. S. 2) gewählt, die 10 m unter dem Bodenpunkte (1) liegt. Die Messung ergab nachstehendes Einwäge-Feldbuch.

Flächen-Einwägung
zur Abbil. 158 und 170.

Bezeichnung		Ent- fer- nung s m	Lattenablesung		Höhen- unterschied		Des Punktes		Bemerkungen
des Punktes der fortl. Einwägung	desZwi- schen- oder Seiten- punk- tes		für die fortlaufende Einwägung	fürZwi- schen- und Seiten- punkte	Stei- gen (+)	Fallen (-)	Be- zeich- nung	Höhe	
im Rückbl.	im Vorbl.		Rückbl.	Vorbl.	m	m		m	
1		2	3	4	5	6	7		8
					hz = 11,52				Die Ausgangs- fläche ist zu 10,00 m unter (1) angenom- men.
	(1)				1,52		(1)	10,00	
	(5)				0,96		(5)	10,56	
	(7)				0,64		(7)	10,88	Probe der Seiten- punkte:
	(3)				0,44		(3)	11,08	
	(4)				0,47		(4)	11,05	11,52
	(8)				0,67		(8)	10,85	> 8
	(6)				0,97		(6)	10,55	92,16
	(2)				1,52		(2)	10,00	7,19
	(1)				(1,52)				84,97
					7,19			84,97	

Der Lattenträger hat seinen Rundgang bei (1) begonnen, ging über (5), (7), (3), (4) usw. und endete wieder auf (1). Durch die Wiederholung der Ablesung für (1) wird eine während des Arbeitsvorganges etwa eingetretene Senkung oder sonstige Störung des Höhenmessers angezeigt; für die Höhenbestimmung hat die zweite Ablesung aber keine Bedeutung. Die Eintragung der Ablesungen, die bei Flächen-Einwägungen bis auf cm erfolgen, die Ableitung der Höhen- und Nachprüfung der Rechnung entspricht den Angaben auf S. 56, auf welche verwiesen sei.

Hätte eine Abzeichnung der Katasterkarte als Lageplan vorgelegen, in dem jedoch die Punkte (7) und (8) fehlen, so sind diese in der gleichen Weise durch Längenmessung einzumessen, wie der Abbil. 158 zu entnehmen ist. Ihre Eintragung in die Abzeichnung hat dann gegebenenfalls unter Berücksichtigung des Papiereinganges (s. I. Teil, S. 150 und 177) zu geschehen, worüber noch S. 110 Einiges gesagt wird.

Die Bodenoberfläche des Grundstückes*) in Abbil. 159 zeigt in dessen Mitte eine Wendung (Abbil. 171), die durch eine einzige Geripplinie (Abbil. 159)

*) Die Lagemessung s. I. Teil, Abbildung 159.

klargelegt werden konnte. Die Geripplinie läuft von (2) über (7) nach (16) und wurde zwischen den Grenzpunkten (1) und (3) bzw. (15) und (17) durch Längenmessung „eingebunden“ (s. I. Teil, S. 75). Eine Anzahl auf ihr im Gelände ausgesuchter Punkte und weitere, zwischen den Außengrenzen liegende

Abbildung 158.

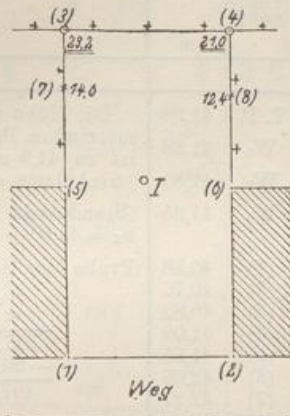
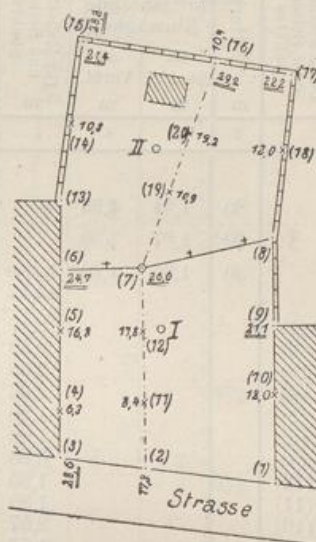


Abbildung 159.



Bodenpunkte wurden, wie auch die Grenzpunkte des Grundstückes, durch Pfähchen mit angeschriebenen Nummern bezeichnet.

Die Einmessung der Bodenpunkte erfolgte durch einfache Längenbestimmung, wie die Abbil. 159 nachweist. Mit Rücksicht auf die großen Höhenunterschiede in der Richtung der Geripplinie war eine zweimalige Aufstellung der Fernrohrwage erforderlich, bei I und II. Den Anschluß bildete ein zufällig in der Nähe gelegener „Trigonometrischer Punkt“ der Landesaufnahme (s. I. Teil, S. 8), dessen Höhe (41,9 m) mittels zweier Aufstellungen nach I übertragen wurde. Nachdem von I aus sämtliche erreichbaren Punkte beobachtet worden waren, wurde auf dem Wege über den Wechsellpunkt W_3 in II des Höhenmessers zum zweiten Male aufgestellt und die um diesen liegenden Bodenpunkte ihrer Höhe nach bestimmt.

Zur Nachprüfung der richtigen Uebertragung der Höhe hätte die „fortlaufende Einwägung“ (s. S. 55) zurückgeführt werden können; dies ist hier aber nicht geschehen. Das Feldbuch ergab im übrigen die nachstehend berechneten Höhen (s. S. 108).

Ueber die Eintragung der Lagemessung in einen gegebenen Lageplan, der durch Abzeichnung einer Katasterkarte für Abbil. 159 entstanden wäre, gilt auch hier wieder das oben Gesagte (s. S. 106).

Wie in einzelnen Fällen bei mehr kegelförmiger Geländeoberfläche zu verfahren ist, zeigt die Abbil. 160. Das Grundstück steigt in dem oberen Teile zu einer kleinen Anhöhe an, wie aus den Schichtenlinien in Abbil. 174 zu entnehmen ist. Die Geripplinien, vom Gipfelpunkte ausgehend, sind in der Richtung des stärksten Gefälles, also senkrecht zu den Schichtenlinien (s. S. 104) angeordnet

Flächen-Einwägung
zur Abbil. 159 und 171.

Bezeichnung		Entfernung s m	Lattenablesung		für Zwischen- und Seiten- punkte m	Höhen- unterschied		Des Punktes		Bemerkungen
des Punktes der fortl. Einwägung			für die fortlaufende Einwägung			Steigen (+)	Fallen (-)	Be- zeich- nung	Höhe m	
im Rückbl.	im Vorbl.		im Rückbl.	im Vorbl.						
1		2	3	4	5	6		7	8	
T. P.	W ₁	80	1,34	1,96			0,62	T. P.	41,90	Die Höhe des „trigonometrischen Punktes“ T. P. ist zu 41,9 m dem Meßtischblatte entnommen. (Standpunkt I. Zielhöhe: $h_z = 41,80 + 1,35 = 43,15$).
W ₁	W ₂	90	1,87	1,35		0,52		W ₁	41,28	
W ₂	W ₃	30	1,35	1,20	$h_z = 43,15$	0,15		W ₂	41,80	
								W ₃	41,95	Probe der Seitenpunkte: $43,15$ $\times 12$ $517,80$ $- 20,71$ $497,09$
	(1)				2,57			(1)	40,58	
	(2)				2,39			(2)	40,76	
	(3)				2,33			(3)	40,82	
	(4)				2,06			(4)	41,09	
	(5)				1,50			(5)	41,65	
	(6)				1,09			(6)	42,06	
	(7)				0,88			(7)	42,27	
	(12)				1,35			(12)	41,80	
	(11)				1,89			(11)	41,26	
	(10)				2,07			(10)	41,08	
	(9)				1,57			(9)	41,58	
	(8)				1,01			(8)	42,14	
					20,71				497,09	
					$h_z = 43,20$					
W ₃	(13)		1,25		0,95			(13)	42,25	(Standpunkt II. Zielhöhe: $h_z = 41,95 + 1,25 = 43,20$). Probe der Seitenpunkte: $43,20$ $\times 8$ $345,60$ $- 4,58$ $341,02$ Probe: 41,90 $+ 0,05$ 41,95
	(14)				0,70			(14)	42,50	
	(15)				0,42			(15)	42,78	
	(16)				0,15			(16)	43,05	
	(17)				0,40			(17)	42,80	
	(18)				0,71			(18)	42,49	
	(19)				0,77			(19)	42,43	
	(20)				0,48			(20)	42,72	
					4,58				341,02	
					4,56				4,58	
					0,05				0,05	
						0,67	0,62			
						0,05				

und in den Umringsgrenzen des Grundstückes festgelegt. Ihre Festlegung und auch die Art der Einmessung der Bodenpunkte, die hier nicht weiter durch Nummern unterschieden sind, ist in der Abbil. 160 gut erkennbar.

2. Aufnahme nach Längs- und Querschnitten.

Soll gleichzeitig mit der Aufnahme der Bodenpunkte die Lagemessung eines Grundstückes verbunden werden, z. B. weil kein Lageplan vorhanden ist, so wird, wie im I. Teile S. 60 eingehend auseinandergesetzt ist, eine Messungslinie als Abscissenachse mit rechtwinkelig abgehenden Ordinaten über die Fläche gelegt. Das Liniennetz ist so anzuordnen, daß die Ordinaten möglichst in der Richtung des stärksten Gefälles verlaufen, damit die auf ihnen ausgewählten Bodenpunkte

die Geländeformen scharf wiedergeben. Es dient gleichzeitig der Aufmessung der Grenzpunkte, die, soweit sie nicht in den Linien selbst liegen, von diesen

Abbildung 160.

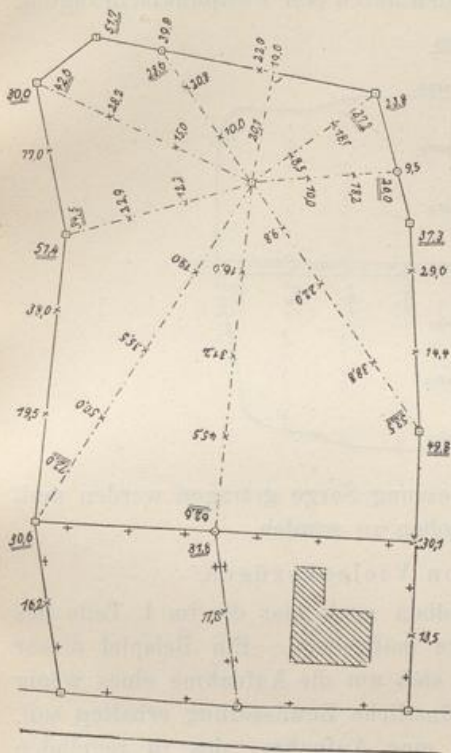
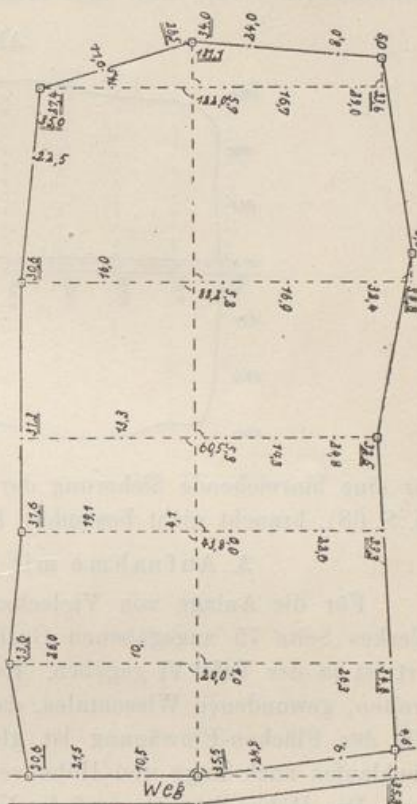


Abbildung 161.

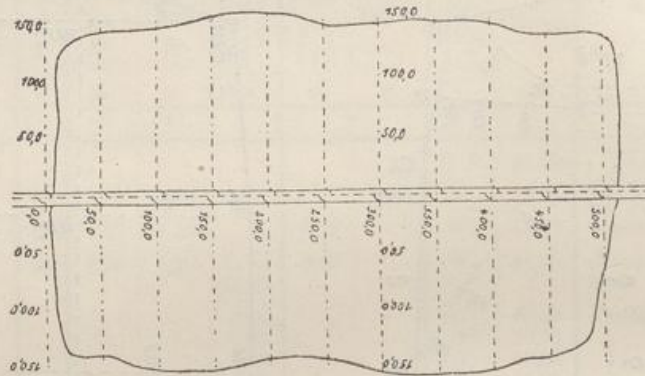


rechtwinkelig aufgenommen werden, siehe die Abbildung 161, wo einige Grenzpunkte wieder rechtwinkelig von den Ordinaten aus festgelegt sind. Der Abstand der Fußpunkte der Ordinaten, die mit Hilfe eines Winkelkopfes oder eines Spiegels oder Prismas (s. I. Teil, S. 21) abgesteckt werden, ist den Höhenverhältnissen sachgemäß anzupassen; im allgemeinen soll er nicht über 50 m betragen. Dies gilt auch für die Bodenpunkte in den Ordinaten. Bei ziemlich gleichmäßig verlaufenden Bodenformen können jedoch auf den Ordinaten die Punkte in gleichen Entfernungen angeordnet werden, je nach den Verhältnissen und der Größe der Schichtenhöhe (s. S. 101) in Abständen von 5 m, 10 m, 20 m, bis 50 m. Die Abbildung 162 stellt ein derartiges Gelände dar. Hier konnten die Ordinaten in 50 m Entfernung auf der Abszisse abgesetzt werden, da das Gelände fast gleichmäßig zu beiden Seiten des Weges abdacht, auf dem die Messungslinie abgesteckt wurde.

Die geschilderte Höhenaufnahme, die nichts anderes darstellt als die Einwägung nach „Längs- und Querschnitten“, eignet sich besonders für Flächen mit größerer Ausdehnung in der Längsrichtung und ist auch da am Platze, wo

Schichtenpläne für die Entwürfe langgestreckter Bauten*), wie Straßen, Eisenbahnen, Kanäle, Dämme, angefertigt werden, wie wohl hier meist eine Bearbeitung auf Grund von Höhenplänen des Längsschnitts und der Querschnitte stattfindet (s. S. 85). Daß auch in solchen Fällen durch eine Festpunktseinwägung

Abbildung 162.



für eine hinreichende Sicherung der Höhenmessung Sorge getragen werden muß (s. S. 68), braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden.

3. Aufnahme mit Hilfe von Vieleckszügen.

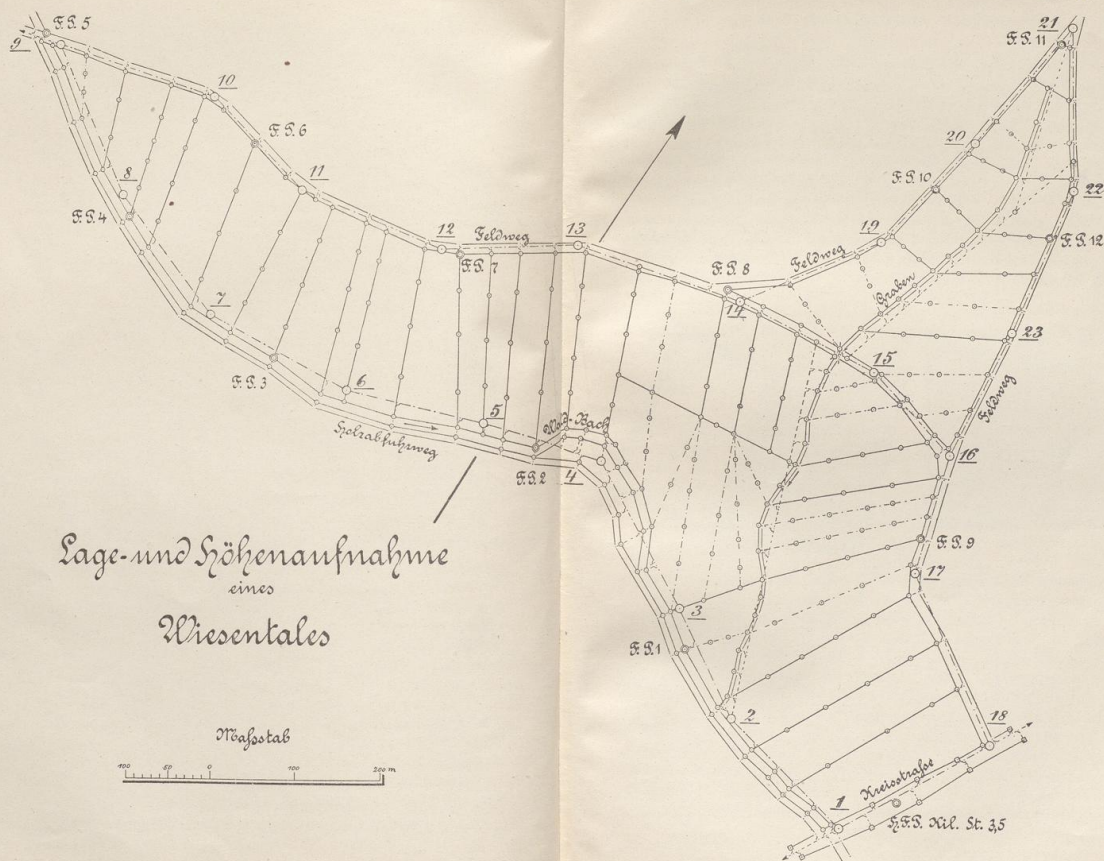
Für die Anlage von Vieleckszügen bleiben auch hier die im I. Teile des Werkes Seite 75 angegebenen Gesichtspunkte maßgebend. Ein Beispiel dieser Art ist in der **Tafel VI** gegeben. Es handelt sich um die Aufnahme eines wenig breiten, gewundenen Wiesentales, das eine künstliche Bewässerung erhalten soll. Mit der Flächen-Einwägung ist gleichzeitig eine Aufnahme des zu regelnden Bachlaufes nach Lage und Höhe verbunden.

Die Höhen konnten auf die Normal-Nullfläche bezogen werden, da ein Anschlußpunkt aus einer früheren Messung am Eingange des Tales auf der Kreisstraße Kil.-St. 3,5 gegeben war. Die Festpunktseinwägung wurde, siehe **Tafel VI**, an zwei das Tal begrenzenden Wegen als „Schleife“ (s. S. 70 und **Abbil. 115**) ausgeführt. Die Messung des Bachlaufes und eines kleinen Seitengrabens wurde durch Handrisse nach Seite 95 und **Abbil. 143** und 141 unterstützt. Die gebrochenen Linienzüge waren entweder nur durch entsprechende Längenmessung (s. I. Teil, S. 69 usw.) oder besser durch Strecken- und Winkelmessung (s. ebenda S. 75 usw.) festzulegen. Nach diesen Unterlagen ließ sich ein vollständiger Lageplan zeichnen, siehe I. Teil, Seite 133 und 158.

Wird, was auch bei kleineren Flächen sehr zu empfehlen ist, eine Abzeichnung der Katasterkarte den kulturtechnischen Entwürfen**) zugrunde gelegt, so sind die Zuglinien, ähnlich in dem größeren Beispiele I. Teil S. 178 usw. für die Zechenbahn, zwischen den Grenzen der Grundstücke einzumessen und in die

*) Siehe: Der Erdbau, von G. Schewior, Bd. XIII des Handbuchs des Bauingenieurs. Verlag Bernh. Friedr. Voigt, Leipzig.

**) Siehe: „Die Bodenmelioration“, Bd. VIII bis X der vorliegenden Sammlung. Von G. Schewior. Verlag Bernh. Friedr. Voigt, Leipzig.



Lage- und Höhenaufnahme
eines
Wiesentales

Maßstab
0 50 100 200 m

Karte unter Berücksichtigung des Papiereinganges einzutragen. Die oben genannte Festlegung der Linien untereinander kann dann selbstverständlich unterbleiben.

4. Aufnahme auf Grund der Katasterkarten.

Die Katasterkarten bilden insbesondere bei umfangreichen Flächenaufnahmen das einfachste Hilfsmittel, um die Lage der Bodenpunkte für die spätere Darstellung der Schichtlinien (s. S. 117) mit meist völliger Sicherheit festzulegen. Dies geschieht, wie schon aus dem früher Gesagten folgt, durch einfache Längenmessung längs der Grenzen von gegebenen Grenzpunkten aus, wobei vielfach das Abschreiten unter Berücksichtigung der Schrittlänge genügt, oder für allein stehende Punkte durch die rechtwinkelige Aufnahme von den Grenzlinien, wenn nicht besondere Messungslinien, namentlich in der Richtung der Geripplinien, angeordnet und zwischen den Grenzlinien eingebunden werden.

In der **Tafel VII** ist ein Teil der durch unterirdisch verlegte Tonröhren*) zu entwässernden Feldfläche in einer einfarbigen Abzeichnung der Katasterkarte

Abbildung 163.

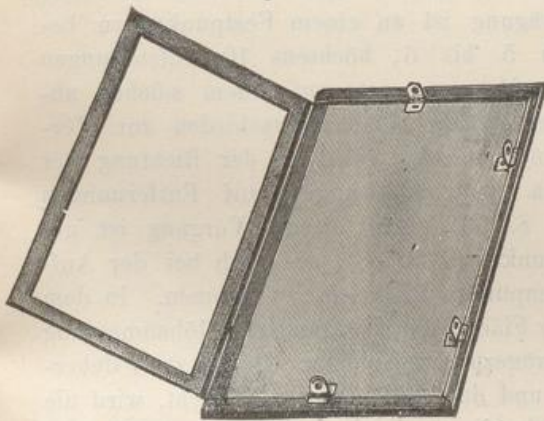
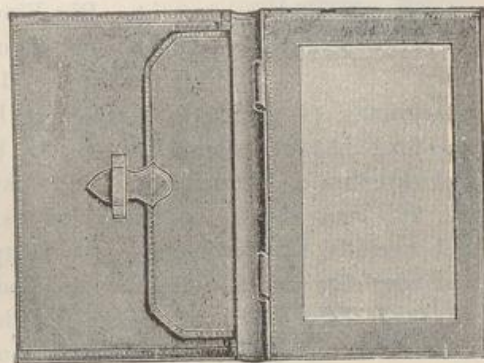


Abbildung 164.



gegeben. Das Gebiet wird von den Festpunkten 5 bis 7, 11, 12 und 4987 (Abbil. 119) umschlossen, deren Einwägung bereits auf S. 72 beschrieben ist. Die Bodenpunkte werden in der Oertlichkeit unter Verfolg der Geripplinien ausgewählt und eingemessen. Hierzu werden besonders angefertigte Abzeichnungen der Karte benutzt, die man für den Feldgebrauch in eine bequem zu handhabende Größe bringt. Man fertigt sie entweder in den Abmessungen 33 cm zu 42 cm, wo sie — in der Mitte geknickt — in einer Feldbuchmappe (Abbil. 163 und 164) Platz finden, oder weit besser in der Größe 50 cm $\times$ 67 cm, wenn ein Feldtisch nach Abbildung 165 zur Verfügung steht. Auch hier liegt immer nur die Hälfte der Zeichnung auf der Tischplatte offen, ein Knick des Zeichenblattes kann aber bei der eigenartigen Einrichtung der Platte nicht entstehen, siehe Abbildung 166. Die Zeichnung wird auf dem Tische durch einen Rahmen festgehalten, wobei eine Ledertuchdecke gegen Wind und Wetter Schutz gewährt (Abbil. 165).

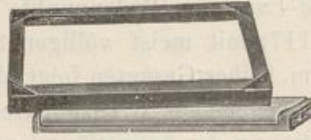
*) Siehe: Die Drainage, von G. Schewior. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt, Leipzig.

Der Vorgang der Messungen spielt sich überall in der Weise ab, daß der Leiter der Aufnahmen zunächst in Begleitung des Lattenträgers für einen passenden Flächenteil die Bodenpunkte aussucht, sie durch nummerierte Pfähle sichtbar macht und für den Lageplan festlegt, sodann die Höhenaufnahme

Abbildung 165.



Abbildung 166.



von Nummer zu Nummer vornimmt. Bei Flächeneinwägungen großen Umfangs bringt die Zusammenarbeit zweier Ingenieure oder Techniker bedeutende Vorteile.

Der Erfahrenere übernimmt die Auswahl der Punkte, weist den Lattenträger oder, wenn es mehrere sind, was in solchen Fällen den Fortgang der Arbeit wesentlich fördert, weist diese an und zeichnet die Punkte der Reihe mit den Nummern in den Plan ein, während am Instrumente der zweite Ingenieur oder Techniker die Ablesungen besorgt und etwa erforderliche Vermerke oder Berechnungen macht. Die Einwägung ist an einem Festpunkte zu beginnen und nach 5 bis 6, höchstens 10 Aufstellungen zur Sicherung der Messung stets auf einem solchen abzuschließen (s. a. S. 68). Dabei ist bei großen Höhenunterschieden zur Vermeidung häufiger Aufstellungen des Höhenmessers etwa in der Richtung der Schichtenlinien vorzugehen, weil dann noch Ablesungen auf Entfernungen bis 200 und 250 m möglich sind (s. S. 53). Auf diesen Vorgang ist gegebenenfalls bei der Anlage der Festpunkte (s. S. 68), wie auch bei der Aufeinanderfolge der auszuwählenden Bodenpunkte Rücksicht zu nehmen. In dem Beispiele **Tafel VII** ist für einen Teil der Fläche der Fortgang der Höhenmessung durch Eintragung des fortlaufenden Einwägezugs angedeutet. Damit stets Uebereinstimmung zwischen dem Beobachter und dem Lattenträger herrscht, wird die Nummer jedes 5. oder 10. Punktes durch ein verabredetes Zeichen, durch Pfiff oder durch Handhochheben, nachgeprüft.

Im Flachlande, wo meist geringe Höhenunterschiede vorkommen, kann die Arbeit der Lagemessung wesentlich durch die Verwendung einer Fernrohrwage mit Teilkreis und „entfernungsmessenden Fäden“ (s. S. 129 und 130, sowie Abbil. 186, 192 usw.) vereinfacht werden, wenn der Höhenmesser über einen mit der Abzeichnung der Katasterkarte übereinstimmenden Punkt, am besten Grenzstein, Grenzpfahl usw. gestellt und der Teilkreis nach einem anderen gleichfalls sicheren Grenzpunkte eingestellt wird, wie noch später bei dem Schnellmeß-Verfahren (s. Abschn. C. IV.) näher auseinandergesetzt werden soll. Die Lage der Punkte wird, da ihre Richtung und Entfernung vom Höhenmesser aus vermittelt werden, sehr einfach und für die Zeichnung der Schichtlinien stets genau genug erhalten.

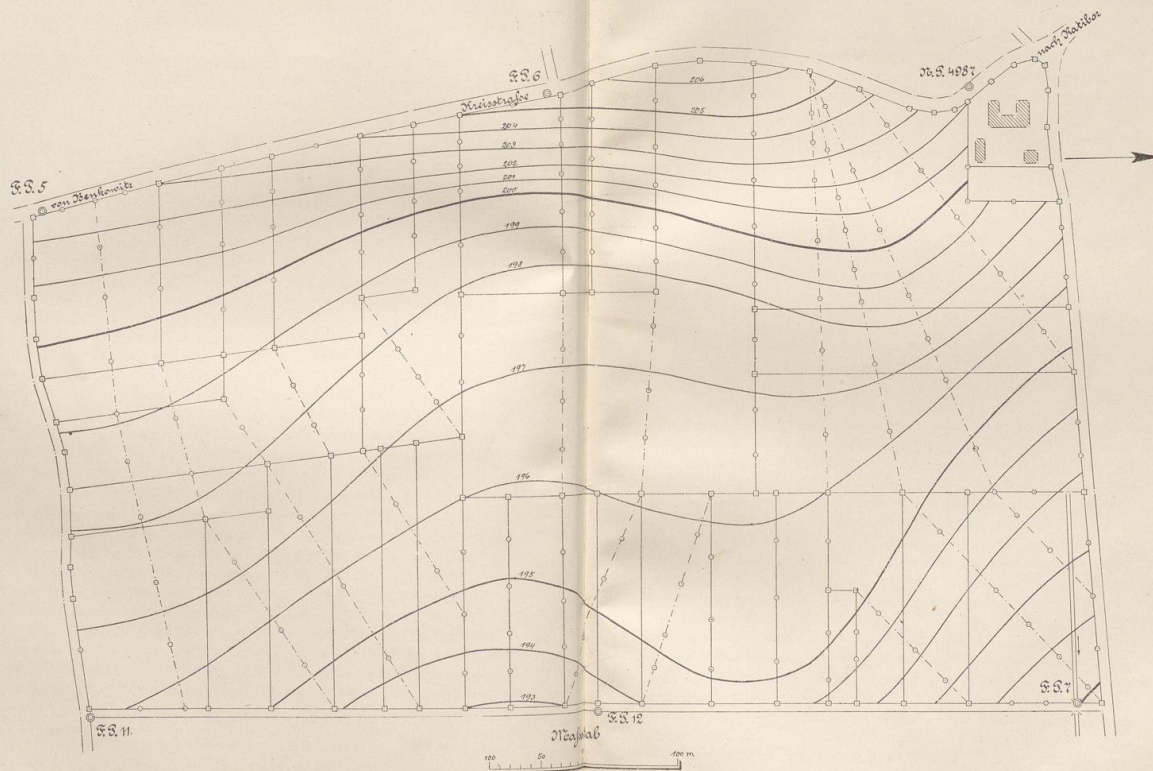
5. Aufnahme durch ein Quadratnetz.

Geben die Katasterkarten keinen genügenden Anhalt zur Einmessung der Bodenpunkte, etwa aus dem Grunde, weil nur großer Besitz vorliegt und daher



Flächen-Höhenaufnahme

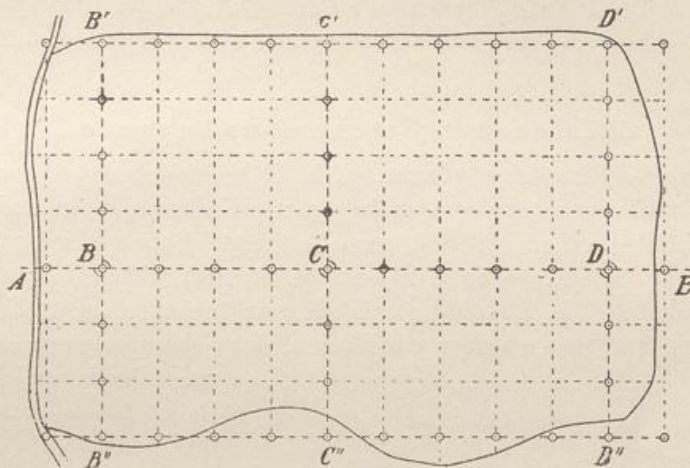
Nach Geripplinien



Schwior, Das Feldmessen II.

wenige oder unsichere Parzellengrenzen zur Verfügung stehen, dann bietet in der Regel ein Quadratnetz, ein die ganze Fläche bedeckender Linienrost mit quadratischer Maschenanordnung, ein sehr vorteilhaftes Mittel für die Lage- und Höhenaufnahme. Voraussetzung ist hierbei, daß das Gelände übersichtlich ist und einen gleichmäßigen Verlauf zeigt, wie dies z. B. bei ausgedehnten Wiesen-, Heide- und Moorflächen in Niederungen und auf Hochebenen häufig anzutreffen ist. Man steckt in der Längsrichtung der Fläche eine Gerade als Hauptlinie ab (s. Abschnitt F. A. II. 2 und I. Teil, S. 19), etwa A E in der Abbil. 167, teilt sie je nach der Länge der Netzseiten, die von den örtlichen Verhältnissen abhängt, von 5 zu 5 m, 10 zu 10 m, 20 zu 20 m oder mehr ein und errichtet in zwei

Abbildung 167.



oder besser in drei oder mehr passend liegenden Punkten mit Hilfe der Winkeltrommel oder des Prismas, bei erheblicher Breite der Fläche auch mit einem Theodoliten oder Schnellmesser (s. Abschnitt F. A. II. 4a) nach beiden Seiten Senkrechte (s. Abbil. 167 BB', BB'' usw.). Auf diesen werden gleichfalls die Maschenlängen von der Hauptlinie aus abgesetzt und durch die von A E gleich weiten Endpunkte B' C' D' bzw. B'' C'' D'' Gerade gelegt. Es entstehen die vier Rechtecke BB' C' C, BB'' C'' C, CC' D' D und CC'' D'' D, in denen noch B' C', C' D' bzw. B'' C'' und C'' D'', einzuteilen sind. Verbindet man die bezüglichen Teilpunkte in den Rechtecken, so ergeben die Schnitte die gesuchten Netzpunkte, die durch Nummerpfähle, aber ohne Grundpfahl (s. S. 76) für die Höheneinwägung sichtbar gemacht werden. Genügen an einzelnen Stellen die Netzpunkte zur scharfen Wiedergabe der Geländeformen nicht, so sind von den Netzlinien noch weitere Bodenpunkte durch rechtwinkligen Abstand festzulegen.

Das Quadratnetz ist insbesondere auch für die Einmessung von Gebäuden, Kulturgrenzen (s. I. Teil, S. 75), Wegen, Gräben, Bächen usw. sehr geeignet, dann von sonstigen bestehenden Anlagen oder Veränderungen, die etwa für den technischen Entwurf von Bedeutung sind.

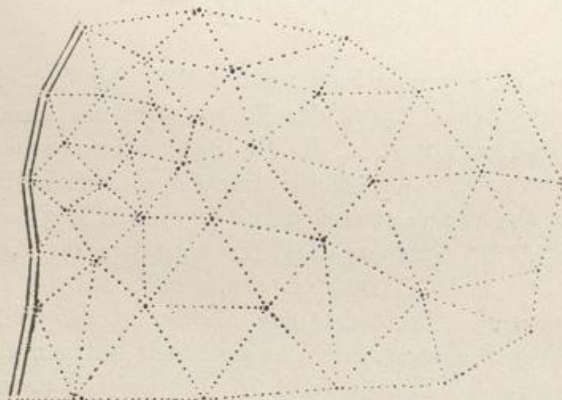
Eine größere Quadratnetz-Aufnahme ist in der **Tafel VIII** zu sehen. Die Messung bildet die Unterlage einer Wiesenverbesserung, die neben der Bewässer-

ung auch die stets notwendige Entwässerung vorsieht*). Die Hauptlinie A B konnte vom H. F. P. 5 (s. S. 61 und Abbil. 112 und 113) in der Richtung des das Gelände durchfließenden Bachlaufes abgesteckt werden. Der Rost überspannt die ganze Wiesenfläche, die zum größten Teile von Wegen, sonst von einem Walde begrenzt wird. Die Festpunkteinwägung, die an den H. F. P. 5 (siehe Seite 62) anschließt, geht in einer „Schleife“ an den Außengrenzen entlang, wo die Punkte entweder mit Grenzsteinen zusammenfallen oder durch Pfähle (am Bache) vermarktet sind. Von den Netzlinien, deren Schnittpunkte 40 m Abstand haben, werden außer den Umringsgrenzen auch verschiedene Einzelheiten, darunter Wasserlöcher, zutage tretende Sandflächen und einige Holzflächen eingemessen. Die Höhenaufnahme ging quer zwischen den Festpunktzügen vor sich, so daß nach 5 bis 8 Aufstellungen von Umringsgrenze zu Umringsgrenze stets ein An- und Abschluß der Höhenmessung auf den vorgesehenen Festpunkten möglich wurde.

6. „Genaue“ Flächeneinwägungen.

„Genaue“ Flächeneinwägungen, d. h. Höhenaufnahmen, die als einwandfreies Beweisstück etwa bei der Abrechnung von Erdbewegungen und dergleichen oder in Streitfällen gelten, müssen ganz bestimmte Punkte der Bodenoberfläche berücksichtigen. Die „Geripplinien“ (s. S. 104) bieten hierzu keinen genügenden Anhalt. Die Auswahl der Bodenpunkte ist so zu treffen, daß diejenigen Stellen, an denen offenbar ein Wechsel der Geländeneigung eintritt, durch

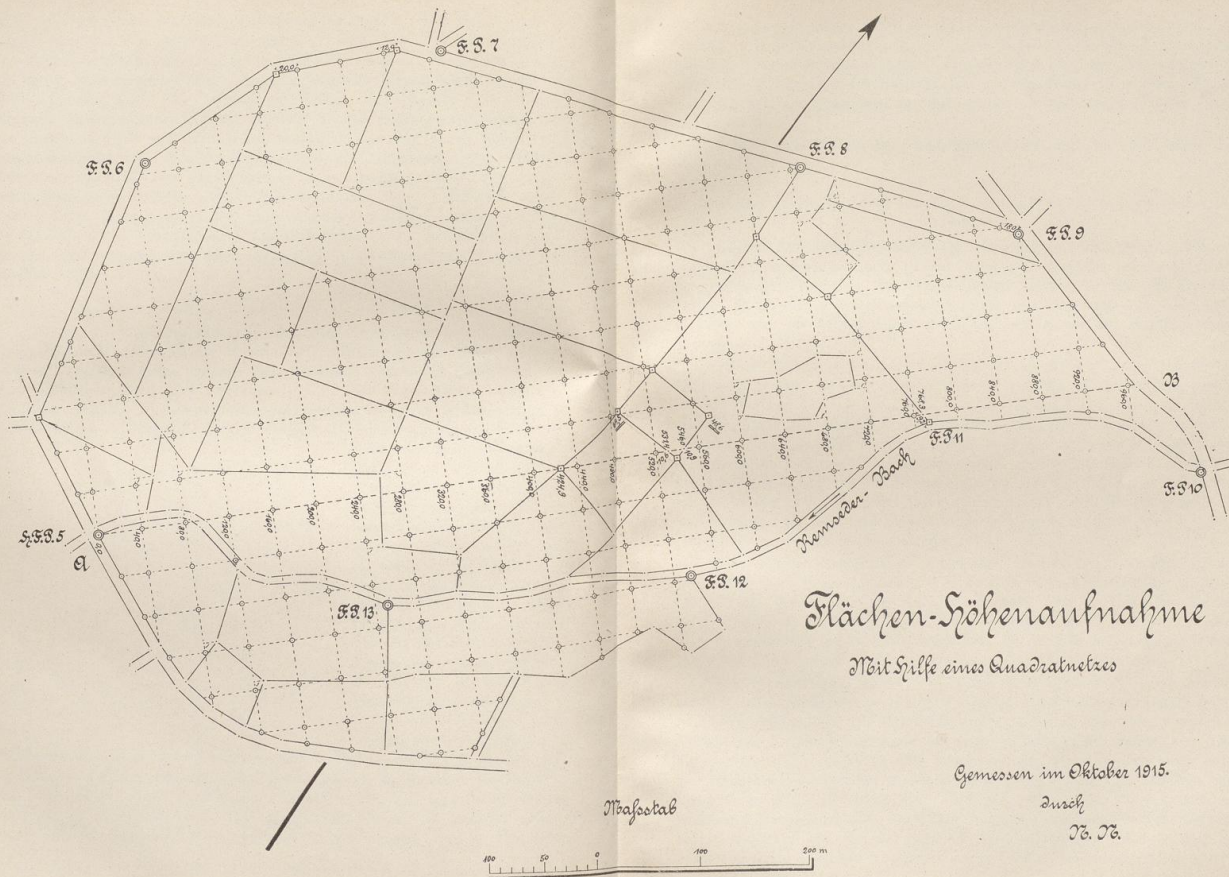
Abbildung 168.



einen Pfahl bezeichnet werden. Dabei ist so vorzugehen, daß drei benachbarte Punkte stets zu einem ebenen Dreieck verbunden werden können, das sich der Bodenoberfläche eng anschmiegt. Hierdurch wird die Geländefläche in zusammenhängende dreiseitige kleine Flächen, siehe Abbil. 168, zerlegt, die die Bodenformen im allgemeinen um so genauer wiedergeben, je dichter die ausgewählten Punkte liegen.

Dieses Verfahren nach „zerstreuten“ Punkten ist, wie leicht einzusehen, sehr zeitraubend und kostspielig; es kommt deshalb nur in besonderen Fällen, wie schon oben angedeutet, zur Anwendung. Die Messung der Lage erfolgt, soweit es sich um ein scharfes Ergebnis handelt, am besten nach den im I. Teile, S. 16 bis 121, angegebenen Regeln. In manchen Fällen wird auch die Katasterkarte herangezogen werden können, oder es wird eine

*) Siehe: „Die Bodenmelioration“ III. Teil, Band X des „Handbuches des Bauingenieurs“.



JUL 16

Fernrohrwage mit Teilkreis und entfernungsmessenden Fäden (s. Abschn. C. II. u. IV.) benutzt. Die Höhenmessung selbst ist stets doppelt auszuführen, sei es, daß aus zwei getrennten Aufstellungen beobachtet wird oder daß, was weniger zu empfehlen ist, die Lage des Höhenmessers auf dem Dreigestell etwas verändert und nach erneuter Einstellung der Röhrenwage die Ablesung Punkt für Punkt wiederholt wird.

Ueber Anschluß- und Festpunkteinwägung gilt auch hier das früher Gesagte (s. S. 60 usw.).

7. Aufnahmen im Walde oder durch Buschwerk unübersichtlichen Gelände.

Gewisse Schwierigkeiten bieten die Messungen in einem Gelände, das mit Wald oder Buschwerk bestanden ist und dadurch die Auswahl und die Aufnahme der Bodenpunkte behindert. Die Schwierigkeiten nehmen zu, wenn die Katasterkarten infolge ausgedehnten Grundbesitzes in den Parzellengrenzen nur einen geringen oder gar keinen Anhalt gewähren, was gerade bei Waldflächen oft vorkommt.

Solche Verhältnisse erfordern die Anordnung einer größeren Anzahl von Längseinwägungen, die in der Hauptrichtung der Fläche und bei starkem Gefälle in der Richtung der Schichtenlinien in Quer-Abständen von wenigen hundert Metern geführt und weitestens alle Kilometer durch Haupt-Querzüge zu einem festen Rahmen ausgestaltet werden. Man folgt den vorhandenen Wegen oder geht durch die Lichtungen und bestimmt dabei so viel Bodenpunkte, als es von der jeweiligen Aufstellung des Höhenmessers möglich ist. Die weiteren Geländepunkte werden nach Lage und Höhe von besonderen Zügen oder Messungslinien aufgenommen, die man nach Bedarf zwischen einzelne Aufstell- oder Wechselpunkte der Hauptzüge (s. u.) einbindet.

Den örtlichen Verhältnissen entsprechend werden zur Aufnahme in der Regel gebrochene Messungslinien, „Vieleckszüge“, in Betracht kommen, deren Längen und Winkel für die Hauptzüge nach dem I. Teile des Werkes Seite 75 usw. zu bestimmen sind. Die Brechpunkte der Vieleckszüge werden je nach den Umständen in Entfernungen bis 100 m, 200 m und 300 m vorgeesehen und durch Grund- und Nummerpfähle (s. S. 76) vermarktet.

Die Winkelmessung erfolgt bei entsprechend kürzeren Strecken vielfach mit Hilfe eines Kompasses (s. I. Teil, S. 80), der auf der Fernrohrwage befestigt wird (Abbil. 195 u. 196). Die unmittelbare Längenmessung kann dabei mit großem Vorteile durch einen Höhenmesser mit entfernungsmessenden Fäden (s. S. 130) im Fernrohr, siehe Abbildung 185, ersetzt werden, wie denn überhaupt unter den fraglichen Verhältnissen Fernrohrwagen in Verbindung mit Teilkreis oder Kompaß von großer Bedeutung sind. Dies gilt natürlich nur für Gegenden mit geringen Höhenunterschieden. Im Gebirge ist der Anwendung der Fernrohrwage bald eine Grenze gesetzt; hier wird ein „Schnellmesser“ mit beliebig geneigter Ziellinie, siehe den Abschnitt C. „Das Schnellmessen“, stets wesentlich bessere Dienste leisten.

Falls die Winkelbeobachtung und die mittelbare Längenbestimmung der Vieleckszüge mit der Höhenmessung verbunden werden kann, also bei Benutzung eines „Schnellmessers“ nach Abbil. 186 bis 195, wird dieser (s. Teil I, S. 106 usw.) über den Brechpunkt (Grundpfahl) des Vieleckszuges gestellt, worauf die einzelnen Messungen stattfinden. Die Höhe des Grundpfahles selbst, der zum Anschlusse der früher genannten Querszüge dient, wird aus der „Zielhöhe“ nach Abschn. C. V. abgeleitet, indem man den Abstand vom Pfahlkopfe bis zur Mitte des Fernrohrs unmittelbar an einer dicht ans Instrument gestellten Höhenlatte abliest. Sehr bequem ist hierzu die für die „Schnellmesser“ von den Werkstätten Breithaupt & Sohn in Cassel geschaffene Einrichtung nach Abbil. 222. Wird die Höhenmessung für sich getrennt mit Hilfe einer gewöhnlichen Fernrohrwage durchgeführt, dann sind die Vieleckspunkte möglichst als Wechsellpunkte zu benutzen.

In der **Tafel IX**, die die Höhenaufnahme für eine Parkanlage klarstellt, würde nach den obigen Ausführungen die erste Aufstellung über $\odot 1$ erfolgen, nachdem etwa vorher der Anschluß an die Normal-Nullfläche herbeigeführt worden ist. Die Messung beginnt mit der Winkelbeobachtung, siehe hierzu I. Teil, Seite 118 und Abschn. C. IV. 1., also nach den Punkten $\odot 2$ und $\odot 27$, sodann mit den Latten-Ablesungen für die Ermittlung der Längen der Zugseiten nach Abschn. C. V. a. Hieran schließt sich die Höhenaufnahme für die fortlaufende Einwägung von Wechsellpunkt zu Wechsellpunkt und für die erreichbaren Geländepunkte, deren Lage zum Standpunkte gleichfalls durch Winkel- und Lattenbeobachtung (siehe Abschn. C. IV. 5.) festgelegt werden.

Die Messungsergebnisse werden entweder in das Einwäge-Feldbuch eingetragen, dessen Vordruck gegebenenfalls entsprechend abzuändern ist, oder in das Muster der Schnellmeß-Aufnahme nach Seite 177, wo l_m (Sp. 4) als Ablesung für die Einwägung gilt (s. S. 178 oben).

Sind Lage und Höhe der Vieleckspunkte bestimmt, hierdurch also ein fester Rahmen gegeben, dann werden nach Bedarf und der Oertlichkeit entsprechend Messungslinien zwischen den als Festpunkte geltenden Vieleckspunkten oder zwischen Grenzpunkten gelegt und von ihnen weitere Höhenaufnahmen ausgeführt. Da es sich auch wieder in der Regel um gebrochene Linienzüge handelt, siehe auf **Tafel IX** die zahlreichen Querszüge, sind die gleichen Maßnahmen, wie vor, zur Festlegung der Brechpunkte zu treffen.

In Lagen mit starkem, jedoch ziemlich gleichmäßigem Gefälle können oft mit hinreichender Genauigkeit Meßband-Kompaßzüge in Verbindung mit einem einfachen Höhenwinkelmesser zur Anwendung gelangen. Solche Aufnahmen enthält der östliche Teil der **Tafel IX**. Die Züge bewegen sich zwischen den Haupt-Einwägungen, wobei die magnetischen Richtungswinkel (s. I. Teil, S. 88) und die Höhenwinkel (s. I. Teil, S. 44) für jede Meßbandlänge (20 m oder 10 m) ermittelt werden (s. S. 182 und Abbil. 227). Die Endpunkte des auf dem Boden flach aufliegenden Meßbandes werden gewöhnlich nicht vermarkt; höchstens dort, wo der eine oder andere Kompaßpunkt (s. I. Teil, S. 157) den An- oder Abschluß der Züge niederer Ordnung bildet, siehe z. B. in **Tafel IX** die Kompaßpunkte 340, 351 und 357.



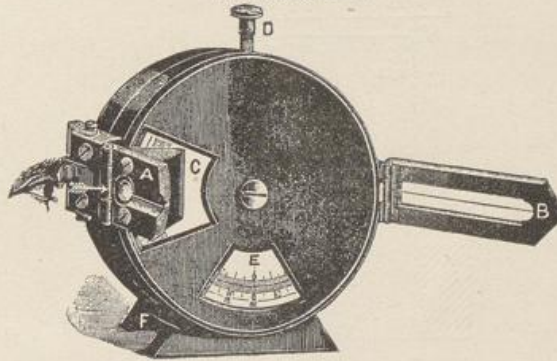
Höhenaufnahme zur Anlage eines Parks.



Schewior, Das Feldmessen II.

Für die Ermittlung der Richtungswinkel und der Höhenwinkel ist der schon im Teile I des Werkes, auch in seinem Gebrauche näher beschriebene „Schmalkaldersche Kompaß“, siehe dort Abbil. 191, und der Höhenwinkelmesser von Brandis, ebenda Abbil. 130, geeignet. Eine Verbindung beider Instrumente zeigt die Abbil. 169. Mit Hilfe der Höhenwinkel werden für die Darstellung des Schichtenplanes sowohl die erforderlichen wahren Entfernungen der einzelnen Meßbandenden, also der Kompaßpunkte, wie auch ihre Höhenunterschiede berechnet, worauf Seite 182 noch näher eingegangen wird.

Abbildung 169.



In wenig zugänglichen, stark mit Holz bewachsenen Lagen, wo selbst 20 m und 10 m lange Kompaßstrécken undurchführbar sind, können schließlich Setzwage und Richtscheit, siehe Seite 7, wieder ein vorteilhaftes Hilfsmittel sein, sofern mit einem Kompaß, den man auf dem Richtscheit befestigt, die Abweichung des Richtscheites gegen Magnetisch-Nord (s. I. Teil, S. 88) ermittelt wird. Dieses Verfahren hat zudem den Vorteil, daß sofort im Felde auch die Höhenunterschiede bestimmt werden. Durch Handriß nach S. 10 und Abbil. 10, die durch Angabe der jeweiligen magnetischen Richtungswinkel ergänzt werden, ist die Lage- und Höhenmessung dieser Züge mit nur 3 m oder 4 m Seitenlänge sicher zu stellen. Auf Tafel IX ist im östlichen Teile eine solche Aufnahme vorgenommen worden, aber dort nicht angegeben. Bei diesen Querszügen sind der Anfangs- und Endpunkt in dem übergeordneten Zuge auch durch Pfählchen kenntlich zu machen.

Die Messungen mit Setzwage und Richtscheit sind naturgemäß sehr zeitraubend und mühsam, können aber durch die örtlichen Verhältnisse vorgeschrieben sein.

c) Zeichnung der Höhen- oder Schichtenlinien.

Sobald die Höhen aller Bodenpunkte im Einwägebuche berechnet sind, wird zunächst nach den im Felde gewonnenen Unterlagen der Lageplan angefertigt, oder es werden die eingemessenen Punkte, falls eine Abzeichnung der Katasterkarte oder sonstige Pläne zur Verfügung standen, in diese eingetragen.

Die Herstellung neuer Lagepläne ist bereits im I. Teile unter dem Abschnitte F eingehend behandelt worden, ebenso ist dort Seite 177 über die Eintragung von Lagemessungen in vorhandene Karten, auch mit Berücksichtigung des Papiereinganges, das Erforderliche zu finden. Hiernach werden für die Aufnahme nach Abbil. 170 zwischen den Grenzpunkten (3) und (5) bzw. (4) und (6), deren Höhen auch gemessen sind, die Bodenpunkte (7) bzw. (8) mit Hilfe der Längenmaße 14,6 bzw. 12,4 gemäß Abbil. 158 eingeschaltet. Für Abbil. 171 sind neben der Einzeichnung der Zwischenpunkte in den Umringsgrenzen und

der Linie (2) (7) (16) auch die in letzterer liegenden Geländepunkte nach dem Feldbuch Abbil. 159 festzulegen. Das Gleiche gilt von der Abbil. 174, deren Bodenpunkte der Messung nach Abbil. 160 entsprechen.

Abbildung 170.

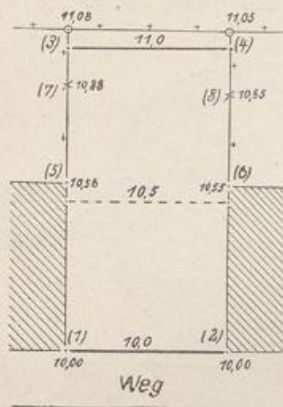
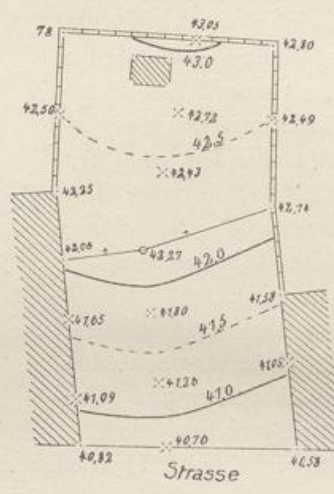


Abbildung 171.



Die Hilfs- und Geripplinien (s. S. 104), z. B. (2) (7) (16) in Abbil. 159, werden im Lageplane (Abbil. 171) nicht besonders kenntlich gemacht; man zieht sie für die Eintragung in Blei aus und entfernt sie nach dem Gebrauch mit Gummi. Dies trifft auch für die Linien der Flächeneinwägungen auf grund von Längs- und Querschnitten (Abb. 161) und von Quadratnetzen (Tafel VIII) zu, wenn nicht etwa für spätere Absteckungen wenigstens die Hauptlinien eine farbige Auszeichnung erfahren, siehe I. Teil, Seite 159.

Ob Vieleckszüge nach Koordinaten (s. I. Teil, S. 150) aufgetragen werden oder nach einem der einfachen Verfahren (s. ebenda S. 133 und 154), hängt ganz von der Genauigkeit ab, die an die Aufnahme zu stellen ist. Die untergeordneten Querzüge (s. S. 116 und Tafel IX), besonders die Meßband- und Meßlatten-Kompaßzüge (s. S. 117) werden jedoch in der Regel auf Pauspapier mit Hilfe von Voll- oder Halbkreis-Strahlenziehern (Winkelzeichnern, siehe I. Teil, S. 133) aufgetragen und in dem Lageplan zwischen die übergeordneten Züge eingepaßt. Hierbei können unter Umständen die auftretenden Abweichungen nach den Regeln im I. Teile (siehe Abbil. 154) beseitigt werden. Die Geländepunkte, deren Lage nach Art des Schnellmessers (s. S. 129 und 166) durch Richtung und Abstand bestimmt ist, werden gleichfalls mit einem Strahlenzieher, hierüber siehe Seite 186, aufgezeichnet.

Die Bodenpunkte werden im Lageplan durch kleine Kreise $\circ$, liegende Kreuze $\times$, oder stärkere Punkte $\cdot$ in schwarzer Tusche hervorgehoben, wenn sie nicht mit Grenzsteinen oder anderen Grenzpunkten zusammenfallen, für welche besondere Zeichen vorgeschrieben sind, siehe I. Teil, S. 62. Mit der Einzeichnung der Punkte wird der Lageplan nach den etwa im Felde vorgefun-

denen Veränderungen ergänzt, wozu neu entstandene, nicht in den Karten befindliche Gebäude, Kulturgrenzen, Wegeanlagen, Gräben, ferner Wasserlöcher, Gruben aller Art, steile Böschungen, Bodenstufen und technische Einzelheiten, wie Wehre, Schleusen, Unterleitungen, Durchlässe und dergl. zu verstehen sind. Für letztere, wie auch für Böschungen, Bodenstufen, Gruben und Wasserlöcher*) sind in der Abbil. 172 und 172a einfache Zeichen angegeben. Dabei wird auch auf die Abbil. 154 bis 156 im I. Teile des „Feldmessens“ verwiesen. Die Wiedergabe der Zeichen geschieht allgemein in schwarzer Farbe.

Wie die Auszeichnung der Lagepläne in sonstiger Hinsicht zu erfolgen hat, ist im I. Teile, Abschnitt F. V., nachzulesen, siehe hierzu die besonderen Bestimmungen auf den Gebieten des Bauingenieurwesens in den Anm. Seite 100 aufgeführten Bänden des vorliegenden Handbuches.

Abbildung 172.

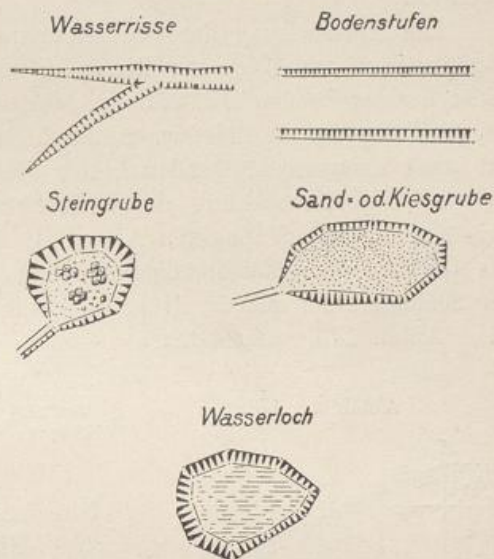
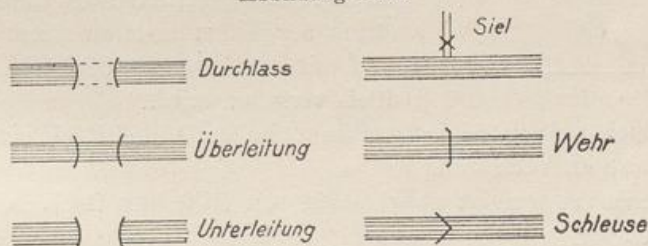


Abbildung 172a.



Nachdem der Lageplan auf grund der Feldaufnahmen vervollständigt worden ist, werden die Höhenzahlen dem Einwägebuche entnommen und an die Bodpunkte in brauner (Sepia) Tusche geschrieben. Damit sind die Unterlagen für die nun folgende Darstellung der „Höhen- oder Schichtenlinien“ gegeben.

Die Aufgabe, die immer wiederkehrt, besteht darin, eine Gerade, deren Endpunkthöhen bekannt sind, so zu teilen, daß die Teilpunkte den gesuchten Höhen der Schichtenlinien entsprechen. Die Abstände der einzelnen Schichten, die Schichtenhöhen, sind dabei, wie schon auf Seite 101 gesagt wurde, je nach den Höhenverhältnissen und dem Maßstabe des Lageplanes verschieden. Für technische Zwecke wird ein Abstand von 2 zu 2 m wohl die weiteste Abmessung darstellen. In der Regel sind Schichtenhöhen von 1 m, selten von 0,5 m, bei kulturtechnischen Entwürfen auch von 0,25 m, 0,2 m und 0,1 m im Gebrauch.

*) Die Wasserfläche kann zwischen den Schraffen blau gefärbt werden.

Die Einschaltung der Teilpunkte wird grundsätzlich nur zwischen Bodenpunkten vorgenommen, deren Verbindungslinie in der Richtung des stärksten Gefälles verläuft, die also insbesondere in „Geripplinien“ liegen, auf deren Aufsuchung bei der Höhenaufnahme (s. S. 104) stets das größte Gewicht zu legen ist.

Die Einschaltung der Schichtpunkte erfolgt in der Regel unmittelbar im Lageplan auf dem Wege der Rechnung oder weit rascher unter Benutzung eines leicht herzustellenden Hilfsmittels, oder aber auf Grund von Querschnitts-Zeichnungen, falls die Geländeformen durch Bodenpunkte auf „Geripplinien“ oder auf sonst zusammenhängenden Linien dieser Art zur Aufnahme gelangen.

α) Die Einschaltung durch **Rechnung** geht von der Annahme aus, daß zwischen zwei Bodenpunkten A und B, deren Höhen h_a und h_b gegeben sind, das Gelände eine gleichmäßige Neigung hat. Wird die Lage eines Punktes C der Schichtenlinie mit der Höhe h_c gesucht, so ist folgende Verhältnisgleichung, siehe Abbil. 173, aufzustellen:

$$s : S = (h_a - h_c) : (h_a - h_b),$$

woraus

$$s = \frac{h_a - h_c}{h_a - h_b} \cdot S$$

berechnet wird.

Hierbei ist s der von A, allgemein stets der vom oberen Punkte geltende wagerechte Abstand des gesuchten Punktes C, der im Lageplan abgetragen und durch einen Nadelstrich bezeichnet und mit einem Kreise in Blei und mit der Anschrift der Höhe, gleichfalls in Blei, versehen wird.

Wären noch weitere Schichtpunkte zwischen A und B einzuschalten, so ist in gleicher Weise zu verfahren.

Die Berechnung erfolgt zweckmäßig mit Hilfe des Rechenschiebers (siehe I. Teil, S. 214).

In Abbil. 170 (s. hierzu auch Abbil. 158) ist zwischen (4) und (8), deren Höhen 11,05 m und 10,85 m betragen, die Schichtenlinie 11,0 m eingeschaltet.

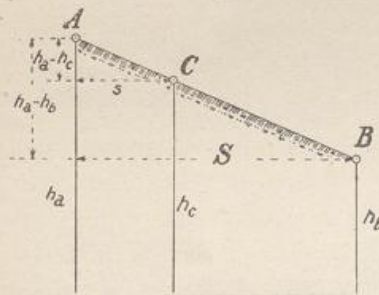
Es ergab sich für den Schichtpunkt 11,0:

$$s = \frac{11,05 - 11,0}{11,05 - 10,85} \cdot 8,6 = \frac{0,05}{0,20} \cdot 8,6 \\ = 2,15 \text{ m,}$$

worauf s von (4) aber in der Linie (4) (8) abgesetzt wurde.

Wird auch zwischen den Bodenpunkten (3) und (7) der Schichtpunkt bestimmt, und werden die beiden Punkte miteinander verbunden, so erhält man die „Höhen- oder Schichtenlinie“ 11,0, auf entsprechendem Wege auch die „Schichtenlinie“ 10,5 und 10,0 durch Verbindung der gleichen Höhen-Punkte 10,0 bei (1) und (2). Die Schichtenlinien bilden hier wegen der gleichmäßigen Abdachung nach dem Wege (siehe die Angaben Seite 106) gerade Linien mit einer Schichtenhöhe $a = 0,5 \text{ m}$ (s. S. 101).

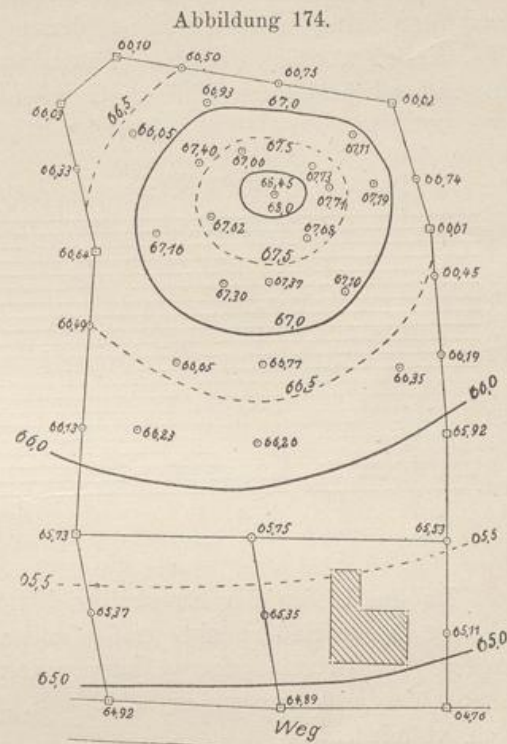
Abbildung 173.



Einen etwas gekrümmten Verlauf der Höhenlinien, die gleichfalls durch rechnerisches Einschalten erhalten werden, zeigt die Abbildung 171 mit der Einmessung der Punkte nach Abbildung 159. Die Schichtenhöhen haben ebenfalls einen Abstand von 0,5 m.

Bei stark gewundenen Höhenlinien, wie sie z. B. in der Abbil. 174 (s. hierzu Abbil. 160) zu sehen sind, ist auf eine flüssige Führung der Linien zu achten.

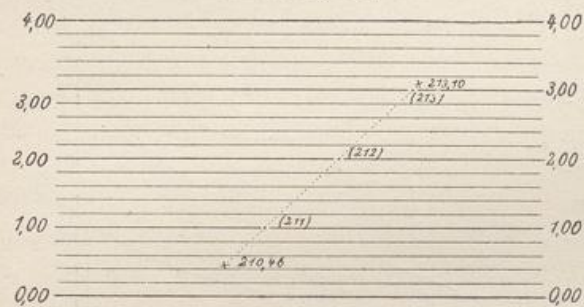
β) Bei umfangreichen Flächen-einwägungen ist die Verwendung der folgenden die Arbeit sehr fördernden **Hilfsmittel** zu empfehlen. Man zeichnet auf einem Blatt Pauspapier oder Pausleinen (s. I. Teil, S. 162) ein rechtwinkliges Dreieck, dessen eine Kathete in gleiche Teile geteilt ist und verbindet die Teilpunkte mit der gegenüberliegenden Dreiecksspitze nach Abbil. 175. Dieser „Verhältnismaßstab“ wird so auf den Lageplan gelegt, daß die geteilte und mit passenden Ziffern versehene Kathete parallel zur einzuteilenden Linie verläuft, zu der noch einige gleich verlaufende Hilfsstriche gezogen werden. Durch Verschieben bringt man die Linienteilung mit den Höhenzahlen der beiden Geländepunkte (hier 213,60 und 212,43) in Uebereinstimmung und überträgt durch Stiche mit einer Zeichennadel (siehe



Maßstabslinien 2,50, 3,00 und 3,50 die gesuchten Schichtpunkte (212,5) bzw. (213,0) bzw. (213,5), die man auf den Lageplan durchsticht. Die Bezifferung des Verhältnismaßstabes richtet sich, wie leicht einzusehen ist, nach dem Abstände der Schichtenlinien und ist hiernach einzurichten.

In der nämlichen Weise benutzt man eine Schar gleichverlaufender und entsprechend bezifferter Linien, die ebenfalls auf Pauspapier oder Pausleinen gezogen werden, siehe Abbil. 176.

Abbildung 176.

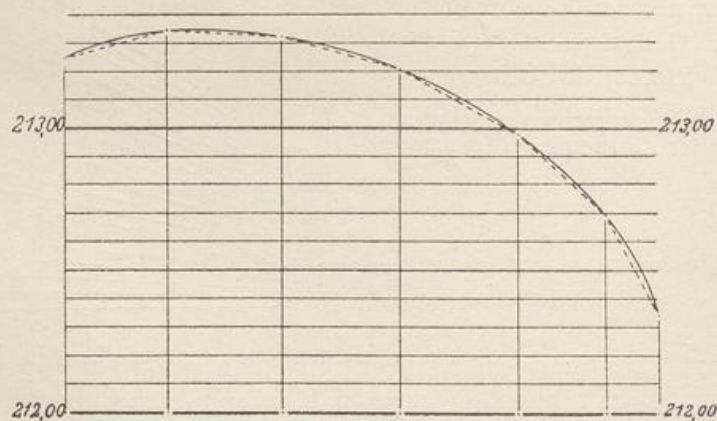


Die „Einschalttafel“ wird mit der Bezifferung, hier 0,00, 1,00 usw., auf die Höhe des einen Endpunktes (hier 210,46) der Verbindungsgeraden der beiden Geländepunkte gelegt und um diesen gedreht, bis die Höhe des anderen Geländepunktes abgelesen wird, hier 213,10. Die gesuchten Schichtpunkte 211 m, 212 m und 213 m werden, wie oben, auf den Lageplan mit einer Zeichennadel übertragen.

Da die Linien der Einschalttafel möglichst winkelrecht die Verbindungslinie der beiden Bodenpunkte treffen sollen, empfiehlt es sich, je nach den Umständen Pausen mit engeren oder weiteren gleichlaufenden Linien bereit zu halten; hierdurch werden zu schräge Schnitte, die die Genauigkeit beeinträchtigen, vermieden.

γ) Es ist unschwer einzusehen, daß die geradlinige Einschaltung (s. S. 120) der Schichtenpunkte auf dem Wege der Rechnung oder mit Unterstützung der Hilfsmittel nach Abbil. 175 und 176 nur dann zu zutreffenden Ergebnissen führt, wenn die Verbindungsgerade zweier Geländepunkte auf ihrer ganzen Strecke mit

Abbildung 177.



der Bodenoberfläche zusammenfällt, was unter Umständen sehr zahlreiche Punkte voraussetzen würde. Eine verhältnismäßig scharfe Wiedergabe der Bodenformen

läßt sich aber auch bei einer beschränkten Anzahl von Geländepunkten ermöglichen, wenn letztere auf „Geripplinien“ liegen oder im Lageplan zu Punktreihen auf geraden oder schwach gekrümmten Linien vereint werden können, die dem stärksten Gefälle (s. S. 101) folgen. Es werden die Geländepunkte gemäß Seite 82 in **Höhenschnitten** zur Darstellung gebracht, wobei die „Geländelinie“ (s. S. 83) nicht geradlinig von Punkt zu Punkt zu verbinden ist, siehe Abbil. 177 die punktierte Linie, sondern in einer den Höhen angepaßten, leicht geschwungenen Linie, in Abbil. 177 voll ausgezogen, verläuft. Aus den so entstandenen Höhenzeichnungen werden die Schnitte der den Schichtenhöhen entsprechenden Wagerechten und der Geländelinie als Schichtpunkte in den Lageplan übernommen.

Für die Auftragung der Höhenschnitte benutzt man gleichweit verlaufende Linien (Abbil. 177), deren Entfernung so zu wählen ist, daß je nach dem Höhenabstände der Schichtenlinien noch Zentimeter oder Dezimeter gut geschätzt werden können. Sehr zweckmäßig ist das schon erwähnte Millimeterpapier (s. S. 83) mit 1 mm oder 2 mm Maschenweite; auch das gewöhnliche Schreibpapier mit sich kreuzenden schwachblauen Linien ist verwendbar. Die Höhenbezeichnung wird passend gewählt.

δ) Sobald auf dem Lageplan durch Einschaltung eine hinreichende Menge von Schichtenpunkten gezeichnet ist, die, wie schon Seite 120 gesagt wurde, grundsätzlich nur in der Richtung des stärksten Gefälles zu suchen sind, wird durch Verbindung der Punkte gleicher Höhe der „**Schichtenplan**“ fertiggestellt.

Abbil. 178.



Abbildung 179.



Die Linien werden am besten mit einem weichen Bleistift (Faber 2) gezogen, wobei auf einen stetigen, flüssigen Zug zu achten ist, auch wenn ab und zu kleinere Abweichungen von den eingezeichneten Punkten vorkommen sollten. Nur wo natürliche oder künstliche Anschnitte oder Erdbauten die Bodenoberfläche durchkreuzen, können erhebliche Knicke in den Schichtenlinien verursacht werden.

Die weitere Auszeichnung der Schichtenlinien geschieht gemäß den Bestimmungen des Zentralkontrollamtes der Vermessungen, s. I. Teil, Anhang, Seite 228, in brauner Farbe (Sepia). Dabei werden die Linien tunlichst in Gruppen von fünf zu fünf Schichten dergestalt zusammengefaßt, daß je für die fünfte Schicht stärkere, je für die zwischenliegenden vier Schichten feinere Linien verwendet werden. Das Ziehen wird am einfachsten mit Hilfe von „Schichtenziehfedern“ (Abbil. 178) aus freier Hand entlang den Bleilinen vorgenommen. Die Stichpunkte auf dem Lageplan bleiben, im Gegensatz zu den Grenzpunkten, s. I. Teil, S. 159, unbeachtet und dürfen mit Farbe bedeckt werden. Die Höhenzahlen werden den Schichtenlinien in der Regel ohne Beifügung der Maßbezeichnung (m) und zwar gleichfalls in brauner Farbe (Sepia) an geeigneter Stelle beigeschrieben. Nach Fertigstellung des Schichtenplanes werden die Blei-Bezeichnungen und -Linien entfernt.

Wie in einzelnen Fällen die Zeichnung und Bezifferung der Schichten- oder Höhenlinien zweckmäßig durchzuführen ist, wird in der umstehenden Abbil. 179 angegeben.

Die Abbil. 179 enthält Schichtenlinien von 5 m zu 5 m (unter a), die für technische Zwecke wohl selten in Betracht kommen. Häufiger sind Höhenabstände von 2,5 m und 2 m unter b. bzw. c. anzutreffen, wenn nicht ein großer Maßstab des Lageplanes Schichtenlinien von 1 m zu 1 m unter d. vorschreibt. Sollen noch Zwischenlinien von 0,5 m eingeschaltet werden, so ist die gestrichelte Auszeichnung derselben unter e. zu wählen. In Gegenden mit geringem Gefälle sind, besonders für kulturtechnische Arbeiten, Schichtenpläne mit 0,25 m und 0,2 m, auch wohl mit 0,1 m Höhenabstand gemäß der Abbil. 179 unter f. und g. bzw. unter h. zu zeichnen.

d) Flächeneinwägung durch Aufsuchen gleichhoher Geländepunkte.

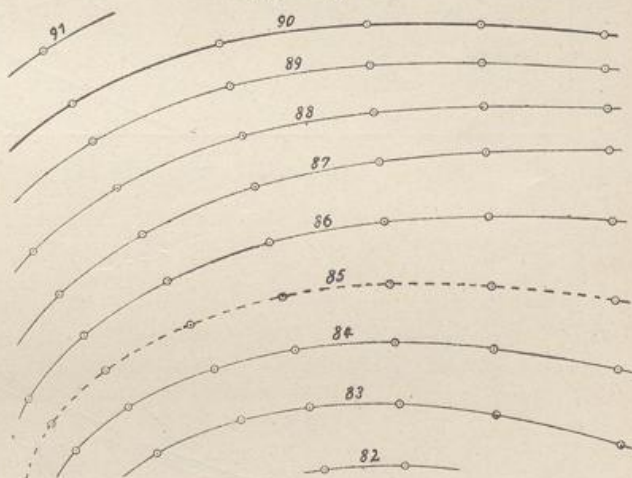
Es liegt sehr nahe, Punkte gleicher Höhe unmittelbar im Gelände zu bestimmen, um die Zeichnung der Höhenlinien im Schichtenplane ohne besondere Zwischenrechnungen oder ohne weitere Hilfsmittel zu ermöglichen. Ein Vorgehen dieser Art ist nur ausnahmsweise zu empfehlen, weil die Ausführung im Felde sehr zeitraubend und mühsam ist. Im allgemeinen kommen deshalb derartige Aufnahmen höchstens bei Arbeiten kleineren Umfanges in Betracht, obwohl in Gegenden mit sehr geringem Gefälle oft nur in dieser Weise ein brauchbares Schichtenliniennetz geschaffen werden kann, worauf besonders hingewiesen sei.

Das Aufsuchen der Bodenpunkte wird mit der Höhenlatte bewerkstelligt, die man durch den Lattenträger so lange auf dem Boden versetzen läßt, bis ihr Fußpunkt in der Höhe der betreffenden Schichtenlinie sich befindet. Das Einweisen der Latte geschieht vom Höhenmesser aus, dessen jeweilige „Zielhöhe“ (s. S. 56) bekannt sein muß. Gesetzt den Fall, sie betrage 56,34 m und die aufzusuchende Schichtenlinie sei 56,0 m, so liegen alle für die letztere abzusteckenden Bodenpunkte $56,34 - 56,0 = 0,34$ m tiefer als die Ziellinie. Die beim Einweisen einzuhaltende Ablesung an der Höhenlatte beträgt demnach für jeden Punkt 0,34 m.

Die Absteckung wird durch Benutzung einer „Schiebelatte“ (Abbil. 22 und 23) sehr erleichtert, indem man die Zieltafel auf den abzulesenden Abstand einstellt. Für die Schichtenlinien 55,0, 54,0 oder 53,0 würden die Ablesungen nacheinander: 1,34, 2,34 bzw. 3,34 betragen und mit der Zieltafel anzugeben sein. Reicht die Länge der Latte nicht aus, dann ist durch eine neue Aufstellung der Fernrohrwage für Anschluß zu sorgen, worüber nichts weiter gesagt zu werden braucht.

Hat man so für den im Bereiche der Fernrohrwage gelegenen Geländeabschnitt die Punkte den Schichtenlinien entsprechend abgesetzt und durch Pfähchen, nach obigem mit der Bezeichnung 56,0 oder 55,0 usw., kenntlich gemacht, so gilt es, die Lage derselben sicher zu stellen. Dies geschieht entweder durch Einmessung in vorhandene Karten aufgrund der Grundstücksgrenzen (s. S. 111), oder, wenn solche nicht vorliegen, durch die Koordinatenaufnahme mit oder ohne Hilfe von gebrochenen Linienzügen, je nach den Umständen. Im Feldbuche werden sodann die zugehörigen Punkte durch Linien verbunden und durch Anschreiben der Höhenzahl gegeneinander unterschieden, siehe Abbil. 180.

Abbildung 180.



Die Verwendung einer Fernrohrwage nach S. 130

ist auch bei dieser Einmessung von großem Vorteile, da hierdurch die Lage der Punkte sehr rasch und einfach bestimmt werden kann.

Die Auszeichnung der Schichtenlinien im Schichtenplane (s. S. 124) erfolgt gemäß den Angaben der Kartenabzeichnungen oder Feldbücher, nachdem die eingemessenen Punkte in den Lageplan übertragen worden sind.

6. Höhenschnitte und Schichtenlinien.

Längs- und Querschnitte bilden, wie schon früher (S. 75 und 85) gesagt ist, in der Regel die Unterlagen für die Ausführung lang gestreckter Bauten, deren „Leitlinie“ oder „Achse“ im Gelände gegeben ist oder vor Beginn der Höhenmessungen nach Abschnitt F. abgesteckt wird. Mit Rücksicht auf die geringe seitliche Ausdehnung solcher Aufnahmen (s. S. 85) können Verschiebungen der Leitlinie nach der Seite nur in beschränktem Umfange vorgenommen werden, falls während der Entwurfs-Bearbeitung die Notwendigkeit hierzu sich ergeben sollte.

Die Schichtenpläne hingegen gewähren jede Möglichkeit, den Entwurf nach den jeweilig günstigsten Umständen zu gestalten, da die Höhenverhältnisse

Abbildung 181.

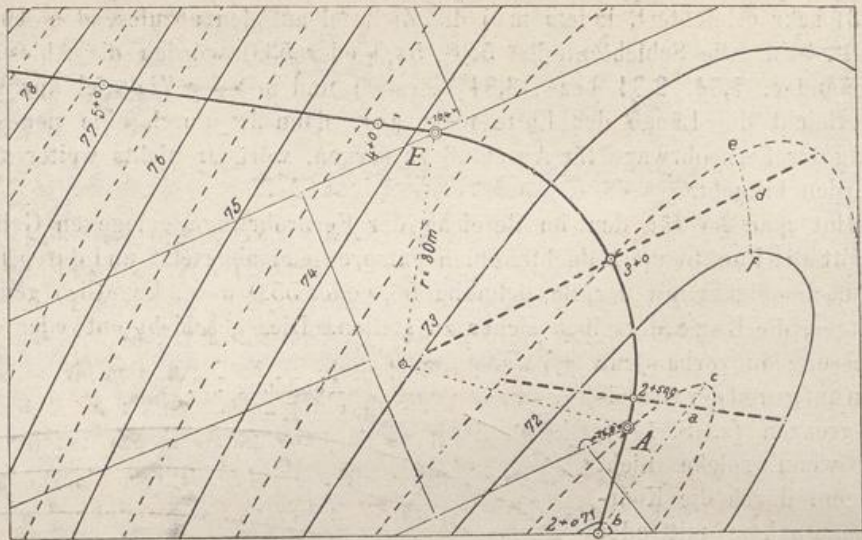


Abbildung 182.

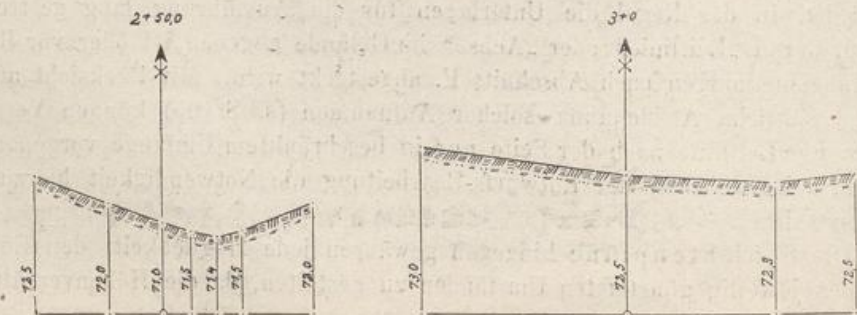
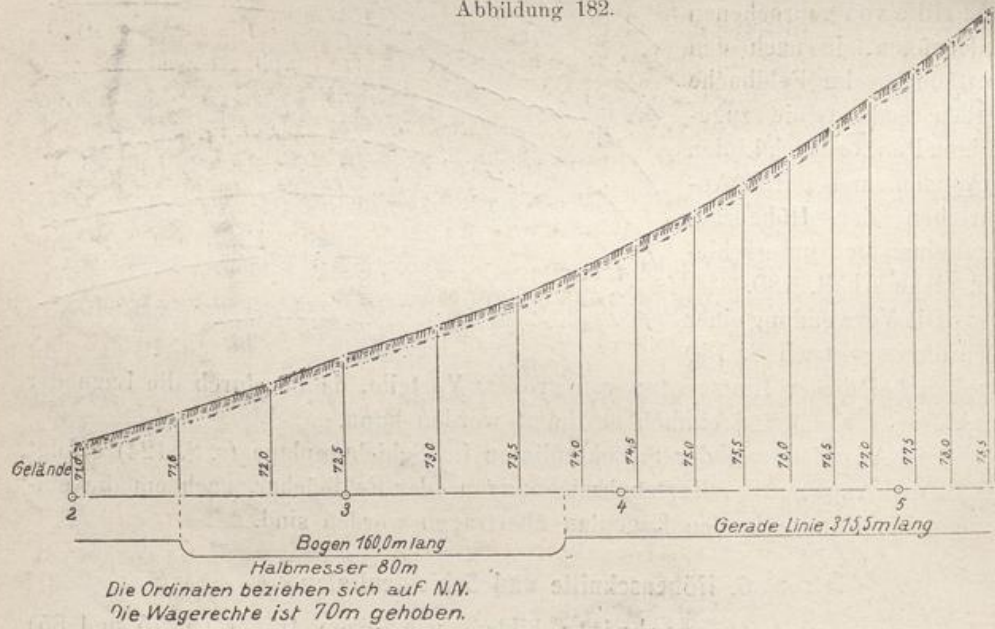


Abbildung 183.

an allen Stellen der in Betracht kommenden Bodenoberfläche bekannt sind. Hierbei ist es ohne Bedeutung, ob die Anlagen auf grund von Längs- und Querschnitten entworfen werden, die man nach dem Schichtenplane anfertigt, was vielfach üblich ist, oder ob die Schichtenlinien unmittelbar für die Einzeichnung der Bauten nach den Regeln für „Kotierte Ebenen“, siehe „Der Erdbau“ von G. Schewior, Band XIII des vorliegenden Handbuches*) nutzbar gemacht werden.

Die fragliche Herstellung der Längs- und Querschnitte stimmt mit den Maßnahmen auf S. 82 u. 92 vollständig überein, nur werden die wagerechten Entfernungen und die Höhen für den Längsschnitt, wie für die einzelnen Querschnitte dem Schichtenplan selbst entnommen. Ein Beispiel wird in den Abbildungen 181 bis 183 veranschaulicht, wo die Leitlinie in Abständen von 100 m eingeteilt ist. Zur Auftragung gelangen die Schnittpunkte der Leitlinie und der Querschnittslinien mit den Schichtenlinien und weitere Bodenpunkte, z. B. a und d, die zur Klarstellung der Bodenerhebungen nicht außer acht gelassen werden dürfen. Hiernach sind der Längsschnitt (Abbil. 181) und zwei Querschnitte (Abbil. 183) angefertigt.

Die Entnahme der Höhen für die noch fehlenden Bodenpunkte a und d erfolgt zumeist durch rechnerische Einschaltung (s. S. 120), seltener unter Anwendung der Hilfsmittel auf Seite 121 oder durch besondere Zeichnung (s. S. 122). Man legt durch den Bodenpunkt in der Richtung der „Falllinie“ eine Gerade bis zum Schnitt mit den beiden benachbarten Schichtenlinien und ermittelt nach dem Maßstabe des Planes die Länge der Geraden und die Entfernung des Punktes von der unteren Schichtenlinie. Die für den Punkt a vorgenommene Rechnung ergab den Höhenunterschied

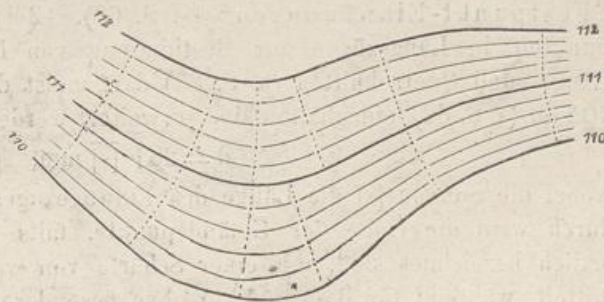
$$\begin{aligned}\Delta h &= \frac{51}{60} \cdot 0,5 \\ &= 0,42 \text{ m} = \text{rd. } 0,40 \text{ m,}\end{aligned}$$

der zur Schichtenhöhe 71 m gezählt wird; die Höhe des Punktes beträgt 71,0 + 0,4 = 71,4 m.

Abbildung 184.

Werden zwischen den vorhandenen Höhenlinien eines Schichtenplanes noch weitere Linien in runden Abständen eingeschaltet, eine Aufgabe, die vielfach vorkommt, dann kann man die Höhen der fehlenden Bodenpunkte wohl durch Schätzung zwischen den Schichtenlinien ermitteln.

Derartige „Zwischenschichtenlinien“ werden auf grund der „Falllinien“ (s. S. 101) eingezeichnet, die man nach Verhältnis der gewählten Schichten-



*) Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig.

höhen teilt, worauf die Auszeichnung unter Anlehnung an die vorhandenen Höhenlinien vor sich geht.

In Abbil. 184 sind neben den Schichtenlinien von 1 m zu 1 m noch Linien im Abstände von 0,2 m zu zeichnen; die gegenseitige Entfernung der Schichtenpunkte auf den Falllinien beträgt $\frac{1}{5}$ der ganzen Strecke.

7. Genauigkeit der Einwägung.

Die Genauigkeit von Einwägungen wird, wie schon die Angaben auf Seite 64 u. 68 ersehen lassen, in der Regel nach dem Fehler beurteilt, der bei der einmaligen Einwägung einer Geländestrecke von 1 km Länge entsteht. Die Größe dieses Fehlers, der sich aus vielen kleinen Einzelfehlern zusammensetzt, wird im allgemeinen bedingt einmal durch die Güte der Fernrohrwage und der Zubehöriteile, zum anderen Male durch das Verfahren und durch die Umstände, unter denen die Messung vor sich geht.

Mit einer gut berichtigten kleineren Fernrohrwage, s. Abschn. 4, S. 17, kann der Fehler innerhalb der auf Seite 69 angegebenen Grenze von 5 bis 10 mm unschwer innegehalten werden. Vorausgesetzt müssen stets werden günstige Witterungsverhältnisse, bei hellem Sonnenschein die Benutzung eines Schirmes zur Beschattung der Fernrohrwage, eine feste Aufstellung der letzteren, eine unverrückbare Lage der Unterlagsplatten (s. S. 46) für die Höhenlatte, bei großen Höhenunterschieden eine öftere Nachprüfung der Lattenlänge (s. S. 43), in jedem Falle aber eine sorgfältige, sachgemäße Ausführung der Messung selbst.

Die von dem „Zentralkuratorium der Vermessungen im Preußischen Staate“ (s. S. 60 und 64) geforderte Innehaltung des Fehlers unter 5 mm kann unter den genannten Verhältnissen bequem durchgeführt werden, wenn eine der in den früheren Abschnitten beschriebene Fernrohrwage benutzt wird. Da nach den Bestimmungen der genannten Behörde gewöhnlich eine doppelte Einwägung (s. S. 61), bisweilen auch eine dreifache Einwägung (s. S. 61) erfolgen muß, läßt sich der Fehler meist bis 3 mm und unter 3 mm einengen, so daß die Höhenmessung als „Gut“ (s. S. 64) bezeichnet werden kann.

Die vorgenannten Fehlergrößen haben Bedeutung in der Regel nur bei „Festpunkt-Einwägungen“ (s. S. 60). Bei der Einwägung von Geländepunkten in Längszügen zur Bestimmung von Längsschnitten (s. S. 75) oder Längs- und Querschnitten (s. S. 85) darf meist der Kilometerfehler, wenn nicht 10 mm (s. S. 68) einzuhalten sind, erweitert werden bis zu dem üblichen Betrage:

$$d = 28 \sqrt{[s]} \text{ mm,}$$

wobei die Summe $[s]$ die Länge des Einwägezuges in Kilometer bedeutet. Hierdurch wird die Höhe der Geländepunkte, falls diese durch einen Grundpfahl örtlich bezeichnet sind, mit einer Schärfe von wenigen Zentimetern richtig ermittelt, während für Bodenpunkte ohne besondere Vermarkung eine Genauigkeit innerhalb des Dezimeters anzunehmen ist. Die Angaben bleiben auch für die gewöhnlichen Flächeneinwägungen (s. S. 103 usw.) zutreffend, während bei den „genauen“ Messungen unter den auf Seite 114 gemachten Angaben auch das Zentimeter als richtig gelten wird.

C. Das Schnellmessen.

I. Allgemeines.

Die Höhenbestimmung mit Hilfe von Fernrohrwagen und ähnlichen Meßvorrichtungen (s. S. 17 u. 7 usw.) bedarf, wie die vorstehenden Abschnitte lehren, einer Aufnahme der Bodenpunkte auch der Lage nach, die gemäß den jeweiligen Verhältnissen nach mancherlei Regeln, stets aber gesondert von der eigentlichen Höhenmessung ermittelt werden muß. Wird auch die Lageaufnahme in sehr vielen Fällen durch Abzeichnungen der bestehenden Katasterpläne (s. S. 111 und I. Teil, S. 168) unterstützt, so darf doch der Aufwand an Zeit und Arbeit für die Einmessung (s. S. 111) der ausgewählten Geländepunkte nicht gering angeschlagen werden, weil letztere meist in großer Zahl auftreten und mit den in den Karten aufgeführten Grenzpunkten nur selten zusammenfallen. Kommen größere Höhenunterschiede, wie im Gebirge, vor, so wird die Lagemessung sehr mühsam; gleichzeitig nehmen die Schwierigkeiten der Höhen-Einwägung selbst zu, wobei noch der Fortgang der Arbeit wegen der meist sehr kurzen Zielweiten nicht unwesentlich beeinträchtigt wird. Unter solchen Verhältnissen hat sich das fragliche Verfahren sehr bald als zu umständlich und unwirtschaftlich erwiesen. Dies gab Veranlassung, die vorhandenen Meßgeräte durch gewisse Hilfsmittel zu ergänzen, woraus schließlich die von den Fein-Werkstätten unter verschiedenen Bezeichnungen angebotenen „Schnellmesser“ sich entwickelt haben. Mit ihrer Hilfe ist es unter entsprechenden Voraussetzungen möglich, Geländepunkte gleichzeitig nach Lage und Höhe zu bestimmen, wenn auch im allgemeinen nicht mit der Genauigkeit, wie sie der obige getrennte Meßvorgang gewährleistet.

Die gestellte Aufgabe wird vom Standorte des „Schnellmessers“ aus gelöst, einmal durch Messung der Richtung und Entfernung nach den ausgewählten Geländepunkten, sodann durch Bestimmung des Höhenunterschiedes zwischen den Punkten und der wagerechten Ziellinie der genannten Meßvorrichtung.

Die allgemein übliche Form der „Schnellmesser“ zeigt hiernach, wenn man von einigen besonderen Einrichtungen (s. Abschn. C. VII.) absieht, einen Fernrohr-Winkelmesser, einen Theodoliten oder einen Kompaß, deren Kippachse durch einen „Höhenkreis“ und deren Fadenkreuz (s. I. Teil, S. 104) durch zwei weitere wagerechte, sogen. „entfernungsmessende“ Fäden vervollständigt wird. Die Vorteile, die so ausgestattete Schnellmesser in Gegenden mit starken Höhenunterschieden bieten, haben in neuerer Zeit dazu geführt, auch die Fernrohrwagen (s. S. 18) mit einem Lagekreise oder wenigstens mit einem Kompaß, sowie mit entfernungsmessenden Fäden zu versehen. Dadurch ist die „Schnellmessung“, die in ingenieurtechnischen Kreisen sehr große Verbreitung gefunden hat, für Arbeiten im Flachlande oder auf Hochebenen noch besonders vereinfacht worden, wo sie mit gleichfalls ausgezeichnetem Erfolge verwertet wird.

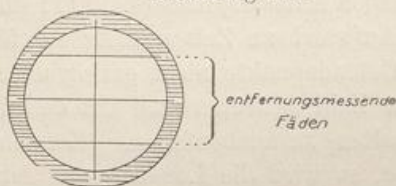
Die unumgängliche Verwendung der Schnellmesser zusammen mit einer „Höhenlatte“ (s. S. 41) setzt voraus, daß letztere auf sämtlichen in Frage kommenden Geländepunkten aufgestellt werden kann. Wo die Punkte unzugänglich

sind, wie in sehr steilen Gebirgslagen, versagt naturgemäß auch der Schnellmesser. Dann kann nur noch das „Lichtbild-Meßverfahren“*) Hilfe bringen, ein Verfahren, das in den letzten Jahren größere Beachtung und Pflege erfahren hat und unter der Bezeichnung: „Photogrammetrie und Stereophotogrammetrie“ allgemeiner bekannt geworden ist.

II. Schnellmesser mit wagerechter Zielung.

a) In die Gruppe der Schnellmesser mit wagerechter Zielung gehören die Fernrohrwagen, die mit einem Lagekreise oder mit einem Kompaß ausgestattet sind und im Fadenkreuz des Fernrohrs zwei besondere, „entfernungsmessende“ Fäden

Abbildung 185.



sind und im Fadenkreuz des Fernrohrs zwei besondere, „entfernungsmessende“ Fäden (Abbil. 185) führen. Die Gesamteinrichtung der Fernrohrwagen bleibt im übrigen unverändert, wie z. B. die Abbildung 186 ersehen läßt. Ein in $1/2^\circ$ geteilter Kreis ist, wie Abbil. 200 im I. Teile besser zeigt, fest mit dem

Dreifuß verbunden, in dessen Buchse die lotrecht zu stellende Drehachse samt dem Fernrohr und seiner Röhrenwage mittels einer Klemm- und Feinstellschraube

Abbildung 186.

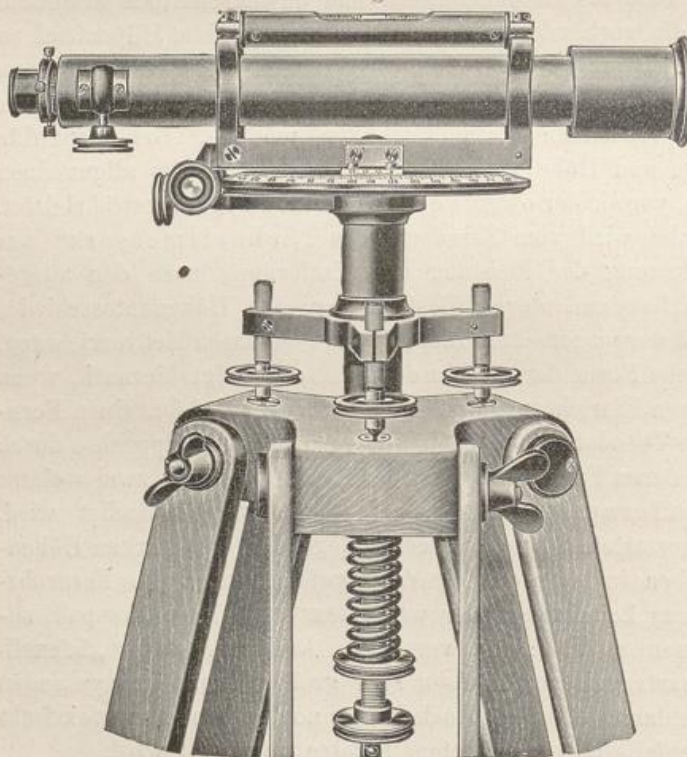


Abbildung 187.



*) Siehe: Das Lichtbild-Meßverfahren. Unter besonderer Berücksichtigung der Landmessung und ingenieurtechnischer Aufgaben von Georg Schewior. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig.

(s. S. 19) festgehalten oder anderenfalls im wagerechten Sinne gedreht werden kann. Der Rahmen des Fernrohrs trägt am unteren Teile einen Nonius (s. I. Teil, S. 81), mit dessen Hilfe an der Teilung des Lagekreises die Richtungswinkel α nach den Geländepunkten mittels eines einfachen Hand-Vergrößerungsglases (Abbil. 187) auf eine Minute ($'$) genau festgestellt werden können.

Die angegebene Schärfe der Richtungsbestimmung wird auch bei größerer Entfernung der Geländepunkte als ausreichend angesehen, weshalb alle Schnellmesser, wenn sie nicht noch anderen Zwecken dienen (s. S. 166), mit Ablesevorrichtungen ausgerüstet sind, die nur die genannte Genauigkeit verbürgen.

Zur Messung des Richtungswinkels werden die Bodenpunkte ausnahmslos durch eine „Höhenlatte“ sichtbar gemacht, auf welche der aufrecht stehende Faden des Fernrohrs eingestellt wird. Der der Fernrohrwage eigentümliche mittlere Faden (Abbil. 185) dient, wie früher nach Abschnitt B, S. 52, der Bestimmung des lotrechten Abstandes (r oder v Abbil. 101) des Bodenpunktes von der Ziellinie, während die beiden weiteren von dem obigen gleich weit abstehenden Fäden (Abbil. 185) die Entfernung zwischen dem Standort des Schnellmessers und dem der Höhenlatte bestimmen lassen.

Der Schnellmesser muß im gebrauchsfähigen Zustande zunächst die gleichen Forderungen erfüllen, die an ihn als Fernrohrwage gemäß Seite 26 gestellt werden:

1. Es muß die Achse der Röhrenwage winkelrecht zur lotrechten Drehachse stehen;
2. Es muß die Ziellinie mit der Achse der Röhrenwage gleichlaufen.

Wie die Untersuchung hierüber und auch über die richtige Lage des wagerechten Fadens anzustellen ist, ist auf Seite 26 bis 29 nachzulesen. Die Bedingung als Winkelmesser betrifft die winkelrechte Lage des Teilkreises zur Drehachse des Schnellmessers. Ihr und auch dem Zusammenfallen des Kreismittelpunktes mit der Mittellinie der Drehachse (s. I. Teil, S. 105) wird in der Werkstatt hinreichend Rechnung getragen. Dies gilt auch für den der Richtungsmessung dienenden Faden*), der eine zum wagerechten Faden winkelrechte Stellung zeigen muß.

Bei der Ermittlung der Entfernung zwischen dem Standort des Schnellmessers und der Geländepunkte geht man von folgender Erwägung aus. In der Abbil. 188 stehen in B eine lotrecht gehaltene Höhenlatte und über A ein Fernrohr mit der wagerecht verlaufenden Ziellinie Z. Wie Seite 105 I. Teil angegeben ist, geht diese durch die Mitte der Fernlinse und durch den Fadenschnittpunkt, der hier durch einen Punkt in der Fadenkreuzebene bezeichnet ist. Die beiden entfernungsmessenden Fäden, deren Lage gleichfalls durch Punkte angegeben ist, haben den Abstand p . Betrachtet man durch das Fernrohr die Höhenlatte, dann wird auf ihr, dem Lichtdurchgange gemäß, der hier durch zwei feine Linien angedeutet ist, zwischen den beiden äußeren Fäden das Lattenstück l abgelesen. Die beiden Linien schneiden sich mit der wagerechten Ziellinie im vorderen Brennpunkte F, der von der Fernlinse um die Brennweite f entfernt ist.

*) Die Schnellmesser haben vielfach nur einen aufrecht stehenden Faden.

Bedeutet weiter:

s die Entfernung der lotrecht stehenden Drehachse des Schnellmessers vom Standorte der Höhenlatte in m,

a die Entfernung der Drehachse des Schnellmessers von dem Brennpunkte F in m,
b die Entfernung des vorderen Brennpunktes F von der Höhenlatte,

dann ist:

$$\text{Gl. 1)} \quad s = a \div b$$

Gl. 2) $b:f=1:p$, damit

$$\text{Gl. 3)} \quad b = \frac{f}{p} \cdot l.$$

Wird b aus Gl. 3) in Gl. 1) eingesetzt, so erhält man

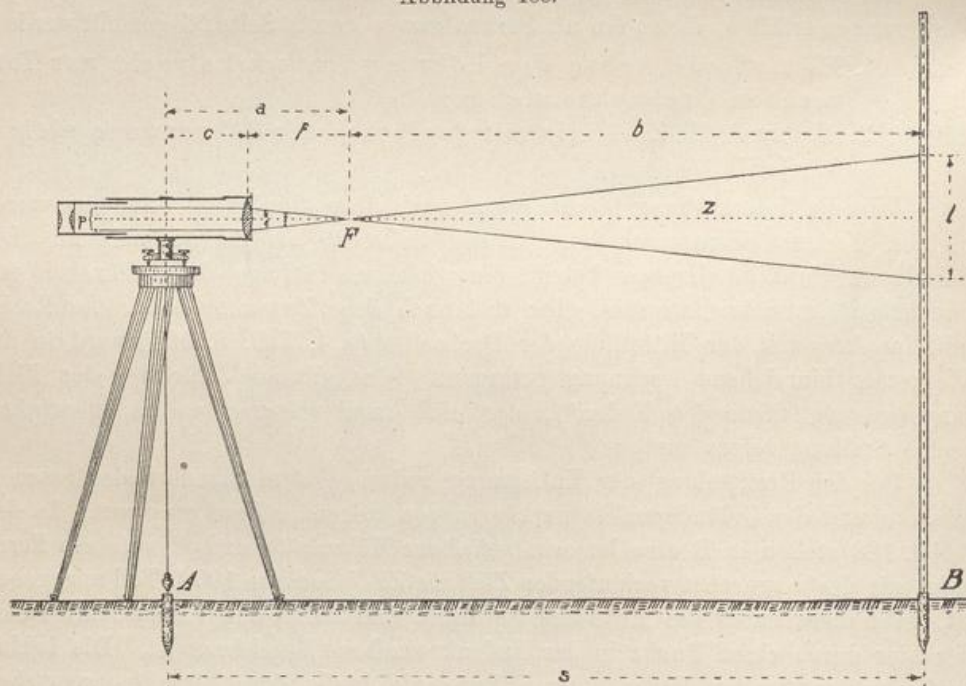
$$\text{Gl. 4)} \quad s = a + \frac{f}{p} \cdot l \text{ und,}$$

wenn man

$$k = \frac{f}{p} \text{ setzt:}$$

$$\text{Gl. 5)} \quad \mathbf{s} = \mathbf{a} + \mathbf{k} \cdot \mathbf{l}.$$

Abbildung 188.



Die abgeleiteten Beziehungen entsprechen der Fadenkreuzanordnung nach Ramsden, die in der Regel bei Fernrohrwagen angewendet wird und aus der Abbildung 188, ferner 30 usw. zu ersehen ist.

Die wagerechte Entfernung s eines Geländepunktes wird hiernach durch die Bestimmung des Lattenabschnittes l erhalten, sofern die Festwerte a und k gegeben sind. Mit der Strecke s und dem Richtungswinkel α einerseits, sowie

dem Höhenunterschiede h gemäß Seite 178 (oben) andererseits lassen sich Lage und Höhe eines Geländepunktes in bezug auf den Standort des Schnellmessers leicht ableiten und zur Darstellung bringen, wie noch später Seite 184 bzw. 185 näher auseinandergesetzt werden wird.

Das Maß a ist je nach der Fernrohrausrüstung bis mehrere Dezimeter groß; es wird von der Werkstatt beim Ankauf mitgeteilt und ist unveränderlich. Bei einer Nachprüfung stellt man das Fernrohr auf einen weit (400—500 m) entfernten Gegenstand ein und ermittelt als Brennweite f mit einem Millimeter-Lineal (s. I. Teil, Abbil. 229) den Abstand der Fernlinse vom Fadenkreuze, dessen Lage durch die außen angebrachten Berichtigungsschraubchen (s. Abbil. 186) erkennbar ist. Das gesuchte Maß für a , siehe Abbil. 188, ist gleich der Brennweite f , die mit c , dem ebenfalls zu messenden Abstände der Fernlinse von der Mitte der Drehachse, zusammen a ergibt nach

$$a = f + c.$$

Der Wert wird bis auf cm angegeben; er beträgt beispielsweise für das Fernrohr der Abbil. 186

$$a = 0,35 \text{ m.}$$

Dem Festwerte k wird der einfachen Berechnung wegen durch einen entsprechenden Abstand p der entfernungsmessenden Fäden eine runde Zahl, meist $p = \frac{1}{100} f$, also $\frac{f}{p} = k = 100$, gegeben. Diese Zahl wird aber oft nur näherungsweise erreicht, so daß es sich stets empfiehlt, die Angaben der Werkstatt eigenhändig nachzuprüfen, auch wenn das Fadenkreuz auf Glas geritzt oder auf dem Wege des Lichtbildes auf dieses übertragen ist. Bei den üblichen Fadenkreuzen aus Spinnfäden (s. I. Teil S. 104) ist die Untersuchung von Zeit zu Zeit zu wiederholen, da sich k schon durch ganz geringe Veränderungen des Abstandes der Fäden beträchtlich ändern kann.

Eine rasch vorzunehmende Untersuchung nach erfolgter Ermittlung von a (s. o.) geschieht mit Hilfe der

$$\text{Gl. 5)} \quad s = a + k \cdot l \quad (\text{s. S. 132}), \text{ woraus}$$

$$\text{Gl. 6)} \quad k = \frac{s - a}{l}$$

gefunden wird.

In einem eben verlaufenden Gelände werden zwei Punkte A und B (Abbildung 189) in einem Abstände von 60—80 m durch Pföcke vermarktet und deren Entfernung s sorgfältig gemäß I. Teil, Seite 31 usw. mit Meßblatten oder mit dem Stahlband im Hin- und Rückwege gemessen und gemittelt. Hier auf wird mit Hilfe eines Fadenlotes (I. Teil, Abbil. 212) der Schnellmesser lotrecht über dem Punkte A aufgestellt, das Fernrohr mit der Röhrenwage wagerecht gerichtet und an der in B lotrecht (s. S. 47) gehaltenen Höhenlatte der Abschnitt l bis auf Millimeter bestimmt. Hierzu wird zuerst an dem oberen*) entfernungsmessenden Faden die Ablesung l_o , sodann an dem unteren*) Faden die Ablesung l_u vorgenommen, woraus

*) Beim Durchblick des Fernrohrs sind die Fäden vertauscht; der obere Faden gibt immer die größere Ablesung an der Höhenlatte (s. Abbil. 222a).

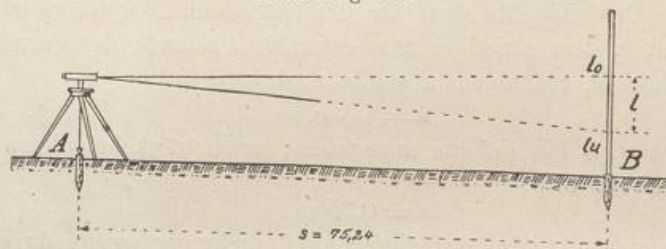
$$l = l_o - l_u$$

berechnet wird. Die Ablesungen werden vier- bis fünfmal wiederholt, nachdem jedesmal vorher das Fernrohr mit einer passenden Schraube des Dreifußes ein wenig gehoben oder gesenkt worden ist, um nicht stets dieselben Ablesungen zu erhalten. Aus den verschiedenen Ergebnissen für l wird sodann das Mittel berechnet und dieses zusammen mit a und s in die Gleichung (s. S. 133)

$$k = \frac{s - a}{l}$$

gesetzt, um hiernach k zu erhalten.

Abbildung 189.



Beispiel. Gemäß Abbil. 189 beträgt die Entfernung nach doppelter Messung und Mittelung $s = 75,24$ m. Die fünfmal wiederholte Bestimmung von $l = l_o - l_u$ ergab:

$$l_1 = 0,747 \text{ m}$$

$$l_2 = 0,745 \text{ „}$$

$$l_3 = 0,746 \text{ „}$$

$$l_4 = 0,748 \text{ „}$$

$$l_5 = 0,746 \text{ „}$$

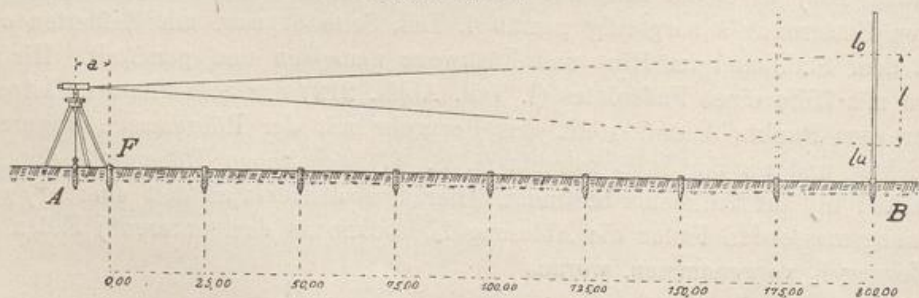
$$\text{Mittel } l = 0,7464 \text{ m}$$

Mit $a = 0,35$ m, $s = 75,24$ m und $l = 0,7464$ m berechnet sich k zu

$$k = \frac{s - a}{l} = \frac{75,24 - 0,35}{0,7464} = 100,33 \text{ m.}$$

Wird eine sorgfältige Bestimmung des Festwertes k gewünscht, dann ist zunächst eine gerade Linie gemäß I. Teil, S. 19 von etwa 200 m Länge abzu-

Abbildung 190.



stecken. Vom Anfangspunkte A wird der Abstand a (Abbil. 190) bis F abgesetzt und es werden von hier aus mit großer Sorgfalt die Entfernungen $S = 25$,

50, 75, 100 . . . bis 200 m in B oder nur $S = 50, 100, 150$ und 200 m abgemessen und die Maßpunkte durch Pfähle sichtbar gemacht. Eine Nachprüfung der Strecken von je 25 m (oder 50 m) erfolgt von B aus in der Richtung nach F. Hierauf wird über A der Schnellmesser lotrecht aufgestellt und die Bestimmung der Lattenabschnitte für die einzelnen Entfernungen, wie oben angegeben, wiederholt vorgenommen.

Ein Beispiel ergibt folgendes Feldbuch mit gleichzeitig anschließender Berechnung von k .

Ent- fernung S	Lattenablesungen						$\frac{l_{100} = 100 \cdot l}{S}$	Bemerkungen
	1. Mess.	2. Mess.	3. Mess.	4. Mess.	5. Mess.	Mittel l		
	l_o	l_o	l_o	l_o	l_o			
	l_u	l_u	l_u	l_u	l_u			
	l_i	l_i	l_i	l_i	l_i			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
25	1,650	1,655	1,660	1,655	1,650	0,2504	1,0016	Schnellmesser Nr. 1583 von W. Breithaupt Söhne in Cassel, unter- sucht am 15. Mai 1915. $k = \frac{S}{l_{100}} = \frac{100}{1,0014}$ $= 99,86.$
	1,400	1,405	1,409	1,404	1,400			
	0,250	0,250	0,251	0,251	0,250			
50	1,750	1,755	1,760	1,755	1,750	0,5014	1,0028	
	1,250	1,253	1,258	1,254	1,248			
	0,500	0,502	0,502	0,501	0,502			
75	1,870	1,875	1,860	1,875	1,870	0,7512	1,0016	
	1,120	1,123	1,109	1,124	1,118			
	0,750	0,752	0,751	0,751	0,752			
100	2,010	2,015	2,020	2,015	2,010	1,0010	1,0010	
	1,009	1,015	1,018	1,013	1,010			
	1,001	1,000	1,002	1,002	1,000			
125	2,125	2,120	2,115	2,110	2,115	1,2510	1,0008	
	0,874	0,870	0,863	0,858	0,865			
	1,251	1,250	1,252	1,252	1,250			
150	2,250	2,255	2,260	2,265	2,260	1,5012	1,0008	
	0,748	0,753	0,760	0,764	0,759			
	1,502	1,502	1,500	1,501	1,501			
175	2,370	2,375	2,380	2,375	2,370	1,7520	1,0011	
	0,620	0,623	0,628	0,622	0,617			
	1,750	1,752	1,752	1,753	1,753			
200	2,510	2,515	2,520	2,515	2,510	2,0036	1,0018	
	0,506	0,511	0,517	0,513	0,505			
	2,004	2,004	2,003	2,002	2,005			
							$\frac{[l_{100}]}{8} = 8,0115$	
							$\frac{[l_{100}]}{8} = 1,0014$	

Die Lattenablesungen l_o und l_u sind für jede Entfernung fünfmal nach geringer Hebung oder Senkung des Fernrohres in den Spalten 2 bis 6 wieder-

holt worden. Ihre Ergebnisse im Mittel sind in Spalte 7 berechnet, die weiter für eine mittlere Entfernung von 100 m nach der Gleichung

$$l_{100} : l = 100 : S$$

$$\text{zu } l_{100} = \frac{100 \cdot l}{S}$$

bestimmt und in die Spalte 8 eingetragen werden. Ihre Summe $[l_{100}]$ gibt den Betrag von 8,0115 m. Wird dieser durch die Anzahl der eingeführten Entfernungen, hier 8, geteilt, so erhält man einen Mittelwert für $S = 100$ m nach

$$l_{100} = \frac{[l_{100}]}{8} = 1,0014 \text{ m.}$$

Setzt man diesen, sowie $S = 100$ m in die Gleichung 6) Seite 133 ein, so ergibt sich:

$$k = \frac{S}{l_{100}} = \frac{100}{1,0014}$$

$$= 99,86.$$

In dem Beispiele Seite 134 war $k = 100,33$, d. h. größer als 100, hier ist $k = 99,86$, demnach kleiner als 100. Würde man ohne Rücksicht hierauf den vollen Festwert $k = 100$ verwenden, so würden im ersteren Falle die Entfernungen s stets zu groß, hier stets zu klein werden. Die Verwendung einer ungerunden Zahl zusammen mit l , das selbst eine vierstellige Ziffer darstellen kann, führt, wie leicht einzusehen ist, zu einer wenig bequemen Berechnung von $k \cdot l$. In solchen Fällen läßt sich aber durch geeignete Hilfsmittel, auf die noch später (s. S. 180) näher hingewiesen wird, die Vervielfältigung sehr erleichtern.

Bisweilen erscheint es bequemer, die beiden Größen a und k gemeinsam zu ermitteln, was durch Messung der Lattenabschnitte l_1 und l_2 für eine kleine Entfernung s_1 (10 bis 15 m) und für eine große Entfernung s_2 (100 bis 120 m) geschieht. Dann erhält man gemäß

$$s = a + k l \text{ (s. S. 132)}$$

die beiden Gleichungen

$$1) s_1 = a + k \cdot l_1$$

$$2) s_2 = a + k \cdot l_2$$

mit den beiden Unbekannten a und k .

Beispiel. Von dem Standorte A eines Schnellmessers (Abbil. 191) wurden die Pflöcke B mit $s_1 = 12,25$ m und C mit $s_2 = 110,28$ m festgelegt und durch wiederholte Messung die Lattenabschnitte

$$l_1 = 0,117$$

$$= 0,117$$

$$= 0,120$$

$$l_2 = 1,098$$

$$= 1,100$$

$$= 1,097$$

$$\text{im Mittel } l_1 = 0,118$$

$$\text{im Mittel } l_2 = 1,0983$$

bestimmt. Die beiden obigen Gleichungen geben hiernach:

$$1) 12,25 = a + k \cdot 0,118$$

$$2) 110,28 = a + k \cdot 1,0983.$$

Setzt man aus 1): $a = 12,25 - k \cdot 0,118$ in 2) ein, so erhält man:

$$3) 110,28 = 12,25 - k \cdot 0,118 + k \cdot 1,0983$$

und hieraus

$$k(1,0983 - 0,118) = 110,28 - 12,25 = 98,03$$

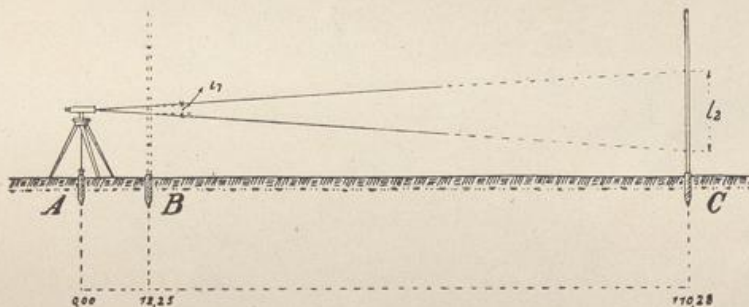
d. h.

$$k = \frac{98,03}{0,9803} \\ = 100.$$

Wird weiter $k = 100$ in 1) eingesetzt, so erhält man:

$$a = 12,25 - 100 \cdot 0,118 \\ = 12,25 - 11,80 \\ = 0,45 \text{ m.}$$

Abbildung 191.



b) Auf die Verwendung der Fernrohrwage Abbil. 59 als Schnellmesser ist bereits auf Seite 36 hingewiesen worden. An einem Teilkreise mit leicht zu übersehender Stirnteilung und Minutenablesung*), die durch ein Hand-Vergrößerungsglas (Abbil. 187) unterstützt wird, können die Richtungswinkel für die Geländepunkte vom Fernrohr her, also ohne Änderung der Stellung des Beobachters, ermittelt werden. Hierzu kommt als nicht unwesentlicher Vorteil eine rasch und bequem vorzunehmende Berichtigung der Fernrohrwage von einem Standorte aus, worauf schon Seite 36 aufmerksam gemacht worden ist. Die Nachprüfung der Festwerte a und k erfolgt hier, wie auch für alle weiteren Schnellmesser dieses Abschnittes nach den oben gegebenen Regeln (s. S. 133 usw.).

c) Die Abbildungen 192 und 193 zeigen die Verbindung eines „kippbaren“ Fernrohres (s. S. 29) mit dem Unterbau eines Winkelmessers, dessen Lagekreis, wie fast bei allen gewöhnlichen Schnellmessern, in $1/2^\circ$ geteilt ist und eine Ablesung von ganzen Minuten (') an zwei sich gegenüberstehenden Nonien gestattet; von letzteren wird aber im allgemeinen nur einer benutzt (s. S. 170 unten). Statt eines Hand-Vergrößerungsglases, wie hier, können auch feste Ablesegläser angebracht und benutzt werden. Die Höheneinwägung wird nach Lotrechtstellung der Drehachse mit Hilfe einer Dosenwage (s. Abbil. 193) gemäß den Angaben auf Seite 34 vorgenommen, indem man die Ziellinie für jeden Geländepunkt gesondert mit der Röhrenwage in die Wagerechte bringt. Hierzu

*) Die Abbildung 59 zeigt hier nur einen einfachen Ablesestrich statt eines Nonius.

wird die Kippschraube (s. Abbil. 192 und S. 30) benutzt, die bei Abbil. 193 als „Gefällschraube“ zugleich der Absteckung oder Bestimmung des Gefälles (s. S. 102) dient; hierüber wird noch im Abschnitte F. A. III. 3. besondere Mitteilung gemacht.

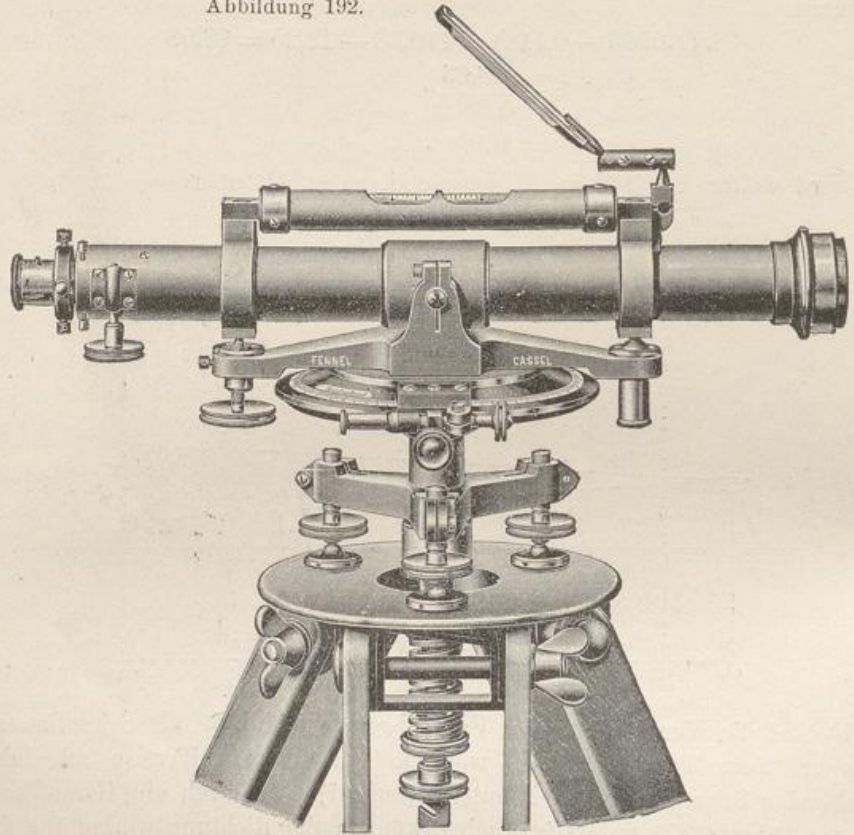
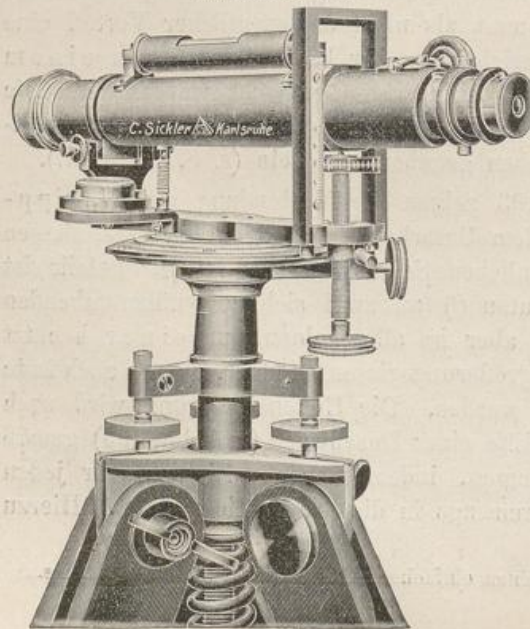


Abbildung 193.



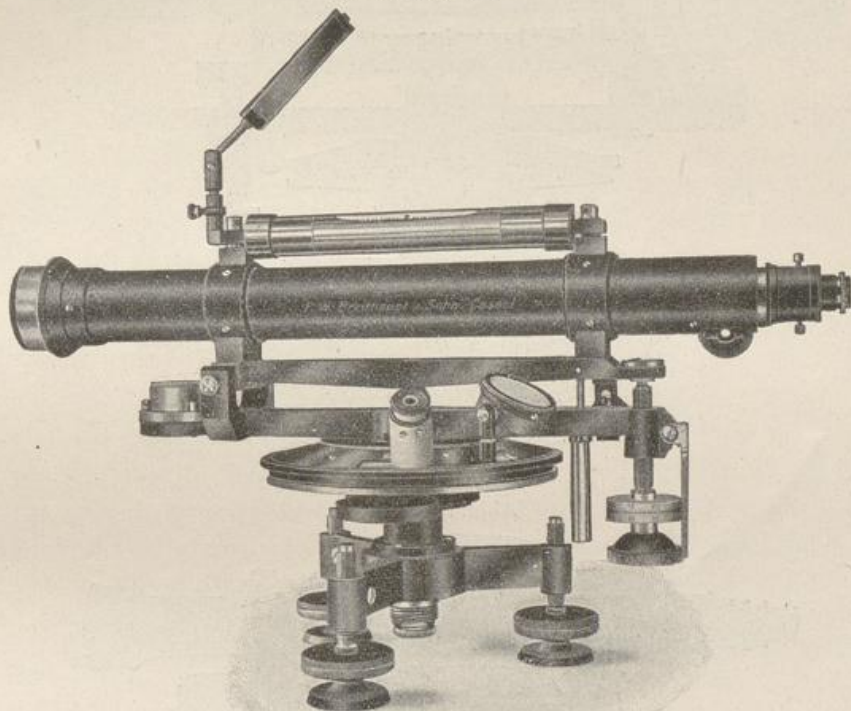
fälles (s. S. 102) dient; hierüber wird noch im Abschnitte F. A. III. 3. besondere Mitteilung gemacht.

Eine Untersuchung der beiden Fernrohrwagen gemäß den geltenden Forderungen ist nach S. 33 durchzuführen, während die Einrichtung für die Messung der Richtungswinkel keiner Nachprüfung bedarf (siehe Seite 162 unten).

d) Eine grundsätzlich gleiche Einrichtung, wie vor, ist in der Abbil. 194 zu sehen. Auch hier wird durch eine „Gefällschraube“ das Fernrohr während des Arbeitsvorganges „gekippt“, nachdem mit einer Dosenwaage die allgemein lotrechte Lage der Drehachse herge-

stellt ist. Vom Fernrohr aus kann durch einen Spiegel die Röhrenwage genau verfolgt und auch die Richtung nach den Geländepunkten abgelesen werden. Hierfür dient, wie der Abbil. 194 zu entnehmen ist, ein Vergrößerungsglas mit großem Gesichtsfelde (unmittelbar über der rechten Dreifußschraube!), mit dem die Ablesung auf ganze Minuten vor sich geht. Daneben befinden sich noch zwei weitere Vergrößerungsgläser, die sich gegenüber stehen und am Kreise,

Abbildung 194.



der verdeckt (s. I. Teil, Abbil. 200b) und in $\frac{1}{3}^\circ$ geteilt ist, durch Nonien die Richtungen auf 30" ablesen lassen. Die letztere Anordnung ist eine wertvolle Ergänzung des Schnellmessers, wenn es gilt, „Zugstrecken“ (s. S. 166) genauer gegeneinander festzulegen, als es mit Hilfe der immerhin rohen Minutenablesung möglich ist.

e) Sehr nützlich ist in gewissen Fällen (s. S. 115) die Beigabe eines Kastenkompasses (s. I. Teil, Abbil. 117), um magnetische Richtungswinkel festlegen zu können, wie im I. Teile, Seite 121 näher beschrieben ist. In Abbil. 195 ist ein Kastenkompaß*), mit dem Nordende der Nadel nach der Fernlinseweisend, unmittelbar über dem Fernrohr angebracht. Die aus diesem Grunde unter dem Fernrohr liegende Röhrenwage wird durch einen seitlich angebrachten Spiegel (über der Dosenwage sichtbar) beobachtet. Die Kippung erfolgt durch eine

*) Allgemeine Beschreibung siehe I. Teil, Seite 117. Die Strichmarken des Kompaßringes (siehe dort S. 117) erhalten vielfach nach links und rechts einige bezifferte Teilstriche.

einfache Schraube. Das der eigentlichen Schnellmessung dienende große Ableseglas (siehe oben) ist hier nicht eingezeichnet. Für den Gebrauch ist es sehr

Abbildung 195.

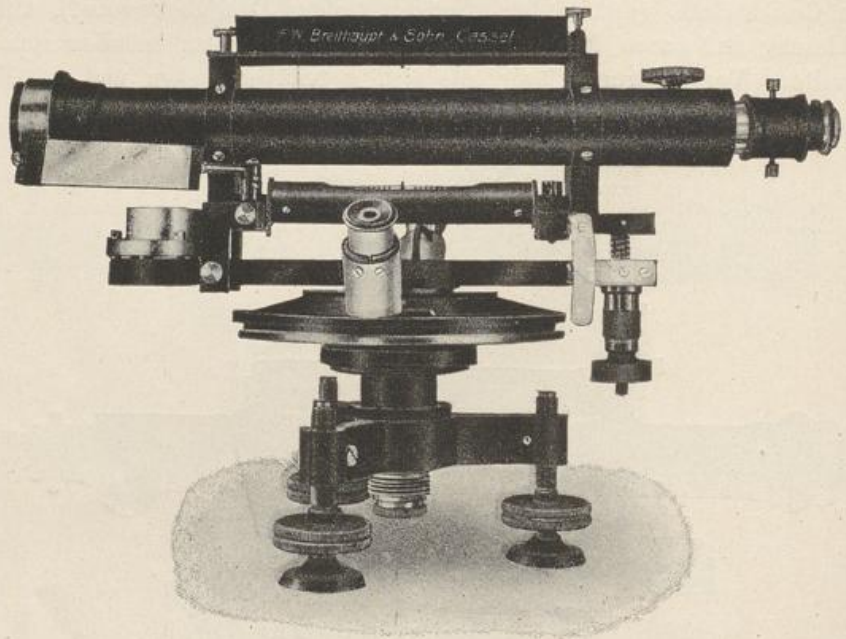
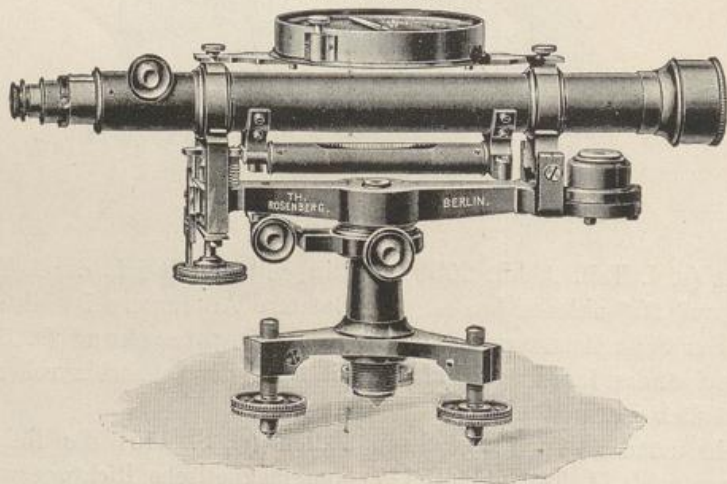


Abbildung 196.



zweckmäßig, wenn die Ziellinie des Fernrohres mit der Verbindungslinie der beiden Nullstriche*) des Kastenkompasses gleichgerichtet ist, was in der Werkstatt mit hinreichender Schärfe und Sicherheit geschieht. Es ist auch vorteilhaft, den Teilkreis mit Klemm- und Feinstellschrauben (s. I. Teil, S. 97) verstellbar zu machen, so daß nach Einstellung des Nonius auf 0° des Lagekreises

*) Allgemeine Beschreibung siehe I. Teil, Seite 117. Die Strichmarken des Kompaßringes (siehe dort S. 117) erhalten vielfach nach links und rechts einige bezifferte Teilstriche.

das Fernrohr samt Lagekreis mit Hilfe der Kompaßnadel in die magnetische Nordrichtung gestellt werden kann. Die Ablesungen für die Geländepunkte geben dann sofort die endgültigen magnetischen Richtungswinkel M (s. I. Teil, Seite 121) an.

Für kleinere Arbeiten (s. S. 115) wird statt des Lagekreises mit Kastenkompaß auch nur ein Büchsenkompaß wertvolle Dienste leisten. Die Richtungswinkel werden gemäß I. Teil, Seite 88, am Nordende der Nadel ermittelt, wobei auch wieder die Ziellinie des Fernrohres, wie vor, mit der Verbindungslinie der Kompaßstriche 0° bis 180° gleichgerichtet verlaufen soll. Der Nullstrich der linksläufigen Bezifferung des Kompasses (s. I. Teil, S. 88) liegt der Fernlinse zugekehrt.

Eine Vorrichtung dieser Art nach den Angaben von Prof. C. Müller ist in der Abbil. 196 dargestellt. Der Kompaßkreis ist in $\frac{1}{2}^\circ$ geteilt, die Magnetnadel gestattet die Ablesung auf $\frac{1}{10}^\circ$. Die Ziellinie kann gemäß Seite 137 durch eine Schraube, die als „Gefällschraube“ (s. Abschn. F. A. III. 3.) ausgebildet ist, gekippt werden.

Wie die entfernungsmessenden Fäden, so läßt sich ein Büchsenkompaß meist an jeder Fernrohrwage nachträglich anbringen, wodurch die Verwendung der Fernrohrwagen wesentlich erweitert wird.

III. Schnellmesser mit beliebig geneigter Zielung.

Ein wagerechter Verlauf der Ziellinie hat, wie unschwer einzusehen ist, zur Folge, daß die Schnellmesser des vorigen Abschnittes nur dann mit größerem Vorteile verwendet werden können, wenn die Messungen in Gebieten mit geringen Höhenunterschieden, also besonders im Flachlande oder auf Hochebenen stattfinden. Im hügeligen oder gebirgigen Gelände, wo selbst unter Anwendung sehr langer Höhenlatten (s. S. 57) nur kurze Zielweiten möglich sind, werden die Vorteile der Schnellmessung ungenügend ausgenutzt, wenn nicht ganz vereitelt. Eine erfolgreiche Verwendung wird erst dann allgemein gewährleistet, wenn sich die Ziellinie unter beliebiger Neigung zur Wagerechten auf die Höhenlatte richten läßt, so daß auch weit entfernte Geländepunkte mit beträchtlichen Höhenunterschieden vom Schnellmesser aus aufgenommen werden können. Die Neigung der Ziellinie wird durch einen „Höhenkreis“ oder wenigstens durch einen Teil eines solchen, einen „Höhenbogen“, bestimmt, die beide zumeist fest mit der wagerechten Kippachse des Fernrohres eines Winkelmessers (s. I. Teil, S. 94) verbunden werden. Hiernach kann man einfachere Schnellmesser mit einem Höhenbogen unterscheiden, die lediglich dem Zwecke der Schnellmessung dienen, andererseits „Fein-Schnellmesser“, die mit einem vollständigen Höhenkreise und bester Ausrüstung allen an sie gestellten Forderungen, auch bezüglich der Meßgenauigkeit, gerecht werden.

Die entfernungsmessenden Fäden werden durchweg gemäß der Abbil. 185 eingerichtet, auch entspricht die Lagerung des Fadenkreuzes im Fernrohre in der Regel der Anordnung auf S. 132, wo aus der Abbil. 188 für das Ramsdensche Vergrößerungsglas der Lichtdurchgang in den Hauptzügen zu ersehen ist.

Um eine völlige Abstimmung des Festwertes k auf die runde Zahl 100 durchzuführen, wird bisweilen das Fadenkreuz mit dem Huyghenschen Vergrößerungsglase verbunden, bei dem es zwischen die Auglinse eingefügt wird. Durch eine Verschiebung des Fadenkreuzes in der Längsrichtung des Fernrohrs

Abbildung 197.

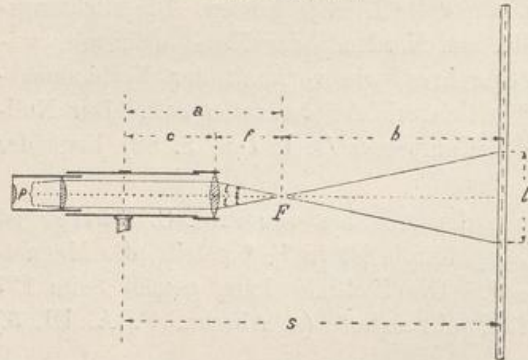
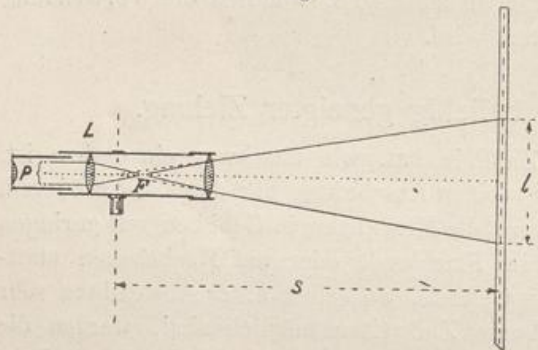
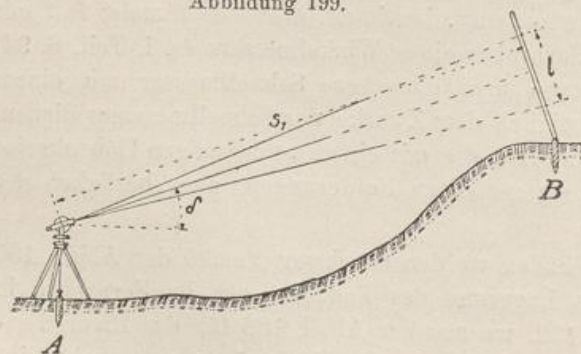


Abbildung 198.



wird, siehe Abbil. 198. Außerdem läßt sich aber durch Verschiebung der Schaltlinse der Festwert k genau auf 100 abstimmen; eine hierdurch herbeigeführte Aenderung des Wertes a , der Null sein soll, ist stets so gering, daß a trotzdem unberücksichtigt bleiben kann.

Abbildung 199.



kann, wie sich in Abbil. 197 aus dem Lichtdurchgange ersehen läßt, k auf den verlangten Zahlenwert abgeglichen werden, während im übrigen die frühere Gleichung (siehe Seite 132)

$$s = a + k \cdot l$$

ihre Gültigkeit behält.

Bei einzelnen Schnellmessern tritt noch eine Vereinfachung der Gleichung dadurch ein, daß die Größe a ganz beseitigt wird und die Entfernung s nur nach

$$s = k \cdot l$$

ermittelt wird. Dies läßt sich nach Porro mit Hilfe einer Schaltlinse (L Abbil. 198) erreichen, wodurch im Gegensatz zu Abbil. 188 u. 197 die Lichtstrahlen innerhalb des Fernrohrs zum Schnitt gelangen. Durch eine entsprechende Stellung der Schaltlinse kann der Schnittpunkt in die lotrechte Drehachse des Schnellmessers verlegt werden, so daß

$$a = 0$$

Die Untersuchung der Zahlenwerte a und k — a gegebenenfalls (s. o.) auch für die Einrichtung von Porro — wird am einfachsten nach dem Verfahren auf Seite 136 (unten) vorgenommen.

Aus der Beziehung:

$$s = a + k \cdot l \text{ oder } s = k \cdot l$$

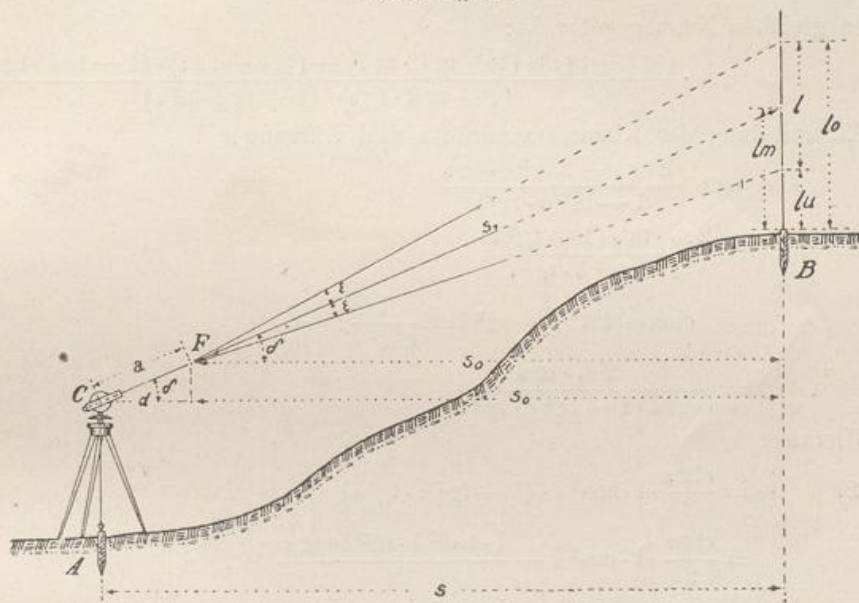
wird, worauf schon Seite 132 hingewiesen wurde, die für die Lagebestimmung endgültige

Entfernung s eines Geländepunktes erhalten unter der Voraussetzung, daß die Ziellinie des Schnellmessers wagerecht verläuft, somit die lotrecht gestellte Höhenlatte rechtwinkelig trifft (z. B. Abbil. 188). Weicht die Ziellinie von der Wagerechten um den Höhenwinkel δ ab, siehe Abbil. 199, dann stellen die obigen Gleichungen nur die Rechenformeln für die schräge Entfernung s_1 nach

$$s_1 = a + k \cdot l \text{ oder } s_1 = k \cdot l$$

dar, jedoch auch nur unter der Bedingung, daß die geneigte Ziellinie die Höhenlatte gleichfalls unter einem rechten Winkel schneidet, was eine schiefe Haltung der Latte (Abbil. 199) voraussetzt. Allgemein wird nun aber die wesentlich bequemere und leichtere Aufstellung der Höhenlatte in der Lotrechten (Hilfs-

Abbildung 200.



mittel s. S. 47) vorgezogen, wodurch eine Umformung der einfachen Gleichungen erforderlich wird. Dabei ist auch eine Erweiterung mit Rücksicht auf die wagerechte Entfernung s zu beachten, auf die es ja allein ankommt. Wie hier vorgehen ist, sei nachstehend näher bekannt gegeben.

Bedeutet in der Abbil. 200:

- A den Standort des Schnellmessers;
- B einen Geländepunkt;
- C den Schnittpunkt der lotrechten Drehachse des Schnellmessers mit der Ziellinie;
- F den Schnittpunkt der Lichtstrahlen außerhalb (Abbil. 188 und 197) oder innerhalb (Abbil. 198) des Fernrohres;
- a den Abstand FC, in m;
- s die gesuchte wagerechte Entfernung von A nach B, in m;
- d die wagerechte Entfernung von C nach F, in m;
- s_0 die wagerechte Entfernung von F nach B, in m;

s_1 den Abstand der Höhenlatte vom Punkte F, gemessen in der geneigten Ziellinie, in m;

$l = l_0 - l_u$ den zu messenden Lattenabschnitt, wobei l_0 die obere, l_u die untere Fadenablesung ist (s. S. 133 Anm.), in m;

δ den „Höhenwinkel“ (+ in Abbil. 200) oder „Tiefenwinkel“ (— in Abbil. 201) der geneigten Ziellinie, gemessen in C, siehe δ auch in F;

ε die festen Winkel in F, gebildet von der Ziellinie und den Lichtstrahlen der oberen bzw. unteren Fadenzielung;

dann ist:

$$\begin{aligned} \text{Gl. 1)} \quad l &= s_0 \cdot \operatorname{tg}(\delta + \varepsilon) - s_0 \cdot \operatorname{tg}(\delta - \varepsilon) \\ &= s_0 \cdot \frac{\operatorname{tg} \delta + \operatorname{tg} \varepsilon}{1 - \operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{tg} \varepsilon} - s_0 \cdot \frac{\operatorname{tg} \delta - \operatorname{tg} \varepsilon}{1 + \operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{tg} \varepsilon}, \end{aligned}$$

auf den gleichen Nenner gebracht:

$$= s_0 \cdot \frac{(\operatorname{tg} \delta + \operatorname{tg} \varepsilon) \cdot (1 + \operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{tg} \varepsilon) - (\operatorname{tg} \delta - \operatorname{tg} \varepsilon) \cdot (1 - \operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{tg} \varepsilon)}{(1 - \operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{tg} \varepsilon) \cdot (1 + \operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{tg} \varepsilon)},$$

nach Ausmittelung der Klammerausdrücke und Kürzung:

$$\begin{aligned} &= s_0 \cdot \frac{2 \operatorname{tg} \varepsilon + 2 \operatorname{tg}^2 \delta \cdot \operatorname{tg} \varepsilon}{1 - \operatorname{tg}^2 \delta \cdot \operatorname{tg}^2 \varepsilon} \\ &= \frac{2 s_0 \cdot \operatorname{tg} \varepsilon (1 + \operatorname{tg}^2 \delta)}{1 - \operatorname{tg}^2 \delta \cdot \operatorname{tg}^2 \varepsilon} \\ &\quad \text{eingesetzt } 1 + \operatorname{tg}^2 \delta = \frac{1}{\cos^2 \delta}: \\ &= \frac{2 s_0 \cdot \operatorname{tg} \varepsilon}{\cos^2 \delta (1 - \operatorname{tg}^2 \delta \cdot \operatorname{tg}^2 \varepsilon)}. \end{aligned}$$

Hieraus:

$$\begin{aligned} \text{Gl. 2)} \quad s_0 &= \frac{\operatorname{ctg} \varepsilon}{2} \cdot 1 \cdot \cos^2 \delta \cdot (1 - \operatorname{tg}^2 \delta \cdot \operatorname{tg}^2 \varepsilon) \\ &= \frac{\operatorname{ctg} \varepsilon}{2} \cdot 1 \cdot \cos^2 \delta - \frac{1 \cdot \cos^2 \delta \cdot \operatorname{tg}^2 \delta \cdot \operatorname{tg} \varepsilon}{2} \\ &= \frac{\operatorname{ctg} \varepsilon}{2} \cdot 1 \cdot \cos^2 \delta - \frac{1 \cdot \sin^2 \delta}{2 \operatorname{ctg} \varepsilon}. \end{aligned}$$

Nun folgt aus Abbil. 188, was auch für Abbil. 197 und 198 zutrifft:

$$\text{Gl. 3)} \quad \operatorname{ctg} \varepsilon = \frac{f}{1/2 p} = \frac{2 f}{p},$$

da aber $\frac{f}{p} = k$ (s. S. 132), so ist $\frac{2 f}{p} = 2 k$, also $\operatorname{ctg} \varepsilon = 2 k$.

Wird letzterer Wert in die obige Gleichung für s_0 eingesetzt, so ergibt sich:

$$s_0 = \frac{2 k}{2} \cdot 1 \cdot \cos^2 \delta - \frac{1 \sin^2 \delta}{2 \cdot 2 k},$$

schließlich

$$\text{Gl. 4)} \quad s_0 = k \cdot 1 \cdot \cos^2 \delta - \frac{1 \sin^2 \delta}{4 k}.$$

Das zweite Glied auf der rechten Seite der Gl. 4) gibt selbst bei den kaum vorkommenden Größen $\delta = 45^\circ$, $l = 4,0$ m für $k = 100$ nur einen Betrag

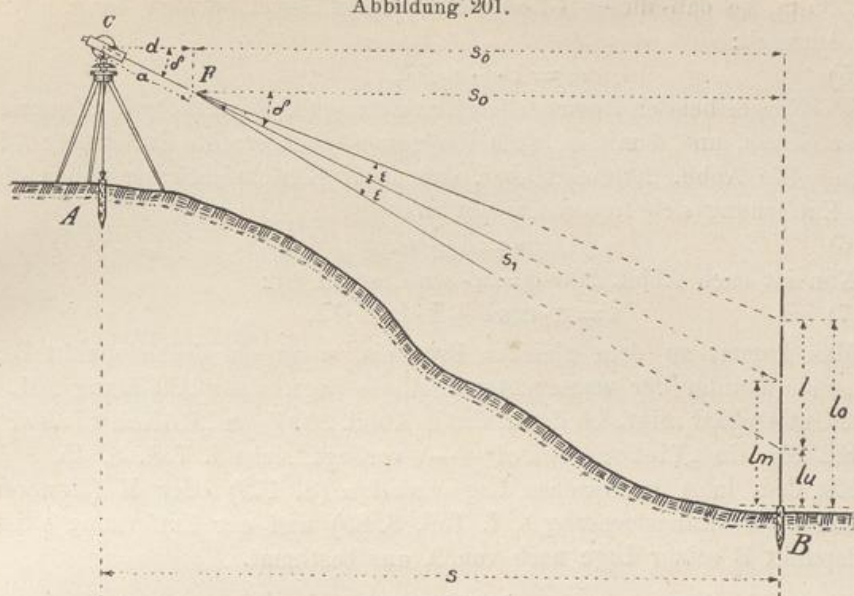
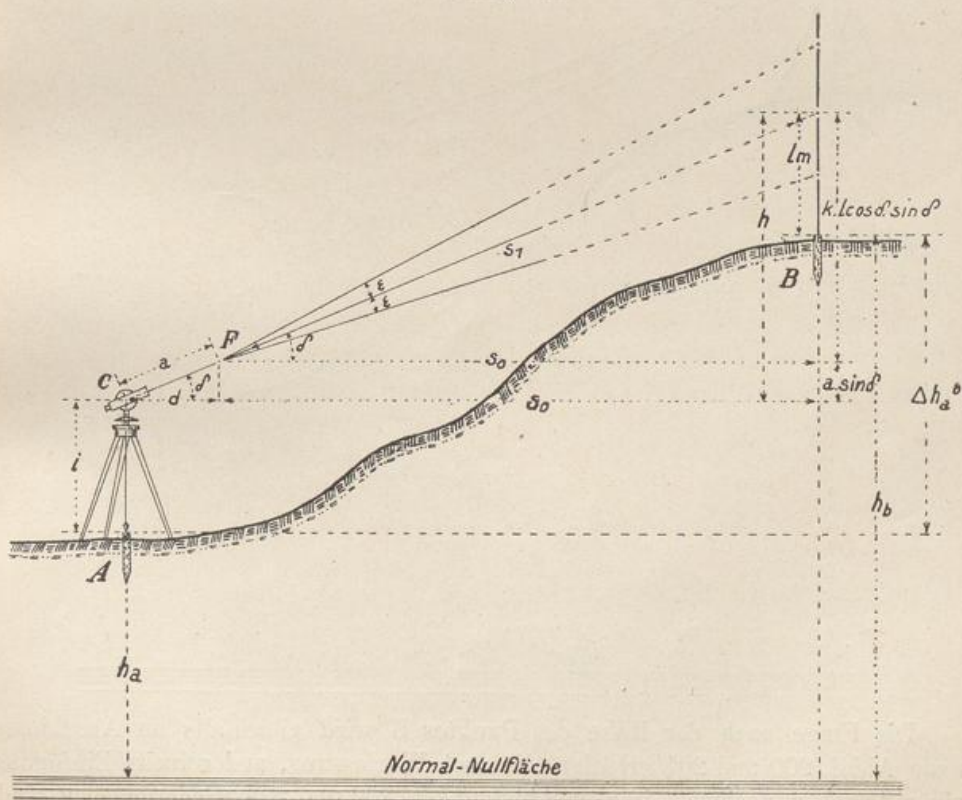


Abbildung 202.



Bedeutet:

h_a die gegebene Höhe des Punktes A (Kopf des Pflockes) über der angenommenen Ausgangsfläche, z. B. N. N. siehe S. 1;

h_b die gesuchte Höhe des Punktes B (Kopf des Pflockes);

i den lotrechten Abstand des Schnittpunktes C oder der wagerechten Ziellinie vom Punkte A;

h den lotrechten Abstand zwischen der wagerechten und der geneigten Ziellinie über dem Punkte B;

l_m den Lattenabstand der Ziellinie vom Punkte B;

dann ist die Höhe des Punktes B:

nach Abbil. 202:

$$\text{Gl. 8)} \quad h_b = h_a + i + h - l_m,$$

wo B höher als die wagerechte Ziellinie liegt, d. h. δ der „Höhenwinkel“ mit dem Vorzeichen $+$ ist,

$$= h_a + h + (i - l_m);$$

nach Abbil. 203:

$$\text{Gl. 9)} \quad h_b = h_a + i - h - l_m,$$

wo B tiefer als die wagerechte Ziellinie liegt, d. h. δ ein „Tiefenwinkel“ mit dem Vorzeichen $-$ ist,

$$= h_a - h + (i - l_m).$$

In beiden Fällen ist der Betrag h (über i siehe S. 168) noch unbekannt. Er wird abgeleitet

nach Abbil. 202 zu:

$$\text{Gl. 10)} \quad h = a \cdot \sin \delta + k \cdot l \cdot \cos \delta \cdot \sin \delta,$$

nach Abbil. 203 ebenfalls zu:

$$\text{Gl. 10)} \quad h = a \cdot \sin \delta + k \cdot l \cdot \cos \delta \cdot \sin \delta.$$

Die Gleichungen 7) und 10) nach:

$$\text{Gl. 7)} \quad s = a \cdot \cos \delta + k \cdot l \cdot \cos^2 \delta,$$

$$\text{Gl. 10)} \quad h = a \cdot \sin \delta + k \cdot l \cdot \cos \delta \cdot \sin \delta$$

sind die strengen Ergebnisse, die nur bei Feinmessungen in Betracht kommen (s. S. 166), nicht aber bei der Aufnahme gewöhnlicher Geländepunkte, die in der Regel ohne Pflockbezeichnung bleiben. Für den letzteren Fall läßt sich eine Vereinfachung der Formeln vornehmen, die eine wesentliche Erleichterung der Berechnung bedeutet.

Man setzt für die Gleichung 7):

$$\text{Gl. 11)} \quad s = (a + k \cdot l) \cdot \cos^2 \delta,$$

für die Gleichung 10):

$$\text{Gl. 12)} \quad h = s \cdot \tan \delta = (a + k \cdot l) \sin \delta \cdot \cos \delta,$$

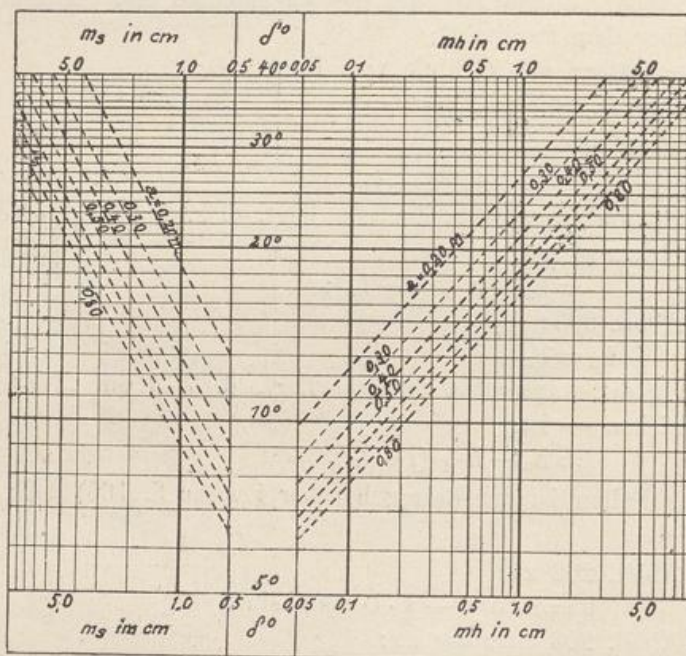
mit dem Bewußtsein, in jeder der beiden Formeln, wenn a nicht „Null“ ist, einen kleinen Fehler begangen zu haben. Dieser beträgt

$$\begin{aligned} \text{in der Gl. 11)} \quad m_s &= a \cdot \cos \delta - a \cos^2 \delta \\ &= a \cdot \cos \delta (1 - \cos \delta), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{in der Gl. 12)} \quad m_h &= a \cdot \sin \delta - a \sin \delta \cdot \cos \delta \\ &= a \cdot \sin \delta (1 - \cos \delta). \end{aligned}$$

Eine Berücksichtigung der beiden Zusatzglieder m_s und m_h , die man am besten in einem Schaubilde (Abbil. 203a) zur Darstellung bringt, wird nur bei der Messung von „Vieleckszügen“ (s. S. 178) und da nur wieder bei entsprechender Witterung, insbesondere bei bedecktem Himmel in Frage kommen.

Abbildung 203a.
Zusatzglieder m_s und m_h . Siehe Seite 178.



Der Einfluß der Lichtstrahlenbrechung (s. S. 4) macht sich, wenn die Geländeoberfläche und die Luft stark verschiedene Wärme zeigen, in so hohem, noch nicht einwandfrei bekannten Maße geltend, daß dann die geringen Beträge m_s und m_h nicht in Betracht kommen. Um den Einfluß der Strahlenbrechung einzuengen, sollen daher, wie auch auf Seite 166 angegeben ist, die Lattenablesungen möglichst am oberen Ende der Höhenlatte vorgenommen werden.

Beim Gebrauch des Schaubildes (Abbil. 203a) wird der Schnitt zwischen den wagerechten δ -Linien und den schrägen a -Linien gesucht und der Punkt zwischen den aufrechten Linien m_s bzw. m_h in cm eingeschätzt. Für $\delta = 27,5^\circ$ und $a = 0,50$ m erhält man links $m_s = 5,0$ cm und rechts $m_h = 2,6$ cm, die man den Ergebnissen der Gleichung 11), also für s , mit dem Vorzeichen $+$ beifügt. Für die Gleichung 12), demnach für h , gilt bei einem „Höhenwinkel“ ebenfalls das Vorzeichen $+$, bei einem „Tiefenwinkel“ das Vorzeichen $-$.

Auf die Auswertung von s und h selbst, sehr zweckmäßig mit Hilfe besonderer Hilfsmittel, wird noch Seite 180 näher hingewiesen werden.

1. Schnellmesser mit Höhenkreis.

Wird das Fernrohr eines einfachen Theodolits oder zweckmäßiger eines Theodolits mit verstellbarem Lagekreis (s. I. Teil, S. 97) durch einen Höhen-

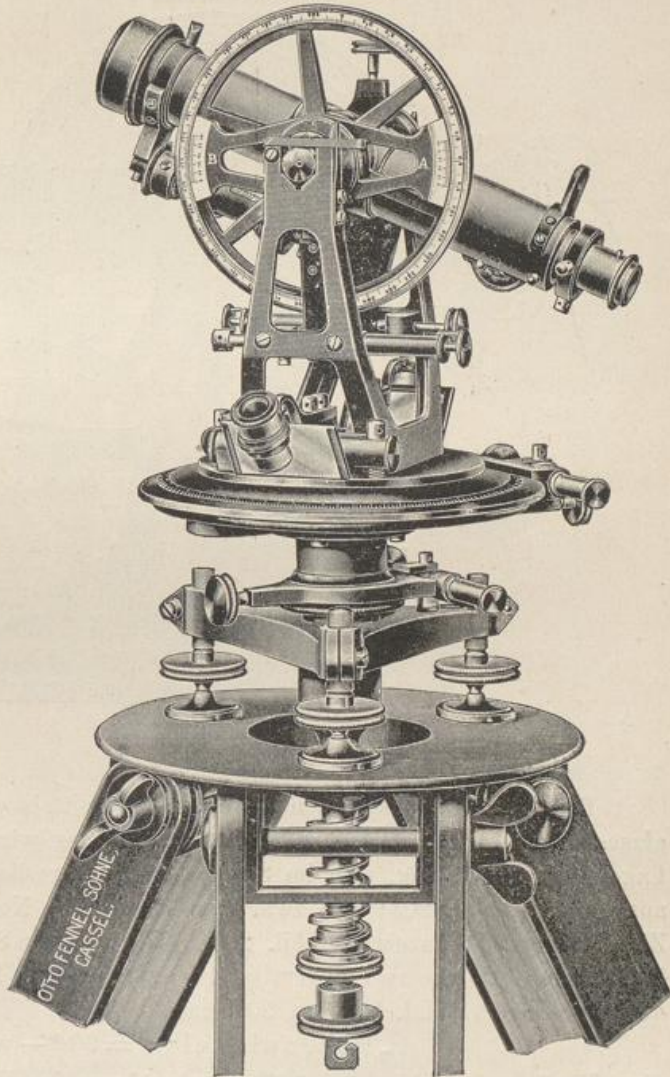
kreis, durch eine Röhrenwage*) — am besten Doppelschliffwage (s. S. 34) — auf dem Fernrohr und durch entfernungsmessende Fäden ergänzt, so ist es zu Arbeiten der Schnellmessung geeignet. Eine derartige Ausrüstung zeigt die Abbil. 204, in welcher der Unterbau des Nonien-Theodolits nach Abbil. 206 im I. Teile des Werkes un-
schwer zu erkennen ist. Abweichend ist nur der Oberteil, der in einer Seitenansicht (Abbil. 205) und einem Schnitt (Abbil. 206) noch besonders dargestellt ist.

Auf der Kippachse i (Abbil. 206), die entsprechend ausgearbeitet wird, ist an einem Flansch der

Höhenkreis r durch Schrauben befestigt. Der Kreis ist, um sein Gewicht zu vermindern, durchbrochen (Abb. 205) und trägt auf einem Ringe aus silberweißem Argentan (r_1 Abbil. 206) eine Teilung in $\frac{1}{2}^\circ$. Neben der Nabe des Höhenkreises ist auf der Kippachse eine Buchse r_2 (Abb. 206 u. 205) aufgepaßt, mit der zwei Arme r_3 (Abb. 205) fest verschraubt sind. Die Arme tragen an ihren Enden je ein Plättchen, gleichfalls aus Argentan, als Nonius, der in 30 Teile geteilt ist; die „Angabe“ des Nonius ist demnach $1'$ (s. I. Teil,

S. 81). Der Höhenkreis und der Nonius sind gegeneinander so angeordnet, daß die beiden Teilungen in einer schwach kegelförmigen Fläche liegen (Abbildung 206). An der Buchse r_2 , die durch eine Vorscheibe r_4 (Abbil. 206) auf der Kippachse festgehalten wird, ist mittels des Zwischenstückes r_3 ein Hebelarm r_5 (Abbil. 206 u. 205) angebracht, der zwischen einer Richtschraube q_2 und dem Federstift q_4 eingreift (Abbil. 205). Der ausrückbare Federstift q_4 sitzt

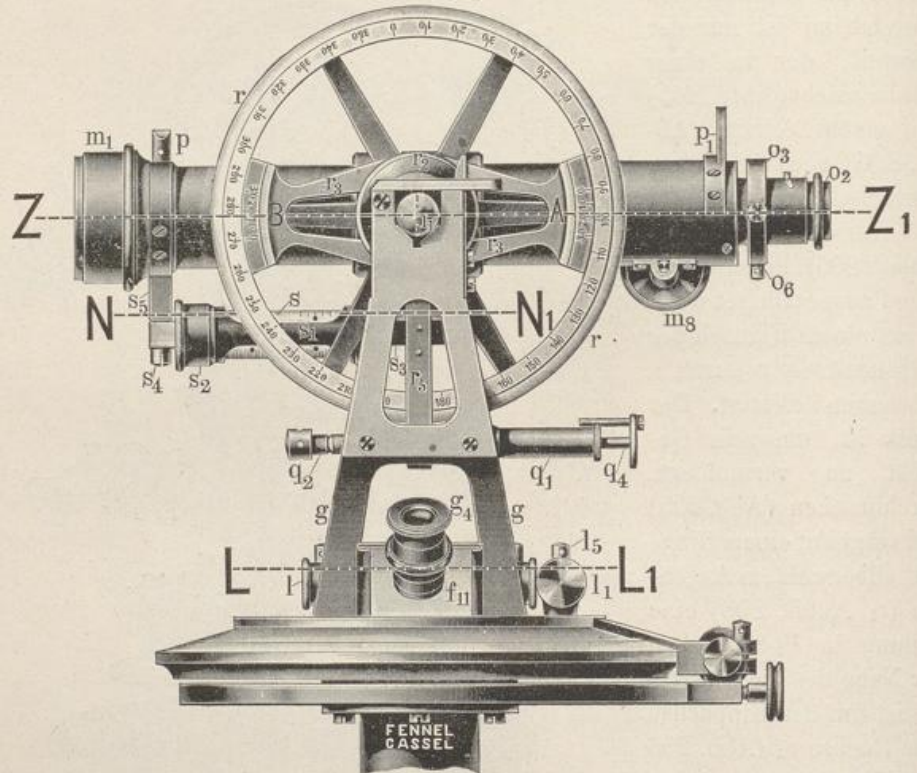
Abbildung 204.



*) Schnellmesser ohne Röhrenwage auf dem Fernrohr sollte man nicht verwenden.

in dem Federgehäuse q_1 (Abbil. 205); letzteres sowie die Richtschraube q_2 , die durch die Schraube q_3 festgeklemmt werden kann, sind an einem Ansatzstück q des linken Fernrohrträgers (Abbil. 206) angebracht. Ueber die Einrichtung des Fernrohrs und des Unterbaues siehe I. Teil, S. 96 usw.

Abbildung 205.



Die Ablesung des Höhenkreises erfolgt mittels eines Hand-Vergrößerungsglases (Abbil. 187). Die Bezifferung der Teilung wird in der Regel, wie beim Lagekreis, rechtsläufig, also im Sinne der Uhrzeigerbewegung, von 0° bis 360° ausgeführt (Abbil. 205) und zwar derart, daß der Nonius A bei wagerechter Zielrichtung 90° anzeigt (Abbil. 205). Die bei der Schnellmessung in Betracht kommenden „Höhenwinkel“ (s. S. 147) werden hiernach durch Ergänzung des abgelesenen Winkels w zu 90° nach

$$\text{„Höhenwinkel“ } \delta = 90^\circ - w,$$

die „Tiefenwinkel“ (s. S. 147) durch Abzug des Winkels w von 90° nach

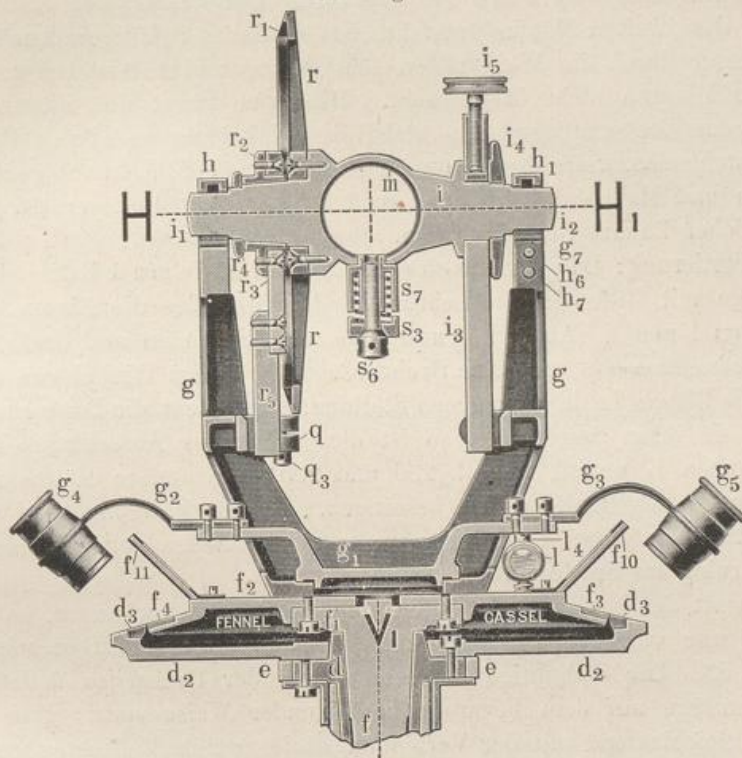
$$\text{„Tiefenwinkel“ } \delta = w - 90^\circ$$

gewonnen. Ein Irrtum bezüglich des Höhen- und Tiefenwinkels, dann also auch bezüglich der Vorzeichen $+$ und $-$ für den Höhenunterschied nach Seite 147, kann somit nie entstehen, da jede Ablesung über 90° einen Tiefenwinkel angibt.

Mit dem Fernrohr (Abbil. 205) ist eine Doppelschliffwage s verbunden. Das Glasrohr ist in eine durchbrochene Messinghülse s_1 eingepipst, deren Enden s_2 und s_3 an den kurzen Ansätzen s_5 (Abbil. 205) und s_7 (Abbil. 206) ver-

schraubt sind. Hierzu dienen die Schrauben s_4 (Abbil. 205) und die Richtschrauben s_6 (Abbil. 206), deren Muttergewinde sich in dem Ansatz s_7 befindet. Durch eine kräftige Sprungfeder in s_7 (Abbil. 206) wird das Ende s_3 der Doppelschliffwage stets gegen den Kopf der Richtschraube s_6 angedrückt.

Abbildung 206.



Das Fadenkreuz (Abbil. 185 und 207) enthält außer dem wagerechten und den aufrechten Fäden noch die beiden entfernungsmessenden Fäden, deren Abstand p gemäß Seite 133 gleich $\frac{1}{100}$ der Brennweite f der Fernlinse ist, also:

$$p = \frac{1}{100} f,$$

wonach

$$k = \frac{f}{p} = \frac{f}{\frac{1}{100} f} = 100$$

ist. Die Anordnung der Auglinse zum Fadenkreuz entspricht, wie auch bei den weiteren Schnellmessern dieses Abschnittes, den Angaben von Ramsden (siehe Abbil. 188 und 132). Das Maß für a wird in der Regel auf den Schutzdeckel der Fernlinse eingeritzt.

Obwohl die Schnellmesser die Werkstatt stets in gut berichtigtem Zustande verlassen, darf die Nachprüfung gewisser Forderungen beim Ankauf und auch später von Zeit zu Zeit nicht außeracht gelassen werden. Auf verschiedene Bedingungen der Drehachse, der Ziellinie und der Kippachse ist bereits im

I. Teile, Seite 105, bei der Messung von Lagewinkeln hingewiesen worden, wo von ihrer strengen Erfüllung Abstand genommen werden konnte, sobald die Beobachtung bei lotrecht gestellter Drehachse des Theodolits in den beiden Fernrohrlagen und die Ablesung an den beiden Nonien vorgenommen wird (s. I. Teil, S. 106). Die Schnellmessung für gewöhnliche Geländepunkte beschränkt sich auf einen Nonius und eine Fernrohrlage. Der Fehler, der durch Vernachlässigung des zweiten Nonius entsteht, ist bei der sorgfältigen Ausführung der Schnellmesser durch die Werkstätten sehr gering und kommt bei der Ablesung auf ganze Minuten nicht in Betracht. Hingegen hängt die einwandfreie und auch bequeme Messung der Lage- und Höhenwinkel nur in einer Fernrohrlage von nachstehenden, teilweise schon im I. Teile, S. 105, bekannt gegebenen Bedingungen und Maßnahmen ab, die zunächst für Schnellmesser der Abbil. 204 oder ähnlicher Bauart Geltung haben.

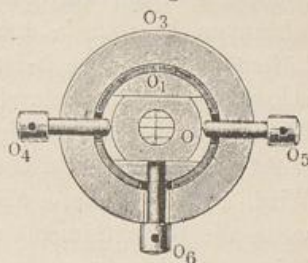
1. Forderung: Die Drehachse V_1 (Abbil. 206) muß lotrecht stehen. Man bringe mit Hilfe der Stellschrauben des Dreifußes die Blasen der beiden Kreuzwagen l und l_1 (Abbil. 206 und 205) zum Einspielen und drehe den Obertheil des Schnellmessers um seine Drehachse unter einem Winkel von etwa 180° . Bleiben die Blasen in der gegebenen Stellung, dann steht die Drehachse lotrecht, verlassen sie ihren Spielpunkt, so ist die Hälfte des Ausschlages mittels der Richtschrauben l_4 und l_5 (Abbil. 206 und 205), die andere Hälfte mittels der Stellschrauben des Dreifußes zu beseitigen. Die Berichtigung wird wiederholt, bis die Blasen auch bei einer langsam vorzunehmenden vollen Umdrehung des Obertheils ruhig im Spielpunkte verbleiben.

Ist statt der beiden Kreuzwagen eine Dosenwage vorhanden, so wird auch diese nur zur vorläufigen Aufstellung benutzt; über ihre Berichtigung siehe I. Teil, S. 83. Die endgültige Lotrechtstellung der Drehachse findet mit Hilfe der Röhrenwage auf dem Fernrohr in folgender Weise statt. Man dreht das Fernrohr gleichlaufend mit der Verbindungslinie zweier Stellschrauben des Dreifußes, z. B. s_1 und s_2 der Abbil. 46, und bringt durch die Klemm- und Feinstellschraube des Fernrohrs (i_5 Abbil. 206 I. Teil) die Blase der Röhrenwage zum Einspielen. Hierauf dreht man das Fernrohr um die Drehachse unter einem Winkel von 180° , beseitigt die Hälfte des sich zeigenden Ausschlags mit Hilfe der Feinstellschraube des Fernrohrs (i_7 Abbil. 206 I. Teil) und bringt die Blase in dieser neuen Stellung mit Hilfe der Stellschraube (s_1 oder s_2 der Abbil. 46) wieder zum Einspielen. Nun stellt man die Röhrenwage über die dritte Stellschraube s_3 (Abbil. 47) und bringt mit dieser allein die Blase auf den Spielpunkt. Falls der geschilderte Vorgang einwandfrei durchgeführt wird, steht hiernach die Drehachse gut lotrecht, und die Blase bleibt bei beliebiger Drehung des Obertheils im Spielpunkte stehen; in der Regel ist aber eine Wiederholung erforderlich.

2. Forderung: Die Ziellinie ZZ_1 soll die Kippachse HH_1 (Abbil. 206 und 205) rechtwinkelig schneiden. Nachdem der Schnellmesser auf dem Dreibein nach der 1. Forderung (s. o.) lotrecht gestellt worden ist, zielt man einen fernen, deutlich erkennbaren Punkt an, der nicht wesentlich höher oder tiefer liegt als die wagerechte Ziellinie, und liest die Richtung an den beiden Nonien

des Lagekreises ab, deren Ergebnis man mittelt. Kippt man das Fernrohr um 180° (s. I. Teil, S. 102) und beobachtet die Richtung noch einmal, so ist die gestellte Forderung erfüllt, wenn die beiden Beobachtungen um genau 180° voneinander verschieden sind. Eine Berichtigung wird nötig, wenn eine Abweichung gegen 180° vorhanden ist. Hierzu stellt man den maßgebenden Nonius auf die Hälfte der sich ergebenden Abweichung und verschiebt mittels der seitlichen Richtschrauben o_4 und o_5 (Abbil. 207) die Fadenplatte o so weit, bis der aufrechte Faden den angenommenen Zielpunkt trifft. Die Berichtigung ist mit Vorsicht durchzuführen; bevor die eine Schraube angezogen wird, muß die andere etwas gelüftet werden. Das Verfahren wird wiederholt, wenn sich nach erneuter Beobachtung in den beiden Fernrohren noch ein Unterschied gegen 180° zeigt.

Abbildung 207.



Beispiel. Die Untersuchung eines Schnellmessers hat folgende Beobachtungswerte*) ergeben:

Standpunkt	Zielpunkt	Erste Fernrohrlage						Zweite Fernrohrlage						Bemerkungen						
		Nonius I			Non. II			Nonius I			Non. II									
		o	'	"	'	"	'	"	o	'	"	'	"		'	"				
1	2	3			4			5			6			7			8			9
A	B	2	05	00	05	00	05	00	182	08	20	80	20	08	20	2° 05' 00"				
																182° 08' 20"				
																Abw. = 3' 20"				
																Hälfte = 1' 40"				

Das Ergebnis in der ersten Fernrohlage (Sp. 3 u. 5) beträgt $2^\circ 05' 00''$, in der zweiten Lage (Sp. 6 u. 8) $182^\circ 08' 20''$, der Unterschied beider: $182^\circ 08' 20'' - 2^\circ 05' 00'' = 180^\circ 03' 20''$; die Abweichung gegen 180° ist $3' 20''$. Man zieht $\frac{3' 20''}{2} = 1' 40''$ von der Ablesung $182^\circ 08' 20''$ (Sp. 6 u. 8) ab und stellt hiernach

den Nonius I der zweiten Fernrohlage auf $182^\circ 08' 20'' - 1' 40'' = 182^\circ 06' 40''$ ein. Die seitliche Verschiebung der Fadenkreuzplatte bis zur Deckung mit dem angenommenen Zielpunkte wird entsprechend dem Bilde im Fernrohr vollzogen.

3. Forderung: Die Kippachse HH_1 (Abbil. 206) soll wagerecht liegen, damit also rechtwinkelig zur nach Ford. 1 lotrecht gestellten Drehachse. Die Nachprüfung erfolgt in sehr einfacher Weise unter Zuhilfenahme eines ziemlich schweren Lotes (Abbil. 56 im I. Teil), das man an einer langen dünnen Schnur aufhängt und in ein Gefäß mit Wasser eintauchen läßt, um Schwingungen zu verhüten. Hierauf stellt man den Schnellmesser, der bereits der zweiten Forderung (s. o.) entspricht, in geringer Entfernung (6 bis 8 m) gut lotrecht auf und zielt das obere Ende der Schnur an. Das Fernrohr wird sodann um

*) Ueber Messung siehe I. Teil, Seite 118.

etwa den gleichen Winkel von der wagerechten Zielrichtung nach unten gekippt, und es wird festgestellt, ob der aufrechte Faden des Fadenkreuzes auf der Schnur verblieben ist. Trifft dieses zu, so ist die geforderte wagerechte Lage der Kippachse vorhanden. Zeigt sich eine Abweichung, so wird die Hälfte derselben sogleich mit Hilfe der Feinstellschraube für den Oberteil (Abbil. 205) beseitigt. Sodann wird der aufrechte Faden zur Deckung mit der Schnur durch die Richtschrauben h_6 und h_7 am Fernrohrträger*) (Abbildung 206) gebracht. Durch Lüften der Schraube h_7 und Anziehen der Schraube h_6 wird das Lager der Kippachse enger und dadurch der Achszapfen i_2 gehoben, umgekehrt wird durch Lüften von h_6 und Anziehen von h_7 das Lager weiter und der Achszapfen gesenkt; hierdurch wird die angegebene Deckung je nach dem Fall herbeigeführt. Wird nun das obere Ende der Lotschnur von neuem angezielt, so wird sich, wenn die Berichtigung einwandfrei durchgeführt ist, beim Kippen des Fernrohrs keine Abweichung mehr zeigen; anderenfalls ist das Verfahren zu wiederholen.

4. Forderung: Die Achse NN_1 (Abbil. 205) der Röhrenwage auf dem Fernrohr soll der Ziellinie ZZ_1 gleichgerichtet sein.

a) Die Nachprüfung ist bei einer Doppelschliffwage, deren beide Achsen stets hinreichend gleichgerichtet sind (s. S. 36) leicht durchzuführen, weshalb die Beigabe einer solchen Röhrenwage sehr zu empfehlen ist. Nach lotrechter Aufstellung der Drehachse läßt man die Blase der Doppelschliffwage einspielen und macht an einer Höhenlatte, die in einer Entfernung von etwa 50 m lotrecht auf einem Pflock oder auf einer Unterlagsplatte (s. S. 46) gehalten wird, am wagerechten Mittelfaden des Fadenkreuzes die Ablesung l_1 . Hierauf wird in der zweiten Fernrohrlage bei gleichfalls gut einspielender Blase die Ablesung am gleichen Faden wiederholt, zu l_2 . Hat man $l_1 = l_2$ erhalten, so ist eine Berichtigung überflüssig. Im anderen Falle wird mit Hilfe der Feinstellschraube des Fernrohrs (i_7 in Abbil. 206, I. Teil) der genannte Faden auf die Mitte der beiden Ablesungen, also auf $\frac{l_1 + l_2}{2}$ gestellt, sodann die Blase der Doppelschliffwage mittels ihrer Richtschraube (s. Abbil. 206) zum Einspielen gebracht. Der Berichtigungsvorgang wird wiederholt, bis die Ablesungen das gleiche Ergebnis zeigen.

Beispiel. Die Nachprüfung brachte folgende Ablesungen:

Erste Fernrohrlage . . . $l_1 = 1,448$ m

Zweite Fernrohrlage . . . $l_2 = 1,440$ m

$$\text{Mittel . . . } \frac{l_1 + l_2}{2} = 1,444 \text{ m.}$$

Auf das Maß 1,444 der Höhenlatte wird der wagerechte Mittelfaden des Fadenkreuzes eingestellt und bei dieser Lage die Doppelschliffwage, wie angegeben, berichtigt.

b) Umständlicher wird die Nachprüfung, wenn das Fernrohr mit einer gewöhnlichen, einseitig ausgeschliffenen Röhrenwage (s. Abbil. 45) ausgerüstet ist. Das dann einzuschlagende Verfahren entspricht vollständig den Angaben auf Seite 28, auf die deshalb verwiesen sei.

*) Näheres siehe I. Teil, Seite 102.

5. Forderung: Der Nullstrich des Höhenkreis-Nonius A (Abb. 205) soll bei lotrecht gestellter Drehachse V_1 (Abbil. 206) und wagerechter Ziellinie ZZ_1 (Abbil. 205), d. h. bei einspielender Röhrenwage auf dem Fernrohr, die Ablesung 90° (Abbil. 205) oder bei einer Bezifferung nach Höhen- und Tiefenwinkeln die Ablesung 0° ergeben.

Nachdem die vorgenannten vier Forderungen sorgfältig erfüllt sind, wird die Doppelschliffwage oder die einfache Röhrenwage auf dem Fernrohr zum Einspielen gebracht und es wird festgestellt, ob der Höhenkreisnonius A (Abb. 205), mit dem die Beobachtung beim Schnellmessen erfolgt, die Ablesungen 90° bzw. 0° angibt. Trifft dies nicht zu, so wird mit Hilfe der Richtschraube q_2 (Abbil. 205) bei eingeschaltetem Federstift q_4 der Nonius so verstellt, daß sein Nullstrich mit dem Striche 90° bzw. 0° des Höhenkreises zusammenfällt.

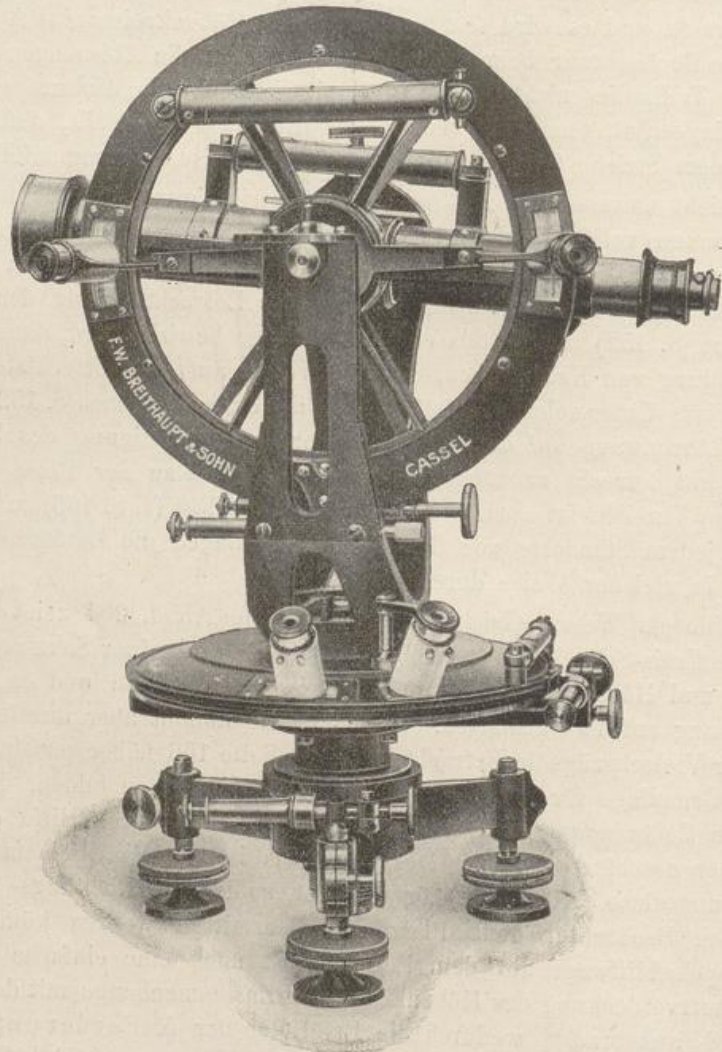
Als nicht unwesentlich ist nach dieser Berichtigung zu beachten, daß bei einer langsamen vollen Umdrehung des Oberteils des Schnellmessers die Blase der Röhrenwage auf dem Fernrohr den Spielpunkt nicht verlassen darf. Ein derartiger Uebelstand kann eintreten, wenn die Lotrechtstellung der Drehachse (1. Forderung S. 152) nur mittels einer Dosenwage bewirkt wird, dann aber auch bei Verwendung von Kreuzwagen, deren Wirkung auf die Lotrechtstellung nicht sehr scharf ist. Unter solchen Umständen ist die Drehachse nach S. 152 (Mitte) mit Hilfe der Röhrenwage auf dem Fernrohr vor der Berichtigung des Höhenkreisnonius so gut lotrecht zu stellen, daß kein Ausschlag der Blase vorkommen kann. Diese Vorsicht ist auch bei der Aufnahme selbst (s. S. 166) zu beobachten, indem auf jedem Standorte vor Beginn der Messungen die Lotrechtstellung der Drehachse in gleicher Weise durchgeführt wird.

b) Eine im Wesen gleiche Einrichtung wie Abbil. 204 zeigt der Breithauptsche Kreis-Schnellmesser (Abbil. 208), jedoch mit einer Schutzverdeckung*) des Lage- und Höhenkreises, die beide in $\frac{1}{6}^\circ$ geteilt sind und an den Nonien eine Ablesung auf $10''$ gestatten. Diese Schärfe kommt aber nur bei der Festlegung der Vieleckszüge in Betracht, die, wie Seite 166 näher auseinandergesetzt wird, die Grundlage für umfangreiche Schnellmeß-Arbeiten bilden. Für die Aufnahme von Geländepunkten dienen Strichmarken, mit deren Hilfe einzelne Minuten sicher geschätzt werden. Der Lagekreis ist dazu mit einem besonderen Vergrößerungsglase (Abbil. 208) ausgestattet, so daß die Richtungs- und Höhenwinkel vom Beobachter ohne Platzwechsel ermittelt werden können. Außer einer Doppelschliffwage auf dem Fernrohr ist noch eine einfache Röhrenwage an der Schutzverdeckung des Höhenkreises im Zusammenhange mit dessen Nonien (Abbil. 208) angebracht, wodurch die Erfüllung der 5. Forderung (s. o.) bei der Arbeit leicht verfolgt werden kann. Entsprechend q_2 (Abbil. 205) ist hier eine eigene Richtschraube für die Nonien vorgesehen, die zur Unterscheidung gegenüber der Feinstellschraube des Fernrohres in einen etwas langen, geriffelten Stiftkopf ausläuft (Abbil. 208).

*) Der Schnellmesser nach Abbil. 204 wird gleichfalls mit einer Schutzverdeckung und besonderer Röhrenwage am Höhenkreis von den Feinwerkstätten Otto Fennel Söhne in Cassel geliefert, siehe Anhang unter lfd. Nr. II.

Der Schnellmesser muß die gleichen Forderungen erfüllen, die unter 1. bis 5. auf Seite 152 usw. gestellt sind. Der Vorteil, den die besondere Röhrenwage im Zusammenhange mit den Höhenkreisnonien abgesehen von dem Messungsvorgange Seite 169 bietet, besteht darin, daß sich bei der Aufnahme von Geländepunkten in jedem Augenblick feststellen läßt, ob die sehr wichtige 5. Forderung erfüllt wird, was bei der Bauart nach Abbil. 204 erst durch den auf

Abbildung 208.



S. 152 (Mitte) geschilderten Vorgang bekannt wird. Bei der fraglichen Ausrüstung der Schnellmesser (Abbil. 208) wird nach Einstellung des Nonius auf 90° bzw. 0° die Blase der Höhenkreis-Röhrenwage auf den Spielpunkt gebracht, den die Blase während der ganzen Messung nicht verlassen darf. Wird bei einem längeren Verweilen auf einem Standorte eine nicht unerhebliche Störung der Blase wahrgenommen, dann ist entweder die Berichtigung gemäß der 5. Forderung (Seite 155) zu wiederholen, oder es ist, wenn es sich nur noch um

wenige Geländepunkte handelt, die Blase vor jeder Ablesung mit der zugehörigen Richtschraube immer von neuem zum Einspielen zu bringen.

c) Ein Schnellmesser mit dem Unterbau und der Ablesevorrichtung nach Abbil. 217, I. Teil des „Feldmessens“, ist in der Gesamtanordnung, in einer

maßstäblich größeren Ansicht und einem Schnitt des Oberteils in den Abbildungen 209, 210 u. 211 wiedergegeben. Die Einrichtung der entfernungs-

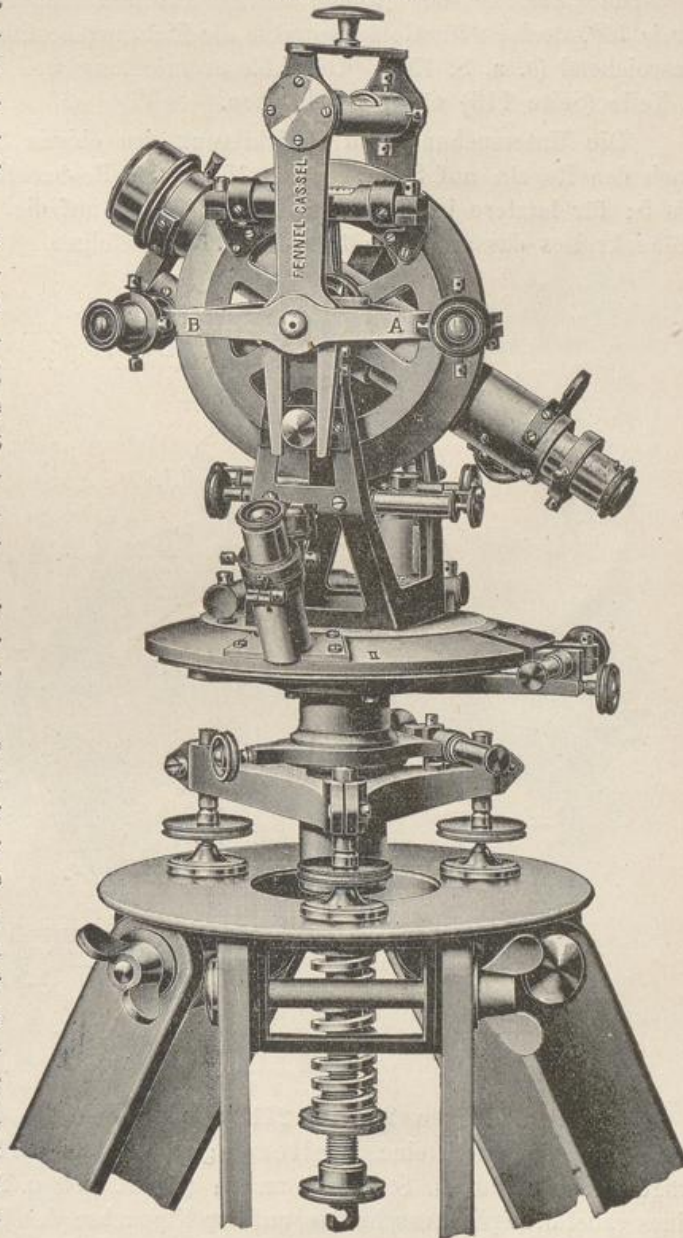
messenden Fäden und der Doppelschliffwage auf dem Fernrohr ist die gleiche bei dem Schnellmesser auf Seite 149, doch sind der Lage- und Höhenkreis, wie bei Abbil. 208, zum Schutz gegen äußere Einwirkungen verdeckt und die Nonien des Höhenkreises haben, wie Abbil. 208, eine besondere Röhrenwage erhalten.

Der Höhenkreis r (Abbil. 211) ist auch hier an einem Flansch der

Kippachse i mittels Schrauben befestigt. Die Verdeckung r_3 des Kreises steht in fester Verbindung mit der Buchse auf der Kippachse und trägt die beiden Ansätze u und u_1 (Abbil. 210), auf denen die Enden u_3 und u_4 der Nonien-Röhrenwage u_2 mittels der Befestigungsschraube u_5 und der Richtschraube u_6 (Abbil. 209) aufrufen. Mit der Buchse sind außerdem zwei Arme fest verbunden, die an den Enden

die beiden Vergrößerungsgläser nach Abbil. 217a im I. Teile, jedoch ohne das Belichtungsrohr g_1 tragen. Die Arme sind geschlitzt (Abbil. 209); der eine Teil

Abbildung 209.

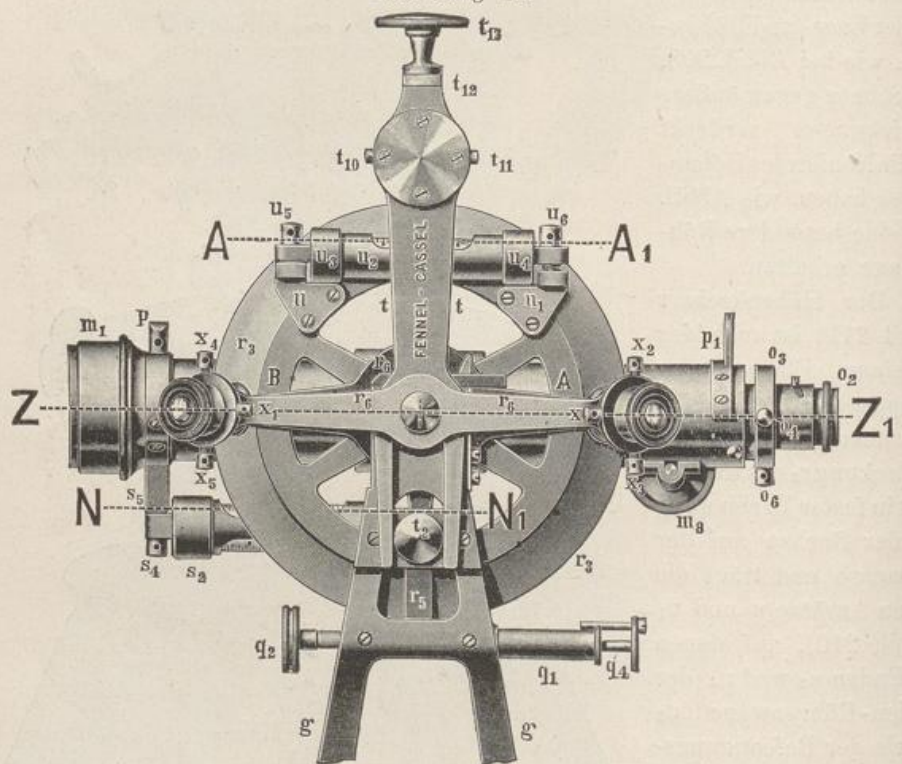


ist mit der genannten Buchse verschraubt, der andere umfaßt das Ende der Kippachse, siehe r_6 am linken Achszapfen i in Abbil. 211. Mit r_3 verbunden ist der Klemmhebel r_5 (Abbil. 210 u. 211), der zwischen die Stellschraube q_2 und den ausrückbaren Federstift in dem Federgehäuse q_1 (Abbil. 210) eingreift und zur Einstellung der Nonien-Röhrenwage u_2 , wie bei Abbil. 205, dient.

Die „Angabe“ der Nonien beträgt für den Höhenkreis $1'$, für den Lagekreis $30''$, doch ist für Geländepunkte die Richtungsbestimmung auf ganze Minuten ausreichend (s. a. S. 131). Die Ablesevorrichtung und ihre Berichtigung ist im I. Teile (Seite 113) näher beschrieben.

Die Untersuchung und Berichtigung des obigen Schnellmessers geschieht nach den Regeln auf Seite 152 bis 155 unter Beobachtung der Forderungen 1. bis 5; für letztere ist außerdem mit Rücksicht auf die Nonien-Röhrenwage des Höhenkreises das auf Seite 156 Gesagte zu befolgen.

Abbildung 210.

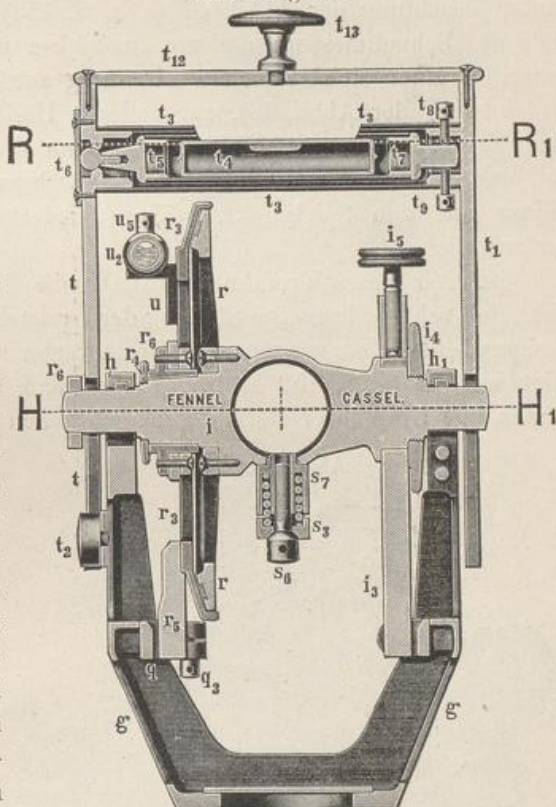


Die Abbildungen 209 bis 211 zeigen noch die weitere Ausrüstung des Schnellmessers durch eine „Reiterwage“ t_4 (Abbil. 211), eine einfache Röhrenwage mit zwei langen Stützen t und t_1 (Abbil. 209 u. 211), die an der Wurzel eines gabelförmigen Ausschnittes auf der Kippachse des Fernrohrs aufrufen. Die inneren gleichgerichteten Flächen der Gabeln umfassen ein am Fernrohrträger angebrachtes rundes Führungsstück t_2 (Abbil. 211), so daß ein Kippen der Reiterwage verhindert wird. Die Stützen t und t_1 sind durch ein oben durchbrochenes

Metallrohr t_3 (Abbil. 211) starr miteinander verbunden. In dem Rohr t_3 ist ein zweites Metallrohr mit der Röhrenwage t_4 so eingelagert, daß es ein wenig bewegt werden kann. Hierzu endet das innere Metallrohr mit dem Ende t_5 in eine Kugel, die durch eine federnde Platte t_6 in einer abgerundeten Vertiefung der Stütze t festgehalten wird. Das andere Ende t_7 läuft in einen Ansatz von quadratischem Querschnitt aus, der zwischen zwei lotrecht und wagerecht wirkenden Richtschrauben t_8 und t_9 (Abbil. 211) bzw. t_{10} und t_{11} (Abbil. 210) festgehalten wird. Durch diese Richtschrauben läßt sich die Röhrenwage t_4 um den Mittelpunkt des Kugellagers in der lotrechten und wagerechten Richtung etwas bewegen. Die Achse der Reiterwage RR_1 (Abbil. 211) kann dadurch der Kippachse HH_1 gleichgerichtet werden, was zu einer einfacheren Nachprüfung der rechtwinkligen Lage der Kippachse zur Drehachse führt, als sie auf Seite 153 bei der 3. Forderung, der dortigen Ausrüstung entsprechend, angegeben ist. Hierbei wird zuerst die Achse RR_1 (Abbil. 211), wie folgt, der Kippachse gleichgerichtet.

Nach Lotrechtstellung der Drehachse gemäß der 1. Forderung S. 152 wird der Oberteil des Schnellmessers so gedreht, daß das eine Lagerende der Kippachse über einer Stellschraube des Dreifußes liegt. Hierauf setzt man die Reiterwage auf die Kippachse und bringt sie mittels der Dreifußstellschraube zum Einspielen. Nunmehr setzt man die Reiterwage um, so daß die beiden Stützen t und t_1 (Abbil. 211) vertauscht werden, indem man den Holzknopf t_{13} (Abbil. 211) anfaßt, der zu diesem Zwecke an einem Steg t_{12} angebracht ist. Verläßt hiernach die Blase den Spielpunkt, so ist die Hälfte des Ausschlages mittels der Dreifußstellschraube (unter dem Kippachsenende, s. o.), die andere Hälfte mittels der lotrecht wirkenden Richtschrauben t_8 und t_9 (Abbil. 211) zu beseitigen. Nach einer Wiederholung des Verfahrens werden die beiden Achsen in zwei gleichgerichteten, d. h. hier wagerechten Ebenen liegen. Die Achsen müssen aber, wenn sie den gleichen Richtungsverlauf zeigen sollen, eine gemeinsame lotrechte Ebene haben, da sie sich sonst kreuzen. Um diese „Kreuzung“ feststellen zu können, wird die Reiterwage auf der Fernrohrkippachse nach beiden Seiten ein wenig gekippt. Hierzu wird bei der Anordnung nach Abbil. 211 das Führungs-

Abbildung 211.

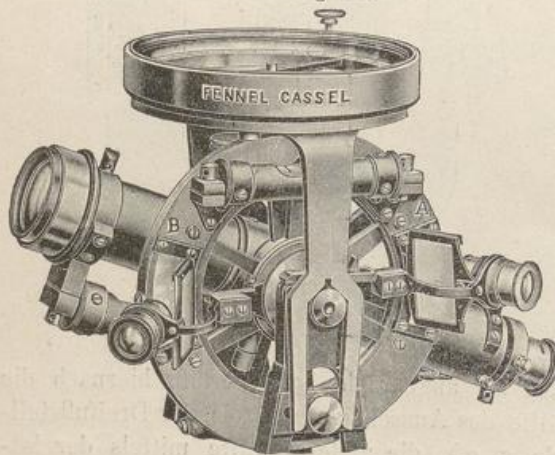


stück t_2 herausgeschraubt*). Ändert beim Kippen die Blase ihre Stellung, indem sie abwechselnd nach den beiden Enden der Reiterwage zustrebt, so ist „Kreuzung“ vorhanden. Die Ausschläge der Blase werden ganz durch die wage-recht wirkenden Richtschrauben t_{10} und t_{11} (Abbil. 210) beseitigt, nachdem man durch Versuch festgestellt hat, ob t_{10} oder t_{11} anzuziehen bzw. zu lüften ist. Sobald dies geschehen ist, wird noch einmal die ganze Untersuchung wiederholt. Eine geringe zurückbleibende Kreuzung ist für die Messungen unschädlich.

Hat man das Führungsstück t_2 wieder an dem Fernrohrträger befestigt, so kann die Untersuchung der rechtwinkligen Lage der Kippachse zur Drehachse (2. Forderung S. 152) vor sich gehen. Man bringt die Reiterwage unter Beachtung der Abbil. 47 (s. a. S. 153) zum Einspielen, dreht den Ober- teil des Schnellmessers um die Drehachse unter einem Winkel von 180° und beseitigt einen sich zeigenden Ausschlag zur Hälfte an einer Dreifußstellschraube (s_1 oder s_2 der Abbil. 46), zur anderen Hälfte mittels der Schrauben h_6 und h_7 am Fernrohrträger (Abbil. 206). Sodann dreht man die Reiterwage nach Ab- bildung 47 über die dritte Dreifußstellschraube s_3 und stellt mittels dieser die Blase auf den Spielpunkt. Eine Wiederholung der Berichtigung ist meist erforderlich.

Durch dieses Verfahren wird, da die Reiterwage in der Regel sehr genau ist, eine scharfe lotrechte Stellung der Drehachse erzielt. Die den Schnellmessern beigegebenen Kreuzwagen oder Dosenwagen können hiernach sehr leicht berich- tigt werden (s. S. 152 Mitte), indem man sich etwa zeigende Ausschläge an ihnen mit Hilfe ihrer Berichtigungsschrauben fortschafft.

Abbildung 212.



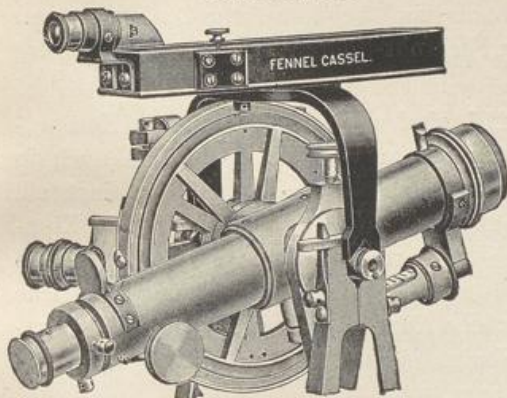
d) Die obigen Schnellmesser können leicht durch einen Voll- kreis- oder einen Kastenkompaß dahin ergänzt werden, daß die Richtungsmessungen an die mag- netische oder an die Erd-Nord- richtung anschließen. Zwei ein- fache Vorkehrungen dieser Art sind in den Abbildungen 212 und 213 dargestellt. Ueber die Aus- stattung und den Gebrauch ist bereits im I. Teile, Seite 115 usw., Näheres gesagt worden.

Eine seitliche Verbindung von Kastenkompaß und Schnell- messer ist aus der Abbil. 214 zu ersehen. Der Kompaß ist an einem Fern- rohrträger angebracht. Der Unterbau des Schnellmessers hat einen verstellbaren

*) Bisweilen werden die Reiterwagen, die im übrigen etwa die gleiche Einrichtung wie Abbil. 211 haben, mit kurzen Stützen ausgeführt (Abbil. 217 und 215 im I. Teil), deren recht- winkelig ausgearbeitete Enden unmittelbar auf der Kippachse aufsitzen. Die Lagerdeckel sind mit Schlitten versehen, in die die Stützen hineingreifen und dadurch gegen Umfallen gesichert sind. Um hier das Kippen der Reiterwage zu ermöglichen, werden die Lagerdeckel hochgeklappt und die Stützen vorsichtig auf die Achszapfen des Fernrohrs gestellt.

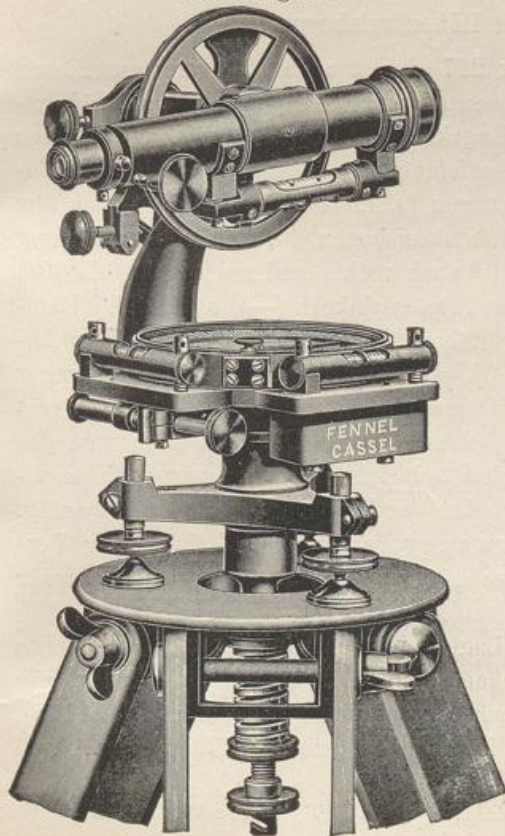
Lagekreis mit zwei Nonien. Der Höhenkreis besitzt an jeder Seite einen „Doppelnonius“ (s. S. 162), der so beziffert ist, daß „Höhenwinkel“ (+)

Abbildung 213.



und „Tiefenwinkel“ (—) abgelesen werden können. Dosen- oder Kreuzwagen dienen der vorläufigen Lotrechtstellung der Drehachse (s. S. 155).

Abbildung 215.



Schewior, Das Feldmessen II.

Abbildung 214.

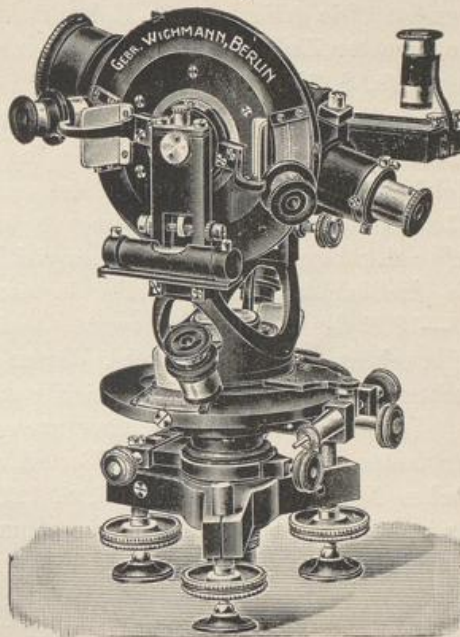
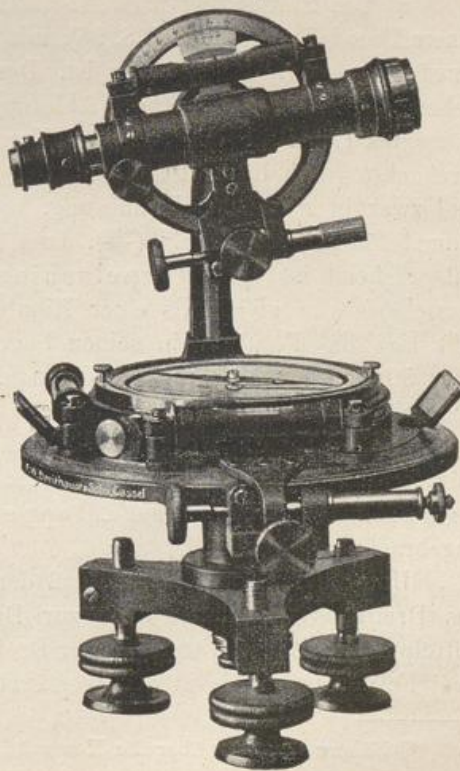


Abbildung 216.



Die Nachprüfung erfolgt gemäß den Forderungen 1. bis 5. auf Seite 152 usw. Da die Röhrenwage auf dem Fernrohr nur einseitig ausgeschliffen ist, wird zur Erfüllung der 4. Forderung das Verfahren nach Seite 154 unter b) angewendet. Die Ablesung am Höhenkreisonius muß bei lotrechter Drehachse und wagerechter Ziellinie bzw. einspielender Fernrohr-Röhrenwage die Ablesung 0° geben (s. S. 155).

e) In den Abbildungen 215 und 216 sind noch zwei einfache Kompaß-Schnellmesser wiedergegeben, die in schwierigem Gelände, besonders auch in Holzbeständen, ein wertvolles Meßwerkzeug sind. In beiden Fällen dient ein Büchsenkompaß der Bestimmung der magnetischen Richtungswinkel. Die Kippachse des Fernrohrs ist an einer seitlich angebrachten Säule so befestigt, daß die Ziellinie beim Kippen sich in der lotrechten Ebene durch die Teilstriche 0° — 180° des Kompasses bewegt. Jeder der Kompaßteilkreise*) ist in $\frac{1}{2}^{\circ}$ geteilt, ebenso der Höhenkreis, dessen Nonius ganze Minuten angibt. Zur lotrechten Aufstellung dienen zwei Kreuzwagen.

Der Kompaß-Schnellmesser nach Abbil. 216 ist noch mit einem Lagekreis verbunden, wodurch sich der Vorteil ergibt, daß nach Feststellung der magnetischen Nordrichtung (s. I. Teil, S. 121) die Richtungen nach den einzelnen Geländepunkten bis auf ganze Minuten am Lagekreis rasch ermittelt werden können, ohne jedesmal das Stillstehen der Magnetonadel abwarten zu müssen.

2. Schnellmesser mit Höhenkreisbogen.

a) Die Einrichtung nach Abbildung 217 gleicht auch hier im wesentlichen einem Theodoliten (s. I. Teil, S. 96), mit dessen Fernrohr-Kippachse ein „Höhenkreisbogen“ fest verbunden ist. Der Lagekreis ist in $\frac{1}{2}^{\circ}$ geteilt, zwei Nonien geben ganze Minuten an, die Ablesung erfolgt mit oder ohne Hand-Vergrößerungsglas (Abbil. 187). Mit zwei Kreuzwagen (s. I. Teil, S. 101) läßt sich die Drehachse rasch lotrecht stellen. Der Höhenkreisbogen hat die gleiche Teilung und zwar in zweifacher Bezifferung, von 0° nach rechts und nach links bis 50° , einmal für „Höhenwinkel“ (+), dann für „Tiefenwinkel“ (—), s. S. 144. Dementsprechend ist ein „Doppelnionius“ (Abbil. 217) angebracht mit einer Ableseschärfe von gleichfalls einer Minute. Wegen der niedrig gehaltenen Träger läßt sich das Fernrohr in seinen Lagern nur bis zu einem Winkel von etwas über 50° kippen, also nicht vollständig durchschlagen. Dagegen kann man das Fernrohr nach Hochklappen der Lagerdeckel bei einer Untersuchung des Schnellmessers „umlegen“, der Art, daß die Enden der Kippachse vertauscht werden. Für die Berichtigung steht eine „Reiterwage“ (s. Abbil. 217 links) zur Verfügung; hierzu kommt eine „Doppelschliffwage“, die auf dem Fernrohr angebracht ist.

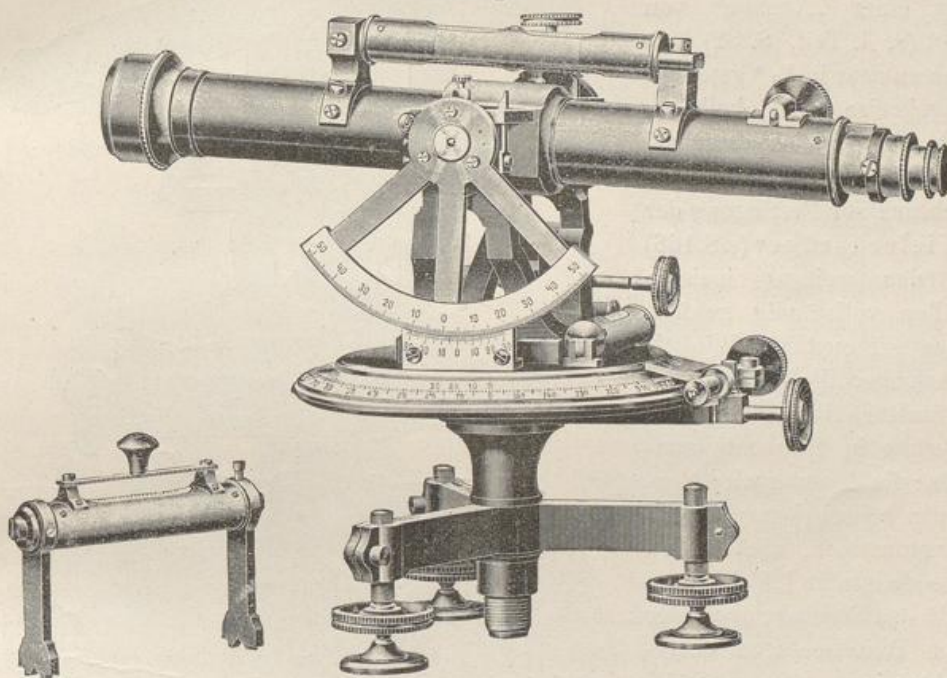
Unter der Voraussetzung, daß der Lagekreis rechtwinkelig zur Drehbuchse des Dreifußes und damit auch zur Drehachse angebracht ist, daß ferner sein Mittelpunkt mit der Mittellinie der Drehachse zusammenfällt (s. a. I. Teil, S. 105), zwei Forderungen, die in der Werkstatt hinreichend genau erfüllt werden, muß

*) Nähere Angaben über die Kompaßeinrichtung siehe I. Teil, Seite 115.

der gebrauchsfertige Schnellmesser den Bedingungen genügen, die auch für die Gruppe der Schnellmesser im vorigen Abschnitte, siehe Seite 152, in Betracht kommen.

Dazu sei bemerkt, daß die Nachprüfung der 2. Forderung (Seite 152): „Die Ziellinie soll die Kippachse rechtwinkelig schneiden“ durch „Umlegen“ des Fernrohrs erfolgt, da sich dieses (s. o.) nicht durchschlagen läßt. Nachdem man einen gut erkennbaren Punkt (s. S. 152 unten) am wagerechten Mittelfaden mit dem

Abbildung 217.



aufrechten Faden scharf angezielt hat, hebt man das Fernrohr aus den Lagern und legt es so um, daß der linke Achszapfen in das rechte Lager kommt. Richtet man sodann das Fernrohr wieder auf den Punkt, so ist die Ziellinie einwandfrei, wenn letzterer an derselben Stelle des Fadenkreuzes erscheint. Zeigt sich eine seitliche Abweichung, gesehen entlang des Mittelfadens, so ist die Hälfte derselben durch Drehung des Oberteils mit Hilfe der Feinstellschraube d (f. Abbil. 200 I. Teil) zu beseitigen, worauf durch Verschiebung des aufrechten Fadens mittels der seitlichen Richtschrauben (o_4 und o_5 nach Abbil. 207) der angezielte Punkt wieder eingestellt wird. Das Verfahren wird wiederholt, bis nach dem Umlegen der Punkt an derselben Stelle des Fadenkreuzes erscheint.

Da eine Reiterwage vorhanden ist, kann die 3. Forderung außer nach Seite 153 auch gemäß dem Vorgange auf Seite 159 nachgeprüft werden. Was auf Seite 160 über die Lotrechtstellung der Drehachse durch die Reiterwage gesagt ist, hat auch hier seine Geltung.

b) Eine sehr wertvolle Erweiterung hat der vorige Schnellmesser durch Puller-Breithaupt (Abbil. 218) erfahren. Der Unterbau entspricht mit

seinem Lagekreise der Abbil. 194*), wo für die Aufnahme gewöhnlicher Geländepunkte die Bestimmung der Richtungswinkel auf ganze Minuten genügt und mit Hilfe einer einfachen Strichmarke (s. I. Teil, S. 81) und eines hierfür angebrachten Vergrößerungsglases bewerkstelligt wird. An zwei besonderen Nonien mit einer „Angabe“ von 20" (s. I. Teil, S. 82) läßt sich an dem in $\frac{1}{6}^\circ$ geteilten Lagekreise die Winkelbeobachtung für sich so scharf durchführen, daß die Einrichtung zur Festlegung der „Vieleckszüge“ (s. S. 166) in den weitaus meisten Fällen vollständig genügt. Dies gilt auch für Winkelmessungen, die bei den Lageaufnahmen im I. Teile des Werkes in Betracht kommen; die Messung wird hierbei in beiden Fernrohrlagen vorgenommen, wie bei den Theodoliten im I. Teile, weshalb das Fernrohr auch hier zum Durchschlagen eingerichtet ist.

Abbildung 218.



Die Kippachse des Fernrohrs trägt eine Doppelschliffwage zur einfachen Berichtigung der Ziellinie nach Seite 154 und einen in $\frac{1}{6}^\circ$ geteilten Kreisbogen, zu dessen Ablesung ein großes Vergrößerungsglas dient. Außer einem Doppelnnonius mit 20" Angabe, der eine wesentlich schärfere Bestimmung der Höhenwinkel ermöglicht (s. S. 169), liegt vor diesem eine kleine herunterklappbare Platte, auf der zur Minuten-Ablesung eine Strichmarke angebracht ist. Mit Rücksicht auf die vielseitige Verwendung kann der Schnellmesser von Puller-Breithaupt (Abbil. 218) in bautechnischen Kreisen ganz besonders empfohlen werden.

Für die Berichtigung bleiben die Angaben auf Seite 152 bis 155 maßgebend. Der Schnellmesser hat jüngst eine sehr brauchbare Durchbildung dadurch erfahren, daß der Höhenkreisbogen, wie der Lagekreis, ohne Platzwechsel abgelesen werden kann (Abbil. 219). Hierzu ist der Nonius mit dem Fernrohr fest

*) Von den beiden Kreuzwagen ist die eine an dem rechten Fernrohrträger angebracht, s. Abbil. 218.

verbunden und wird mit einem besonderen Vergrößerungsglas (neben dem Augenglas des Fernrohrs) verfolgt. Auf einer drehbaren Platte (wie bei Abbil. 218), die über den Nonius (Angabe 20'') geklappt wird, befindet sich die Strichmarke, an der bei der gewöhnlichen Schnellmessung ganze Minuten sicher entnommen werden können. Außer den beiden Kreuzwagen L_4 und L_2 , von denen L_2 an dem rechten Fernrohrträger befestigt ist, befindet sich auf dem Fernrohr eine Doppelschliffwage L_1 und in unmittelbarer Verbindung mit dem Höhenbogen auf einem besonderen Arm die Röhrenwage L_3 . Eine Reiterwage ist, wie bei Abbildung 217, nicht vorhanden.

Die Prüfung und Berichtigung geschieht auch hier nach den Angaben auf Seite 152 bis 155. Durch Einstellung der Röhrenwage L_3 gemäß Seite 155 kann nach Erfüllung der 5. Forderung (Seite 155), wobei der Teilstrich 90° oder

Abbildung 219.

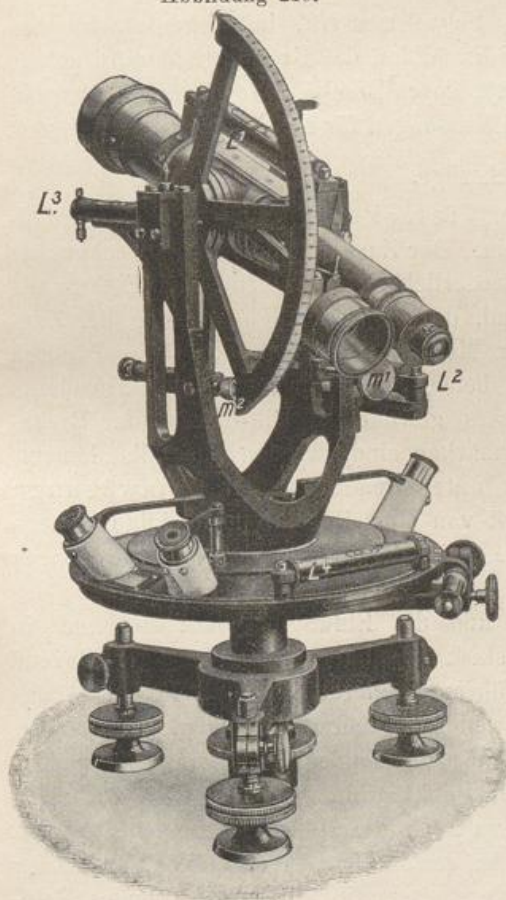
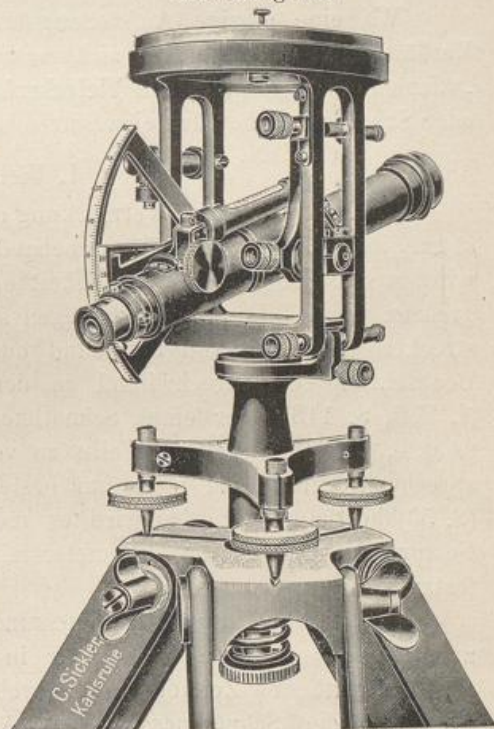


Abbildung 220.



0° des Höhenkreisbogens*) mit Hilfe der Richtschraube m_2 (Abbil. 219) auf den Nullstrich des Nonius oder auf die Strichmarke (s. o.) bei einspielender

*) Der Schnellmesser wird mit einer durchgehenden Teilung von 30° bis 150° oder von 0° aus für Höhen- und Tiefenwinkel beziffert, siehe Seite 150 bzw. 144.

Fernrohrwage L_1 gestellt wird*), der Stand des Höhenkreisnullpunktes ständig beobachtet werden. Es ist dies ein außerordentlicher Vorteil, auf den bereits Seite 155 (unten) hingewiesen wurde.

c) Eine Ausrüstung mit einem Büchsenkompaß, ohne den üblichen Lagekreis mit Nonien, ist für einfachere Arbeiten in Abbil. 220 dargestellt. Der Kompaß mit $\frac{1}{2}^\circ$ Teilung und hochstehender Nadel (s. I. Teil, S. 116) ruht auf der Kippachse und wird nur während des Gebrauchs aufgesetzt. Das Fernrohr trägt eine einseitig geschliffene Röhrenwage und läßt sich weder durchschlagen noch umlegen. Der Höhenkreisbogen ist gleichfalls in $\frac{1}{2}^\circ$ geteilt, ein Doppelnonius gibt ganze Minuten (') an. Eine Dosenwage (in der Abbildung nicht sichtbar) dient der raschen Aufstellung.

IV. Feldarbeiten.

Wo eine einzige Aufstellung des Schnellmessers, im Gegensatz zu den Verhältnissen auf Seite 106, nicht ausreicht, bilden die Grundlage der Aufnahme „offene“ oder „geschlossene Vieleckszüge“, deren Brechpunkte als „Ausgangs- oder Standpunkte“ den einzusetzenden Messungen für die Geländepunkte dienen.

1. Vieleckszüge.

Die Anlage und die Vermarkung der Vieleckszüge sind nach den Grundsätzen im I. Teile, Seite 75, zu behandeln. Der Zusammenhang der Brechpunkte wird, wenn eine größere Genauigkeit erforderlich ist oder wenn auch Eigentums-grenzen (s. I. Teil, S. 9) festzulegen sind, durch zweimalige Messung der Zugstrecken mit Hilfe von Stahlband oder Meßplatten (I. Teil, S. 31) und durch Beobachtung der Brechwinkel in den beiden Fernrohrlagen eines Theodolits (I. Teil, S. 118) oder eines Schnellmessers gewonnen. Die Höhen der Brechpunkte, die in passender Weise zu vermarken sind, werden ebenfalls dementsprechend genau und zwar am besten unter Benutzung der „Einwägung“ (S. 50) bestimmt. Hierbei wird es meist von Vorteil sein, noch einige Höhen-Festpunkte, Grenzsteine, Kilometersteine oder dergl., in der Nähe des Zuges festzulegen.

Die unmittelbare Längenmessung und die Einwägung läßt sich nur in mehr ebenem Gelände, nicht aber in stark hügeliger oder gebirgiger Gegend ohne wesentlichen Zeitverbrauch durchführen; anderenfalls muß für beide das Verfahren der Schnellmessung zur Anwendung gebracht werden. In solchen Fällen wird der auf Seite 168 allgemein zutreffende Meßvorgang auf jedem Brechpunkte nach den beiden benachbarten Punkten hin gehandhabt, so daß nicht nur die wagerechten Zugstrecken, sondern auch die Höhenunterschiede doppelt gemessen werden. Anschließend erfolgt in gewöhnlicher Weise die Beobachtung der Brechwinkel, die mit den vorigen Ergebnissen in ein entsprechendes Feldbuch (siehe Seite 167) aufgenommen werden.

Die mit Hilfe der Schnellmessung zu erzielende Genauigkeit verlangt mit Rücksicht auf die eigentümliche Strahlenbrechung in der Luft die Einstellung

*) Ein sich zeigender Ausschlag der Röhrenwage L_2 wird mit deren Richtschraube vollständig beseitigt.

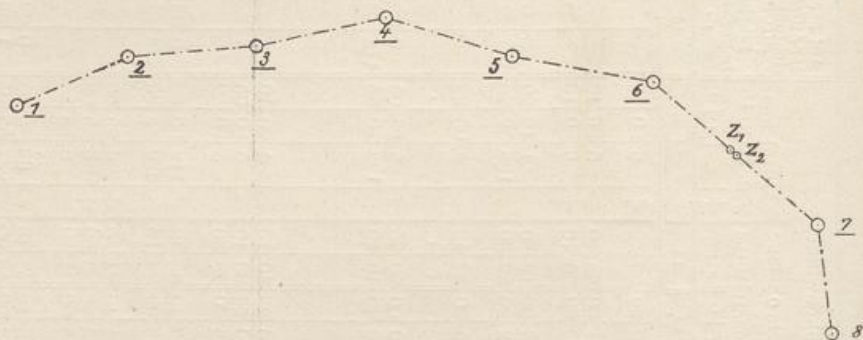
Feldbuch für Schnellmessen
(Vieleckszüge) zur Abbil. 221.

Standpunkt	Zielpunkt	Abstand i der Kippachse vom Standpunkte	Lattenablesungen							Lage- und Höhenwinkel							Bemerkungen	
			lm	lo		lu	l = lo - lu	Erste Fernrohrlage			Zweite Fernrohrlage			Mittel aus Sp. 10 u. 13				
				m	mm			m	mm	Nonius I	Non. II	Mittel	Nonius I		Non. II	Mittel		
																		+
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
⊙1	⊙2	1,541	3,033	3,666	2,400	1,266	83 10	00 10	20 10	10 10	96 50	40 50	20 50	30	+	6 50	10	Für ⊙1 ist die Höhe zu 250,225 m über N.N. durch „Einwägung“ gegeben.
⊙2	⊙1	1,569	3,130	3,760	2,500	1,260	95 26	00 26	20 26	10 26	84 33	40 34	00 33	50	-	5 26	10	
⊙3	⊙3	1,569	3,280	3,961	2,600	1,361	83 30	00 29	40 29	50 29	96 30	00 30	20 30	10	+	6 30	10	
Brechwinkel	⊙1	.	.	.	.	.	1 12	00 12	20 12	10 12	189 12	40 12	20 12	30	.	1 12	20	0 00 00
	⊙3	.	.	.	.	.	198 52	00 52	20 52	10 26	52 40	52 20	52 30	.	198 52	20	197 40 00	
⊙3	⊙2	1,543	3,178	3,856	2,500	1,356	95 05	00 05	40 05	20 84	54 20	55 00	54 40	-	5 05	20	Die Nonienangabe des Schnellmessers beträgt für den Lage- und Höhenkreis 20 ″.	
⊙4	⊙4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.
⊙2	⊙2	.	.	.	.	.	25 20	00 20	20 20	10 20	205 20	00 20	00 20	00	25 20	05		0 00 00
Brechwinkel	⊙4	.	.	.	.	.	198 10	20 10	40 10	30 12	10 40	10 40	10 40	.	198 10	35	172 50 30	
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
⊙6	⊙5	1,501	3,238	3,976	2,500	1,476	94 20	20 20	40 20	30 85	40 00	40 20	40 10	-	4 20	10	Die Festwerte des Schnellmessersind (siehe Seite 133): a = 0,50 m k = 99,42.	
Z ₁	Z ₁	1,501	3,134	3,669	2,600	1,069	95 00	20 00	20 20	30 85	00 00	00 20	00 10	-	5 00	05		0 00 00
Z ₂	Z ₂	1,501	3,164	3,728	2,600	1,128	95 00	40 00	20 30	84	59 40	59 20	59 30	-	5 00	30		208 22 50
Brechwinkel	⊙5	.	.	.	.	.	112 00	20 00	40 00	30 29	20 00	40 00	40 40	.	112 00	35	0 00 00	
	⊙7	.	.	.	.	.	320 23	40 23	40 23	40 14	23 20	23 00	23 10	.	320 23	25	208 22 50	
⊙7	Z ₁	1,498	3,267	3,834	2,700	1,134	83 35	00 34	40 34	50 96	25 00	24 40	24 50	.	6 25	00	Für ⊙1 ist die Höhe zu 250,225 m über N.N. durch „Einwägung“ gegeben.	
Z ₂	Z ₂	1,498	3,236	3,773	2,700	1,073	83 31	00 30	40 30	50 96	29 00	28 40	28 50	.	6 29	00		
⊙8	⊙8	1,498	3,355	3,910	2,800	1,110	95 35	40 35	20 35	30 84	24 40	25 00	24 50	.	5 35	20		0 00 00
Brechwinkel	⊙6	.	.	.	.	.	66 43	20 43	40 43	30 24	6 43	40 43	43 40	.	66 43	35	0 00 00	
	⊙8	.	.	.	.	.	287 53	20 53	00 53	10 66	53 00	53 00	53 00	.	287 53	05	221 09 30	

des Fernrohr-Fadenkreuzes auf das obere Ende der Höhenlatte. Dadurch wird eine möglichst lotrechte und ruhige Haltung der Latte geboten, die durch eine Dosenwage (Seite 47) bzw. durch Streben (Seite 105) verbürgt wird.

Die Messung eines Vieleckszuges in der angegebenen Weise soll entsprechend der Abbil. 221 und dem vorstehenden Feldbuche erläutert werden.

Abbildung 221.



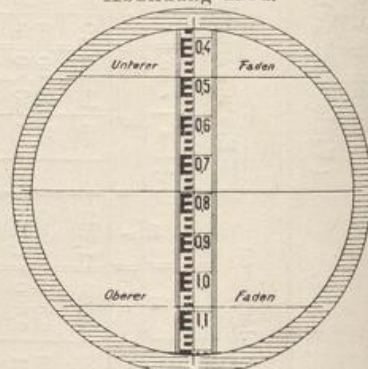
Nachdem der berichtigte Schnellmesser über $\odot 1$ — die Brechpunkte werden im freien Felde am besten durch starke Pfähle mit Lochbohrung (Abbil. 332) vermarktet — lotrecht aufgestellt worden ist, wird der Abstand i der Kippachse (Seite 147) bis zur oberen Kopffläche des Pfahles sehr zweckmäßig mit Hilfe

Abbildung 222.



des „Dosenband-Lotes“ (Abbil. 222)*), das an die „Schraubenslange“ (b_6 in Abb. 199 I. Teil) gehängt wird, ermittelt und in Sp. 3, hier zu 1,541, eingetragen. Inzwischen hat der Lattenträger die Höhenlatte auf den Pfahl $\odot 2$ lotrecht gestellt und durch Streben gestützt. Es erfolgen von $\odot 1$ aus die Ablesungen l_o , l_u und l_m , die in den Spalten 5, 6 und 4 ihren Platz erhalten. Die Einstellung des Fadenkreuzes geschieht zweckmäßig in der Weise, daß der untere Faden (s. Anm. S. 133)

Abbildung 222a.



auf einen vollen Dezimeterstrich der Höhenlatte (Abbil. 222a) gerichtet wird und daß in dem gleichen Augenblicke l_o abgelesen wird. Dies läßt sich leicht dadurch erreichen, daß man mit Hilfe der Feinschraube des Höhenkreises (z. B. m_1 in Abbil. 219) die Einstellung l_u bis zur Ablesung l_o zu halten sucht. In derselben Weise wird auch das Maß l_m ermittelt. Bei dieser Stellung (l_m) des Fernrohrs werden die Nonien des Höhenkreises, oder wenn nur ein Nonius vorhanden ist, dieser mit aller Schärfe

*) Die Bezifferung des Bandes ist so angeordnet, daß man unmittelbar den gesuchten Abstand i an der Dose abliest, Abbil. 222 z. B. 585 mm = 0,585 m.

abgelesen und in die Spalte 8 und 9 (Mittel in Sp. 10) geschrieben. Es werden nunmehr die Ablesungen des Höhenkreises gemäß den Spalten 11 und 12 (13) wiederholt, nachdem man das Fernrohr durchgeschlagen und den Mittelfaden genau auf das Maß l_m (Sp. 4) eingestellt hat.

In der angegebenen Weise vollzieht sich die Messung auf dem Brechpunkte $\odot 2$, von dem aus $\odot 1$ und $\odot 3$ beobachtet werden. Auf $\odot 2$ ist außerdem der Brechungswinkel des Vieleckzuges nach I. Teil, Seite 118, zu ermitteln. Um den Winkel möglichst scharf zu erhalten, wird in die Lochbohrung des Pfahles ein passender Fluchtstab eingesetzt und gut eingelotet (s. I. Teil, S. 19). Das Ergebnis wird in dem gleichen Feldbuche vermerkt und mit der Bezeichnung „Brechwinkel“ hervorgehoben.

Will man die Aufnahme sofort im Felde nachprüfen, so wird, siehe $\odot 3$ des Feldbuches, für die Lattenabschnitte zuerst der obere Faden auf einen vollen Dezimeterstrich eingestellt und $l_o' = 3,900$, dazu $l_u' = 2,543$ abgelesen; im Anschluß stellt man, wie vor, den unteren Faden ein und läßt $l_u = 2,500$, $l_o = 3,856$ und das hierzu gehörige Maß $l_m = 3,178$ niederschreiben. Letzteres gilt dann auch als Einstellmaß für die zweite Fernrohrlage des Höhenkreises, wie oben gesagt wurde.

Bei längeren Zugstrecken als 120 bis 150 m wird die Ablesung der Höhenlatte auf Millimeter schon ziemlich unsicher. Ueberschreiten die Strecken, die man im übrigen nicht über 300 m wählen soll, das angegebene Maß, so schaltet man, siehe die Zugseite $\odot 6 - \odot 7$ der Abbil. 221, etwa in der Mitte der Geraden zwei Zwischenpunkte Z_1 und Z_2 in geringem gegenseitigen Abstände ein und nimmt die Beobachtungen auf $\odot 6$ bzw. $\odot 7$ nach Z_1 und Z_2 vor. Die Brechwinkel auf $\odot 6$ und $\odot 7$ werden jedoch ohne Rücksicht auf Z_1 und Z_2 wie gewöhnlich nach den Vieleckspunkten gemessen, siehe das Feldbuch. Aus den Einzelergebnissen für Z_1 und Z_2 wird später die ganze Länge der Zugseite und auch der Gesamthöhenunterschied abgeleitet, worüber Seite 180 Näheres angegeben ist.

Zur Messung des Höhenwinkels ist ein Schnellmesser mit einer Bezifferung des Höhenkreises nach Abbildung 205 benutzt worden. Aus dem abgelesenen Winkel w (siehe das Feldbuch Sp. 8 bzw. 10 und Seite 150) wird der Höhenwinkel und sein Vorzeichen nach „ $\delta = 90 - w$ “ erhalten. Dieser Betrag und der Winkel in der zweiten Fernrohrlage (Sp. 11 bzw. 13) gemäß „ $\delta = w - 90^\circ$ “ geben als Mittel in Spalte 14 den endgültigen Winkel δ , und zwar bei dem Vorzeichen + den eigentlichen „Höhenwinkel“, bei dem Vorzeichen — den „Tiefenwinkel“ (siehe Seite 144). Falls die Bezifferung nach Abbil. 217 verläuft (s. a. S. 146), muß die Unterscheidung der Winkel durch Angabe des Vorzeichens sofort während der Feldarbeit in Spalte 8 gemacht werden, wie z. B. das Feldbuch Seite 171 in Sp. 8 erkennen läßt.

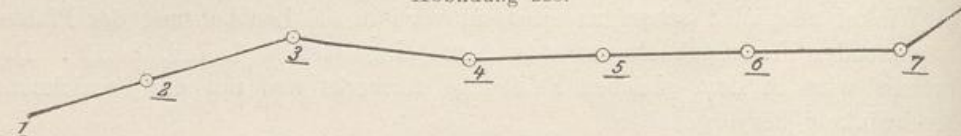
2. Längsschnitte.

Zur Aufnahme eines einfachen Längsschnittes (s. S. 75) kann die im Felde abgesteckte Leitlinie, sofern sie nur aus Geraden (Abbil. 223 und 124) besteht,

unmittelbar als Vieleckszug benutzt werden. Liegen erheblich lange geradlinige Strecken vor, so sind noch einzelne Brechpunkte, z. B. 2 bzw. 5 und 6 der Abbildung 223 einzulegen, derart, daß nicht längere Zugschnitte als etwa 250 bis 300 m entstehen (s. S. 169).

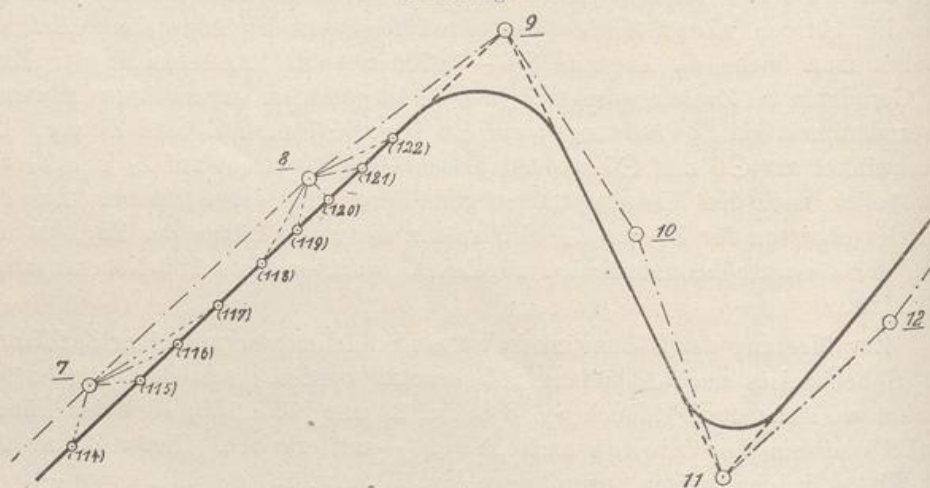
Die Vereinigung des Vieleckszuges mit der Leitlinie wird sich nur da empfehlen, wo keine Veränderungen der Bodenoberfläche durch Erdbauten, wie

Abbildung 223.



bei Seilbahnen u. dergl., und daher keine Verluste der vermarkten Brechpunkte eintreten, die bei den Absteckungen (Abschn. F. A.) und der Schlußvermessung (Abschn. F. B.) sich empfindlich kundgeben könnten. Wo letzteres zu befürchten ist, wird der Vieleckszug in entsprechendem Abstände von der Bauanlage angeordnet und, wie schon Seite 168 gesagt, in passender Weise, im Felde meist durch starke Pfähle mit Lochbohrung, sicher vermarkt. Dies geschieht auch bei Leitlinien mit vorgesehenen Ausrundungen der Knickpunkte (Abbil. 224),

Abbildung 224.



obwohl es hier vielfach möglich und wünschenswert (s. Abschn. F. A.) ist, die Schnittpunkte der Geraden als Brechpunkte der Zugseiten zu benutzen, z. B. 9 und 11 in Abbildung 224.

Die Aufnahme der Geländepunkte in der Leitlinie nach Lage und Höhe wird gleichzeitig mit der Beobachtung des Vieleckszuges durch Schnellmessung verbunden, falls die Festlegung der Brechpunkte nicht zweckmäßiger gesondert oder durch unmittelbare Längenmessung und Einwägung (s. S. 166) erfolgt. Jedenfalls ist eine Trennung der Feldbücher für die Messung der Züge und der Geländepunkte zu empfehlen. Für letztere tritt, wie schon Seite 131 u. 152 hervorgehoben wurde, eine Vereinfachung der Messung dadurch ein, daß Lage- und

Feldbuch für Schnellmessen
(Geländepunkte) zur Abbil. 224.

Stand- punkt	Ziel- punkt	Abstand i der Kipp- achse vom Stand- punkt m	Lattenablesungen				Höhen- winkel δ	Lage- winkel α	Schräger Abstand $s_1 =$ $a + k \cdot l$ m	Wage- rechter Abstand $s =$ $s_1 \cdot \cos^2 \delta$ m	Höhen- unter- schied $h =$ $s \cdot \operatorname{tg} \delta$ m	i — lm (Sp. 3—4)		Des Punktes		Bemerkungen		
			lm m	lo m	lu m	$l =$ $lo - lm$ m						Nr.	Höhe m					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
○7	○8	1,48	2,44	3,883	1,000	2,883	+	6 54	2 15	288,7	284,5	+	34,40	—	0,96	○7	129,94	Für ○7 ist die Höhe zu 129,94 m gegeben.
	(114)	1,48	1,58	1,767	1,400	0,367	—	16 11	166 17	37,1	34,2	—	9,96	—	0,10	(114)	118,88	Desgl. für ○8 zu 164,18 m.
	(115)	1,48	1,65	1,902	1,400	0,502	+	6 28	13 35	50,6	50,0	—	5,66	—	0,17	(115)	135,43	
	(116)	1,48	1,86	2,312	1,400	0,912	+	4 51	8 35	91,6	91,0	+	7,70	—	0,38	(116)	137,26	
				(2,800	1,430	1,370)		(5 57	4 45)									Bei dem gebrauch- ten Schnellmesser ist
	(117)	1,48	2,08	2,771	1,400	1,371	+	6 33	5 21	137,5	135,7	+	15,55	—	0,60	(117)	144,89	
○8	○7	1,50	2,44	3,890	1,000	2,890	—	6 51	163 58	289,4	285,0	—	34,20	—	0,94	○8	164,18	
	(118)	1,50	1,84	2,273	1,400	0,873	—	9 18	157 28	87,7	85,3	—	14,00	—	0,34	(118)	149,84	
	(119)	1,50	1,62	1,831	1,400	0,431	—	9 58	150 44	43,5	42,1	—	7,40	—	0,12	(119)	156,66	
	(120)	1,50	1,45	1,500	1,400	0,100	—	0 0	74 0	10,4	10,4	+	0,00	+	0,05	(120)	164,23	
	(121)	1,50	1,65	1,903	1,400	0,503	—	4 18	355 18	50,7	50,4	—	3,77	—	0,15	(121)	168,10	
	(122)	1,50	1,93	2,459	1,400	1,059	—	6 12	349 24	106,3	104,9	—	11,40	—	0,43	(122)	152,35	

Höhenkreis nur an einem Nonius und nur in einer Fernrohrlage bis auf die Minute (') abgelesen werden. Die Lattenabstände sind, soweit es die Entfernung zuläßt, auf Millimeter, sonst auf Zentimeter zu bestimmen. Durch die Vereinfachung der Winkelbestimmungen wird das zu verwendende Feldbuch wesentlich gekürzt, wie dem auf Seite 171 abgedruckten Muster, das zugleich die Berechnung der wagerechten Entfernung s und der Höhen enthält, siehe die Erläuterungen S. 182, zu entnehmen ist.

Die Aufnahme bezieht sich auf die Geländepunkte (114) bis (122), die von den Standpunkten $\odot 7$ und $\odot 8$ der Abbildung 224 aufgemessen sind. Die Beobachtungen für den Vieleckszug selbst liegen bereits vor.

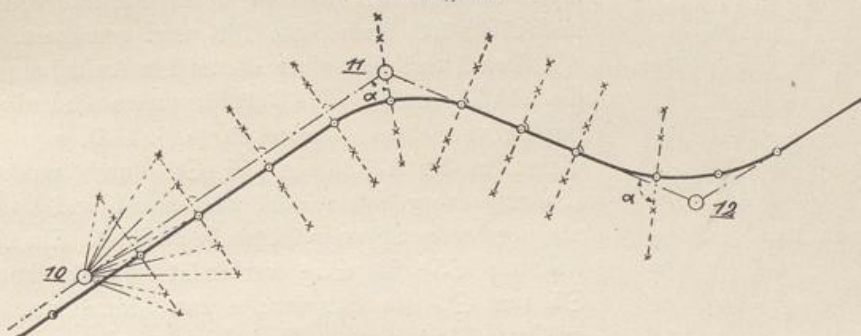
Nach lotrechter Aufstellung des vollständig berichtigten Schnellmessers über $\odot 7$ wird der Abstand i (Sp. 3 mit 1,48) der Kippachse von dem Standpunkte auf ganze Zentimeter bestimmt (s. S. 168) und vorab der nächste Brechpunkt, hier $\odot 8$, nach Seite aufgenommen. Dies geschieht, um eine Nachprüfung des Schnellmessers zu ermöglichen (s. S. 182 unten), vor allem aber, um durch die Richtung (Sp. 9 mit $2^{\circ}15'$) die Geländepunkte an den Vieleckszug anzuschließen. Die Aufnahme der Geländepunkte beginnt mit der Einstellung des unteren Fadenkreuzes auf einen vollen Dezimeterstrich der Höhenlatte, in der Regel (soweit es angängig ist) auf $l_u = 1,400$ (Sp. 6). Um diesen Strich leicht aufzufinden, wird in der angegebenen Höhe am besten ein 1 cm breites schwarzes Gummiband um die Latte gelegt, so daß die Ablesungen für l_o (Sp. 5) und l_m (Sp. 4), bei l_m wieder auf volle Zentimeter, sehr rasch vor sich gehen kann. Bei $l_u = 1,400$ erfolgt auch die Bestimmung des Höhenwinkels δ (Sp. 8); darauf wird der Lagewinkel α für Spalte 9 beobachtet. Die Geländepunkte werden im Gegensatz zu Seite 169 für die letztere Messung nicht durch einen Fluchtstab bezeichnet; vielmehr dient auch die Höhenlatte der Sichtbarmachung des Punktes, indem man den aufrechten Faden des Fernrohres auf die Mitte der Höhenlatte einstellt. In der beschriebenen Weise sind die Geländepunkte (114) bis (117) von $\odot 7$ aus eingemessen worden. Die weiteren Punkte (118) bis (120) seitlich der Zugseite $\odot 7$ bis $\odot 8$ sind, da sie näher an $\odot 8$ liegen, von diesem aus bestimmt, nachdem $\odot 7$ als Anschlußpunkt der Messung (s. o.) von $\odot 8$ aus beobachtet worden ist.

Um eine Probe für die richtige Aufnahme der Geländepunkte zu erhalten, werden, siehe z. B. bei Geländepunkt (117), die Kreisablesungen dadurch sicher gestellt, daß man an einem Hilfsstriche, der gewöhnlich am Nonius angebracht wird, oder mittels des Vorstriches des Nonius (s. I. Teil, S. 101 und Abbil. 201) die Winkel an der Kreisteilung schätzt. Da die Striche um ein stets gleichbleibendes Maß von der eigentlichen Ablesung abweichen — hier bei Benutzung des Vorstriches des gleichen Nonius am Höhen- und Lagekreise um $0^{\circ}36'$ — so sind Ablesefehler leicht festzustellen. Eine Nachprüfung des Lattenstückes l besteht, wie auf Seite 169 angegeben, in der Einstellung von l_o auf die $l_m = 1,400$ nächstliegende volle Dezimeterlinie der Höhenlatte. Die letztere Beobachtung wird vorweg gemacht und im Feldbuche über die eigentliche Messung in Klammern gesetzt, siehe Geländepunkt (117).

3. Längs- und Querschnitte.

α) Sind, wie die Aufgabe gewöhnlich lautet, außer den Längsschnitten auch Querschnitte beizubringen (s. S. 85), so werden letztere mit den Vieleckszügen in feste Verbindung gebracht. Wenn die Zugstrecken mit den Leitlinien zusammenfallen oder im wesentlichen mit ihnen gleichlaufen (Abbil. 225), wird es meist möglich sein, die Querschnittslinien rechtwinkelig zu den Aufnahmelinien

Abbildung 225.



anzuordnen. Eine andere Lage, die durch Krümmungen der Leitlinie oder durch örtliche Verhältnisse geboten ist, wird durch eine einfache Einmessung nach Seite 86 bewerkstelligt.

Die Aufnahme der Geländepunkte und die Führung des Feldbuches erfolgt nach den für den Längsschnitt (s. o.) angegebenen Regeln. Die Sichten sind in der Abbildung 225 für einige Punkte angedeutet.

Sobald die Aufnahme auf einem Standpunkte von längerer Dauer ist, wird nach Aufnahme des letzten Geländepunktes eine nochmalige Beobachtung des Anschlußpunktes (s. S. 172), die „Schlußablesung“, vorgenommen. Durch Vergleichung mit der ersten Beobachtung des Anschlusses wird festgestellt, ob nicht eine unzulässige Standänderung des Schnellmessers in der Zwischenzeit eingetreten ist, die die Messung unbrauchbar macht.

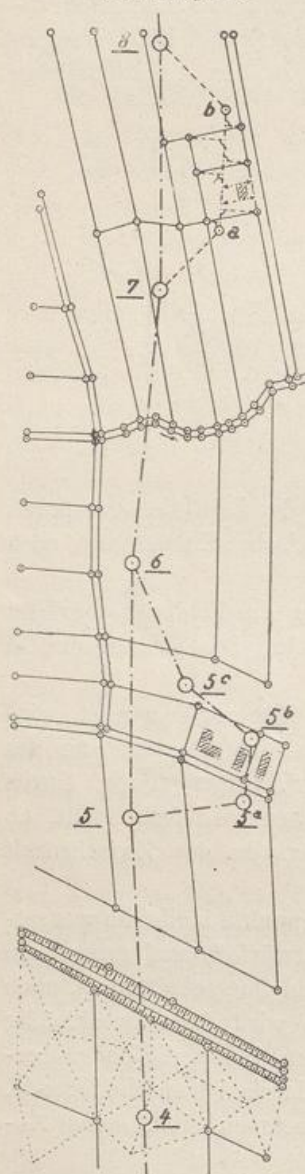
β) Die Aufnahme nach Lage und Höhe der Geländepunkte bleibt im wesentlichen die gleiche, sofern die Bearbeitung der Bauentwürfe*) auf grund von „Höhen-Schichtenlinien“ (s. S. 117), nicht nach Längs- und Querschnitten (s. auch S. 125), vor sich gehen soll. Die Auswahl der Punkte wird dann zweckmäßig gemäß den Grundsätzen nach Seite 103 usw. vorgenommen, indem die Bodenoberfläche entweder nach „Geripplinien“ aufgeschlossen oder durch sich anschmiegende, ebene Dreiecke ersetzt wird, deren Eckpunkte aufzunehmen sind, siehe Abbildung 168.

Die Abstände der aufzunehmenden Geländepunkte von den „Standpunkten“ (Brechpunkten) kann überall bis 300 m, ausnahmsweise bis 400 m betragen. Kommen noch weitere Entfernungen in größerer Zahl vor oder können wichtige Einzelheiten von den Standpunkten nicht eingesehen werden, besonders Gegenstände, die nur der Lage nach bestimmt werden sollen, wie Gebäude und Bau-

*) Siehe hierüber: „Der Erdbau“, Bd. XIII im „Handbuch des Bauingenieurs“. Verlag Bernh. Friedr. Voigt-Leipzig.

werke, dann Grenzpunkte von Wegen und Wasserläufen oder Kulturgrenzen u. dergl. mehr, so werden von dem Haupt-Vieleckszuge des Längsschnittes nach

Abbildung 226.



Bedarf Hilfszüge abgezweigt, oder es werden zwei Punkte durch Schnellmessung bestimmt, deren Verbindung eine Aufnahmelinie nach I. Teil, Seite 60 usw. darstellt. Die Hilfszüge werden erst während der Kleinaufnahme gelegt und gewöhnlich mit dem Schnellmesser, oft nur in einer Fernrohrlage vor und rückwärts nach Seite 168 usw. gemessen.

Den Ausschnitt einer derartigen Aufnahme zeigt die Abbildung 226. Die Geländepunkte sind als Eckpunkte von ebenen Dreiecken (s. S. 114), von denen einige in der Abbildung bei 4 durch punktierte Linien hervorgehoben sind, ausgesucht und von den nächstgelegenen Standpunkten beobachtet. Ein kurzer Hilfszug 5^a bis 5^c verbindet die Brechpunkte 5 und 6 des Hauptzuges zur Einmessung eines größeren Anwesens. Zwei Linienpunkte a und b, die von 7 und 8 festgelegt sind, dienen nach I. Teil, S. 60, der besonderen Aufnahme eines von dem Vieleckszuge nicht zugänglichen Hausgrundstückes, das noch im Bereiche der geplanten Neuanlage gelegen ist.

4. Flächenaufnahmen.

Entsprechend den vorstehenden Ausführungen werden auch die Messungen auf ausgedehnten Gelände-flächen bewirkt, wobei insbesondere auch die „Schlußablesung“ nach Seite 173 zu beachten ist. Den Ausgang bilden geschlossene Vieleckszüge (s. a. S. 115) mit Zwischenzügen (s. S. 78 I. Teil), so daß das Gelände durch ein weitverzweigtes Netz von Standpunkten aufgeschlossen wird. Noch weitere Hilfszüge (s. o.) oder vereinzelte, besondere Messungslinien (s. o.) werden während der eigentlichen Aufnahme angeordnet, da diese meist erst dann den Verhältnissen am besten angepaßt werden können.

Werden den Messungen vorhandene Lagepläne, vornehmlich Katasterkarten, zugrunde gelegt, was bei allen Arbeiten der fraglichen Art sehr zu empfehlen ist, so wird der Schnellmesser über günstig gelegene, mit der Karte gut übereinstimmende Grenzpunkte, Grenzsteine oder dergl., gestellt und der Anschluß an zwei oder mehr solcher Punkte durch Schnellmessung bewirkt (als Beispiel s. S. 178 und Abbildung 228). Besondere Vieleckszüge sind demnach überhaupt nicht erforderlich. Die in solcher Weise gefundenen Standpunkte werden auch für die Absteckung

Feldbuch für Meßband-Kompaßzüge.
Zur Abbil. 227.

Zugseite		Höhen- winkel δ		Magne- tischer Rich- tungs- Winkel M	Schräger Abstand s_1	Wage- rechter Abstand $s = s_1 \cdot \cos \delta$	Höhen- unter- schied $\Delta h = s_1 \cdot \sin \delta$	Des Punktes		Bemerkungen
Punkt	Punkt	$\pm$	°	°	m	m	$\pm$	Nr.	Höhe m	
1	2			3	4	5	6	7	8	
⊙15	(116)	+	12,0	109,1	20,0	19,6	+ 4,2	⊙15 215,5		Die Höhen von ⊙15 und ⊙16 sind zu 215,5 m bezw. 247,3 m gegeben; der Höhenunter- schied beträgt + 31,8 m.
							+1	(116) 219,7		
(116)	(117)	+	13,5	34,4	20,0	19,4	+ 4,7	(117) 224,5		
							+1			
(117)	(118)	+	14,5	68,5	20,0	19,4	+ 5,0	(118) 229,6		
							+1			
(118)	(119)	+	14,0	95,4	20,0	19,4	+ 4,8	(119) 234,5		
							+1			
(119)	(120)	+	13,5	63,1	20,0	19,4	+ 4,7	(120) 239,3		
							+1			
(120)	(121)	+	13,0	101,2	20,0	19,5	+ 4,5	(121) 243,9		
(121)	⊙16	+	13,0	146,2	15,5	19,6	+ 3,4	⊙16 247,3		
						Zus.	+ 31,3			
						Soll	+ 31,8			
						Zu verteilen	+ 0,5			

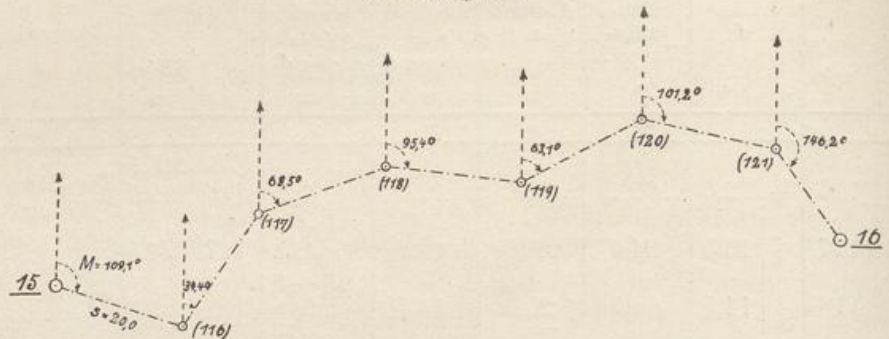
(s. Abschn. F. A.) unter Anwendung des Schnellmessers wertvolle Dienste leisten, ebenso für die Schlußvermessungen, wenn nicht (s. Abschn. F. B.) auch Eigentumsverhältnisse berührt werden. Werden mehrere Standpunkte benutzt, so ist eigentlich nur ihre Höhenlage gegeneinander zu bestimmen, am einfachsten wieder mit Hilfe der Schnellmessung oder sehr scharf durch „Einwägung“, die auch hier, wie überall da, wo es die Verhältnisse gestatten, den Anschluß zur Ausgangsfläche N.N. (s. S. 60) am besten vermittelt.

In wenig zugänglichem oder unübersichtlichem Gelände wird durch die Verwendung von Kompaß-Schnellmessern (s. S. 160 usw.), wie schon auf S. 116 hervorgehoben worden ist, ein großer Vorteil geboten. Da die Richtung jeder Zugseite für sich mit Hilfe der Kompaßnadel festgelegt wird, braucht die Lage der Brechpunkte von vornherein nicht bekannt zu sein. Man sucht erst nach Beendigung der Arbeit auf einem Punkt den neuen Standpunkt auf und ermittelt auf diesem den „magnetischen Richtungswinkel“ der Zugseite (s. I. Teil, S. 88), der als Lagewinkel in Spalte 9 des Feldbuches (S. 171) einzutragen ist. Die Messung der Zugseiten, die das Maß von 60 bis 80 m nicht überschreiten sollen, und der Höhenwinkel geschieht in der üblichen Weise.

Genügen oder empfehlen sich, worauf ebenfalls auf Seite 117 näher hingewiesen ist, Aufnahmen mittels einfacher „Meßband-Kompaßzüge“, deren schräge Zuglängen gewöhnlich 20 m betragen, so sind Richtungs- und Höhen-

winkel unmittelbar in eine Handzeichnung nach Abbildung 227 klarzulegen, wenn nicht das Feldbuch Seite 171 oder das auf Seite 175 einfachere Muster, zu dem weiter nichts zu sagen ist, benutzt wird.

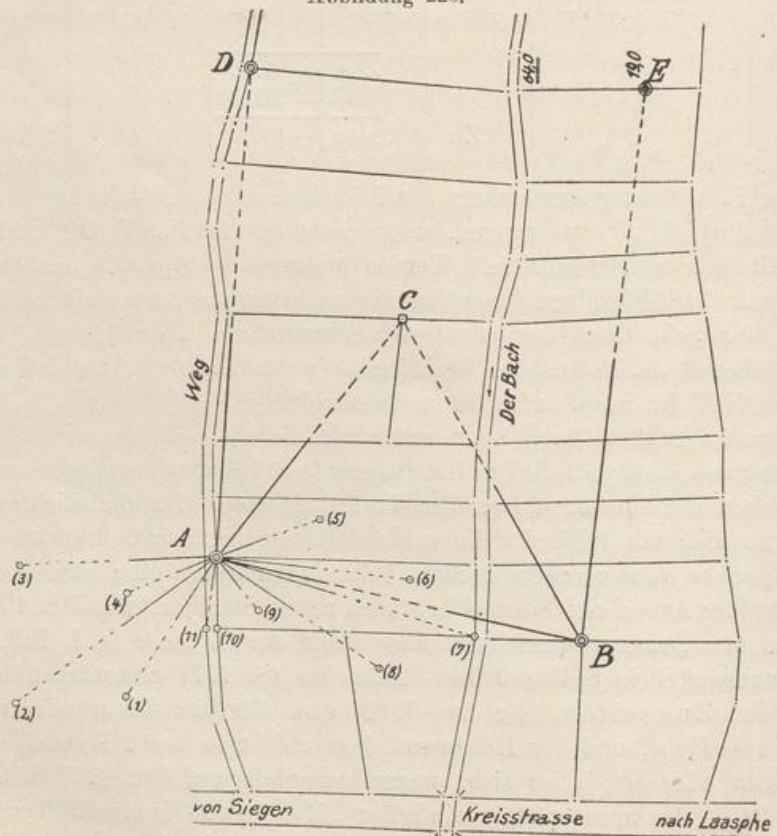
Abbildung 227.



5. Aufnahme mit wagerechter Ziellinie.

Es braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden, daß der Meßvorgang mit Hilfe der Schnellmesser mit fest wagerechter Ziellinie (S. 130) den obigen

Abbildung 228.



Feldbuch für Schnellmesser
(Geländepunkte) zur Abbil. 228.

Stand- punkt	Ziel- punkt	Abstand i der Kipp- achse vom Stand- punkt m	Lattenablesungen				Höhen- winkel δ	Lage- winkel α	Schräger Abstand $s_1 = a + k \cdot l$ m	Wage- rechter Abstand $s = s_1 \cdot \cos^2 \delta$ m	Höhen- unter- schied $h = s \cdot \operatorname{tg} \delta$ m	i - lm (Sp. 3-4) m	Des Punktes		Bemerkungen
			lm	lo	lu	l = lo - lu							Nr.	Höhe m	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
○A	○D	1,54	2,46	3,53	1,40	2,13	+	0 55	213,4	213,4	+	—	○A	100,00	Die Höhe des Standpunktes A ist zu 100,00 m über N.N. angenommen. Die Festwerte des Schnellmessers sind $a = 0,38$ m, $k = 100$.
	C	1,54						34 6					○D	102,47	
	○B	1,54	3,02	3,83	2,20	1,63		0 97		164,2		1,48	○B	98,52	
	(1)	1,54	1,78	2,15	1,40	0,75	+	2 56	75,4	75,3	+	—	(1)	103,62	
	(2)	1,54	1,96	2,53	1,40	1,13	+	4 43	113,5	112,8	+	—	(2)	108,88	
	(3)	1,54	1,86	2,32	1,40	0,92	+	7 40	92,7	91,0	+	—	(3)	111,93	
	(4)	1,54	1,62	1,84	1,40	0,44	+	7 2	44,8	44,1	+	—	(4)	105,34	
	(5)	1,54	2,01	2,25	1,75	0,49		0 66		49,4		—	(5)	99,53	
	(6)	1,54	2,77	3,20	2,33	0,86		0 91		86,6		—	(6)	98,77	
	(7)	1,54	3,46	4,00	2,89	1,10		0 101		110,8		—	(7)	98,08	
	(8)	1,54	2,91	3,34	2,47	0,86		0 118		86,5		—	(8)	98,63	
	(9)	1,54	1,89	2,03	1,74	0,29		0 136		29,6		—	(9)	99,65	
	(10)	1,54	1,51	1,66	1,35	0,31		0 175		31,6		+	(10)	100,03	
	(11)	1,54	1,42	1,57	1,26	0,31		0 184		31,7		+	(11)	100,12	
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	

Regeln, siehe auch die Angaben auf Seite 115, vollständig entspricht. Abgesehen von der Anwendungsmöglichkeit (S. 129) besteht ein Unterschied gegenüber den eigentlichen Schnellmessern (S. 150) nur darin, daß der jeweilige Höhenwinkel $0^{\circ}0'$ beträgt. Hierdurch erhält man sofort die wagerechten Abstände. Die Ablesung am Mittelfaden l_m gibt mit i nach $h = i - l_m$ sogleich den gesuchten Höhenunterschied (Abbil. 202). Die Einrichtung des Feldbuches kann demnach unverändert nach dem Muster auf Seite 171 beibehalten werden. Hierzu soll als letztes Beispiel die Abbildung 228 mit dem vorstehenden (S. 177) Feldbuche dienen.

Es handelt sich um die Bestimmung der Höhen-Schichtenlinien (s. S. 119) in einem engen Tale mit seitlich angrenzenden ziemlich steilen Berglehnen, deren Höhenlage ebenfalls zu ermitteln ist. Nach örtlicher Feststellung (I. Teil, S. 177) stimmen die Grenzpunkte A und B mit der Karte überein. Die Höhen der beiden Standpunkte wurden mit Hilfe des Schnellmessers gegenseitig (s. Feldbuch), also doppelt ermittelt. Auf A ist außer B und einem weiteren Standpunkte D noch der Grenzpunkt C, letzterer nur durch den Lagewinkel, zum Anschluß der Aufnahme benutzt. Die Geländepunkte konnten im Tale mit der wagerecht gestellten Ziellinie beobachtet werden, während die Bodenpunkte des seitlichen Hanges mit geneigter Zielung beobachtet worden sind. Die Arbeit vollzog sich gleicherweise auf B, wo durch C und einen vierten Standpunkt E der Anschluß an den gegebenen Lageplan gesichert wurde. Der Punkt E ist dabei aus örtlichen Gründen in einer Grenzlinie durch Längenmessung festgelegt worden.

V. Ableitung der Lage und Höhe aus den Beobachtungen.

Die Lattenabstände und die beiden Kreisablesungen bilden die Bestimmungsstücke für die Lage und Höhe der Brechpunkte in den Vieleckszügen und der Geländepunkte.

a) Vieleckszüge. Für die Brechpunkte der Vieleckszüge werden in der Regel die rechtwinkligen Koordinaten nach I. Teil, S. 139, berechnet, wozu die Brechwinkel unmittelbar aus dem Feldbuche (s. S. 167, Sp. 15) entnommen werden. Die Zuglängen müssen zuvor aus dem Lattenstücke l und dem Höhenwinkel δ abgeleitet werden, worüber unten das Nähere angegeben ist. Hierbei wird zweckmäßig das nachstehende Rechenmuster (S. 179) benutzt, das auch die Ermittlung des Höhenunterschiedes und der Höhen nachweist.

Aus dem Feldbuche Seite 167 werden zunächst die Abstände i und l_m und die Lattenstücke l , sowie die Höhenwinkel δ übertragen und hiernach die schrägen Abstände zu

$$s_1 = a + k \cdot l$$

entsprechend Seite 143 berechnet. Aus diesem folgt sodann die wagerechte Strecke

$$s = (a + k \cdot l) \cos^2 \delta,$$

wobei unter Umständen noch die Verbesserung m_s nach Seite 148 zu beachten ist; sie erreicht hier nirgends den Betrag von 1 cm. Da die Beobachtungen stets zweimal erfolgen (s. S. 166), erhält man für jede Zugseite ein doppeltes Ergebnis, z. B. für $\odot 1$ bis $\odot 2$ die Längen 124,58 und 124,64 (Sp. 8), deren

Ableitung der Zuglängen und Höhen.
(Vieleckszüge) zur Abbl. 221.

Standpunkt	Zielpunkt	Abstand der		Lat- ten- stück l	Höhen- winkel δ	Schräger Abstand $s_1 = a + k \cdot l$	Wage- rechter Abstand $s = s_1 \cdot \cos^2 \delta$ $+ ms$ (S. 148)	Zug- länge s (Mittel)	Höhenunterschied				Höhen- unter- schied Δh (Mittel)	Ver- besserung v	Des Punktes Nr.	Höhe m	Bemerkungen
		Kipp- achse vom Stand- punkt i	Ziel- linie vom Ziel- punkt lm						nach $s \cdot \tan \delta$	nach mh (S. 148)	nach i-lm	Im Ganzen					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	2	1,541	3,033	1,266	6 50 10	126,37	124,58	124,61	14,935	0,000	-1,492	18,443	13,432		1	1250,220	Die Höhe des 1 ist zu 250,220 m über N.N. durch Einwägung be- stimmt.
2	1	1,569	3,130	1,260	5 26 10	125,77	124,64		11,861	0,000	-1,561	13,422			2	233,652	
2	3	1,569	3,280	1,361	6 30 10	135,81	134,07	133,99	15,282	0,000	-1,711	13,571	13,566		3	233,652	Berechnung d. Strecke $\odot 6 - Z_1 = 105,97$ $\odot Z_1 - \odot 7 = 111,80$ $\frac{217,77}{217,77}$
3	2	1,543	3,178	1,356	5 05 20	135,31	133,91		11,925	0,000	-1,635	13,560			4	277,218	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Berechnung des Höhenunterschiedes $\odot 6 - Z_1 = -10,906$ $\odot Z_1 - \odot 7 = -10,806$ $\frac{-21,712}{-21,712}$
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
6	Z ₁	1,501	3,134	1,069	5 00 05	106,78	105,97	217,68	9,273	0,000	-1,633	10,906	21,723		6	815,612	Mittel: 217,68 (s. Sp. 9)
Z ₂	Z ₂	1,501	3,164	1,128	5 00 30	112,65	111,79		9,796	0,000	-1,663	11,459			7	293,884	
7	Z ₁	1,498	3,267	1,134	6 25 00	113,24	111,80		12,575	0,000	-1,769	10,806			.	.	Berechnung des Höhenunterschiedes $\odot 6 - Z_2 = -11,459$ $\odot Z_2 - \odot 7 = -10,286$ $\frac{-21,745}{-21,745}$
Z ₂	Z ₂	1,498	3,236	1,073	6 29 00	107,18	105,81		12,024	0,000	-1,738	10,286			.	.	
																	Mittel: -21,728 (s. Sp. 14)

Mittel 124,61 m in Spalte 9 angegeben wird. Die so erhaltenen Längen werden mit dem Brechwinkel (s. o.) zur Berechnung der Koordinaten I. Teil, Seite 139, verwendet.

In dem Rechenmuster geschieht weiter die Ableitung der Höhenunterschiede h . In Spalte 10 wird die Auswertung nach

$$h = s \cdot \operatorname{tg} \delta$$

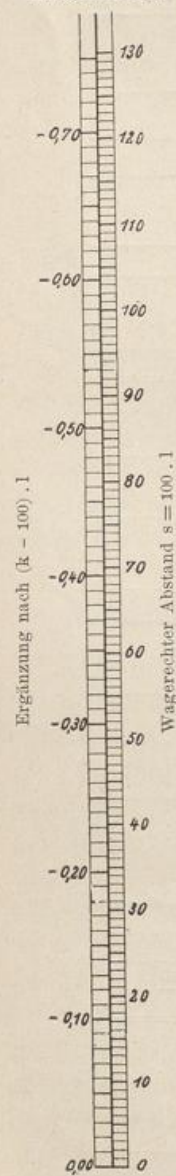
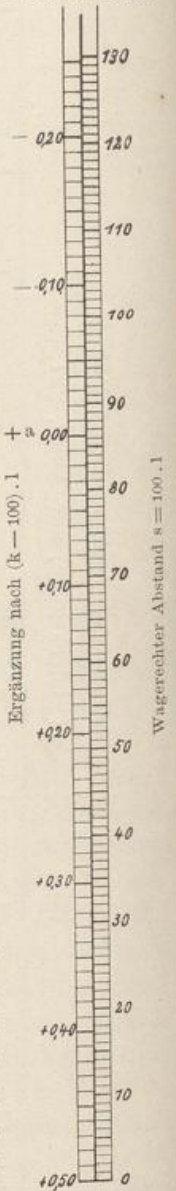
Abb. 229 a. gemäß Seite 147 eingetragen; in Spalte 11 die Verbesserung m_h , soweit diese als zutreffend gelten kann (s. S. 148), weiter in Spalte 12 der Betrag $i - l_m$ (s. S. 147), so daß der Gesamthöhenunterschied in Spalte 13 zum Ausdruck kommt. Auch hier erhält man wegen der doppelten Messung zwei Beträge (mit verschiedenen Vorzeichen!), die in Spalte 14 gemittelt werden. Ist etwa ein An- und Abschluß des Zuges auf einem Höhen-Festpunkte möglich, so wird eine entsprechende Verbesserung v nach Seite 90 in Spalte 15 berücksichtigt. Die Höhen der Punkte werden schließlich in Spalte 16 gewonnen.

Die Ableitung der Strecke $\odot 6$ bis $\odot 7$ mit den beiden Zwischenpunkten Z_1 und Z_2 ist in der Spalte „Bemerkungen“ des Feldbuches nachgewiesen. Die Teilstrecken ergeben die Länge der Zugseite zu 217,77 m und 217,60 m; das Mittel 217,68 m erhält wieder seinen Platz in Spalte 9. Die Berechnung des Höhenunterschiedes führte dort gemäß Spalte 14 zu dem Betrage $-21,728$ m.

Für die scharfe Auswertung der Spalten 8 und 10 reicht die Verwendung von fünfstelligen Logarithmen, wie es auch hier geschehen ist, stets aus. Genügen die Längen auf 1 dm, wie beispielsweise auch bei den Hilfszügen (s. S. 174), so ist die Benutzung von Zahlentafeln oder Schaubildern weit einfacher und zeitersparender. Auch für die Ermittlung des Betrages $k \cdot l$ ist ein Schaubild sehr zweckmäßig, wenn k nicht den anzustrebenden runden Wert 100 hat. Man geht in der Weise vor, daß man die Ergänzung zu $(k - 100) \cdot l$ zeichnerisch darstellt und diese von dem Werte $100 \cdot l$ abzieht oder zu diesem zuzählt, je nachdem $k < 100$ bzw. $k > 100$ ist. Der nach Seite 167 (s. Feldbuch) gebrauchte Schnellmesser hat die Festwerte $a = 0,50$ m und $k = 99,42$.

Trägt man für $l = 0$ m bis 400 m und die dazu gehörenden Werte $(99,42 - 100) \cdot l = -0,58 \cdot l$ rechts bzw. links von einer Linie auf, siehe Abbildung 229 a, so erhält man links den Betrag, der hier jeweilig von $100 \cdot l$ abzuziehen ist. Im

Abb. 229 b.

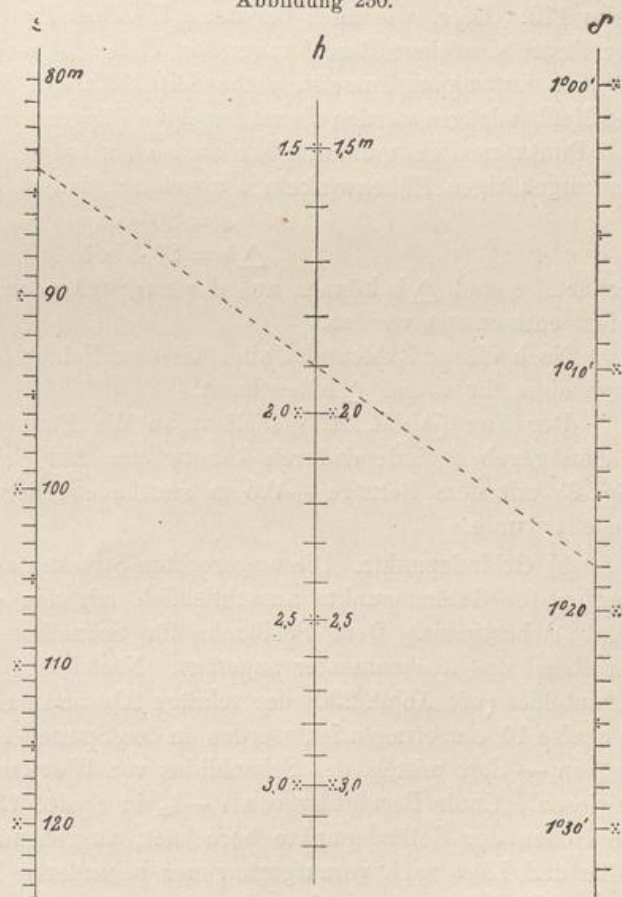


Rechenmuster S. 179 ist z. B. für $\odot 1$ bis $\odot 2$ $l = 1,266$, damit $100 \cdot l = 126,6$ m; geht man mit 126,6 m in das Schaubild ein, so erhält man links das Maß $-0,73$ m. Dieser Betrag von 126,60 abgezogen gibt zusammen mit $a = 0,50$ m den wagerechten Abstand $s = 126,60 - 0,73 + 0,50 = 126,60 - 0,23 = 126,37$ m (s. Sp. 7). Man kann in dem Schaubilde auch den Festwert $a = 0,50$ m berücksichtigen, indem man die Bezifferung dementsprechend einrichtet, siehe Abbildung 229b, wo sofort für 126,60 der Betrag $-0,23$ abgelesen wird.

Soll für die Berechnung der wagerechten Abstände und der Höhenunterschiede eine Zählentafel gewählt werden, so sind hierzu die „Hilfstafeln für Tachymetrie“ von Jordan*) und die „Ergänzungen der Jordan'schen Hilfstafeln für Tachymetrie von Reger*) zu empfehlen. Beide lassen durch eine Zwischenrechnung s bis auf das Dezimeter, h bis auf das Zentimeter entnehmen.

Unter den Schaubildern sei genannt in erster Linie die „Graphische Tachymetertafel“ von Werkmeister, Verlag von Konrad Wittwer in Stuttgart, dann die „Graphischen Tafeln für Tachymetrie“ von Wenner, erschienen in Darmstadt 1905. Die Schautafeln gehen von der Größe $s_1 = a + k \cdot l$ aus und geben zunächst den Betrag an, mit dem die schräge Entfernung s_1 in die wagerechte Strecke s übergeführt wird. Mit der Länge s und dem Höhenwinkel δ (bei Wenner mit s und mit dem Winkel $90 - \delta$) wird sodann der Höhenunterschied h an anderer Stelle, für kleine Unterschiede bis auf das Zentimeter, sonst auf Dezimeter entnommen. Die Auswertung h kann an der Abbildung 230, die einen Teil des Schaubildes von Werkmeister darstellt, verfolgt werden. Ist $s = 83,9$ m und $\delta = 1^\circ 18'$ gegeben, so werden diese Größen mit dem Striche eines durchsichtigen

Abbildung 230.

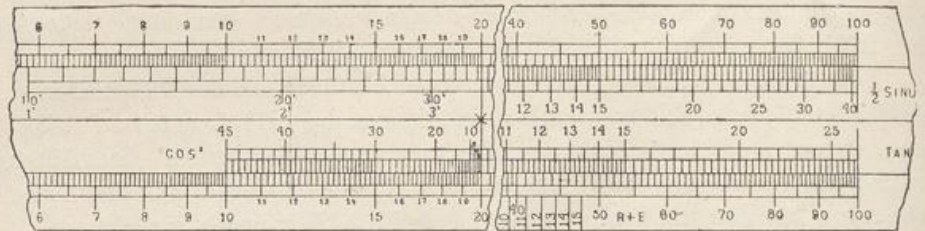


Zellhornlineals eingestellt (s. die punktierte Linie in der Abbildung) und der zugehörige Höhenunterschied an diesem zu $h = 1,90$ m abgelesen.

*) Erschienen in Stuttgart bei A. Metzler 1908 in 4. Auflage bezw. 1910.

Wer gern mit einem Rechenschieber arbeitet, kann eine hierfür besondere Einrichtung (Abbil. 230a) benutzen, die u. a. von Günther und Tegetmeyer in Braunschweig in guter Ausführung mit einer eingehenden Gebrauchsanweisung geliefert wird.

Abbildung 230a.



Die Ermittlung der Bestimmungsstücke für die Lage und Höhe erfolgt in der oben angegebenen Weise auch bei den „Kompaßzug-Messungen“ nach Seite 175. Hier, wie auch bei den „Meßbandzügen“ (S. 175) wird aber in der Regel von einer Berechnung der Vielecks-Brechpunkte Abstand genommen, da ihre Auftragung zumeist, siehe Seite 185, mit Winkelzeichnern erfolgt. Bei den Meßbandzügen werden die wagerechten Längen s und die Höhenunterschiede Δh von Punkt zu Punkt unmittelbar aus den schrägen Bandlängen $s_1 = 20$ m und den zugehörigen Höhenwinkeln δ abgeleitet, indem man

$$s = 20 \cdot \cos \delta$$

$$\Delta h = 20 \cdot \sin \delta$$

rechnet. s und Δh können aus der nachstehenden Zahlentafel 1 (s. S. 183) sofort entnommen werden.

Nach dieser Zahlentafel sind die dem Feldbuche Seite 175 angeschlossenen Ergebnisse für s und Δh bestimmt.

Der Zug (Abbil. 227) schließt an die Punkte $\odot 15$ und $\odot 16$ an, deren Höhen gegeben sind; dadurch konnte eine Abgleichung der Höhenunterschiede (Sp. 6) mit dem Betrage $+0,5$ m stattfinden, der zu je $0,1$ m auf 5 Punkte verteilt wurde.

b) Geländepunkte. Die wagerechten Strecken s und die Höhenunterschiede h werden für Geländepunkte ausschließlich mit den oben genannten Hilfsmitteln (S. 181) bestimmt. Dem Feldbuche für Schnellmessen, siehe Seite 171, ist in der Regel das Rechenmuster angefügt. Nachdem gegebenenfalls mit Hilfe eines Schaubildes (wie Abbil. 230) der schräge Abstand nach $s_1 = a + kl$ ermittelt und in Spalte 10 eingetragen ist, werden in den Spalten 11 und 12 die entsprechenden Größen — dort mittels des Schaubildes von Werkmeister (s. S. 181) — nachgewiesen. Unter Beachtung von $i - l_m$ in Spalte 13 (s. S. 171), werden sodann die Höhen der Geländepunkte berechnet, ausgehend von $\odot 7$ bzw. $\odot 8$, deren Höhe und Lage nach vorausgegangener besonderer Messung bestimmt sind. Die in dem Rechenmuster erfolgte Berechnung von s und h für die Zugseiten $\odot 7$ bis $\odot 8$ bzw. $\odot 8$ bis $\odot 7$ dient in solchen Fällen zur Nachprüfung des verwendeten Schnellmessers, da die Strecken und Höhenunterschiede des Vieleckszuges bereits bekannt sind (s. S. 172).

Zahlentafel 1.

Zahlenwerte für „Meßbandzüge“.

Für $s = 20 \cdot \cos \delta$ und $\Delta h = 20 \cdot \sin \delta$.

Wage- rechte Strecke $s =$ $20 \cdot \cos \delta$	Höhen- winkel δ	Höhenunterschied $\Delta h = 20 \cdot \sin \delta$										Höhen- winkel δ
		,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9	
20,00	0°	0,00	0,03	0,07	0,10	0,14	0,17	0,21	0,24	0,28	0,31	0°
20,00	1	0,35	0,38	0,42	0,45	0,49	0,52	0,56	0,59	0,63	0,66	1
19,99	2	0,70	0,73	0,77	0,80	0,84	0,87	0,91	0,94	0,98	1,01	2
19,97	3	1,05	1,08	1,12	1,15	1,19	1,22	1,26	1,29	1,33	1,36	3
19,95	4	1,40	1,43	1,46	1,50	1,53	1,57	1,60	1,64	1,67	1,71	4
19,92	5	1,74	1,78	1,81	1,85	1,88	1,92	1,95	1,99	2,02	2,06	5
19,89	6	2,09	2,12	2,16	2,19	2,23	2,26	2,30	2,33	2,37	2,40	6
19,85	7	2,44	2,47	2,51	2,54	2,58	2,61	2,65	2,68	2,71	2,75	7
19,81	8	2,78	2,82	2,85	2,89	2,92	2,96	2,99	3,03	3,06	3,09	8
19,75	9	3,12	3,16	3,20	3,23	3,27	3,30	3,33	3,37	3,40	3,44	9
19,70	10	3,47	3,51	3,54	3,58	3,61	3,64	3,68	3,71	3,75	3,78	10
19,63	11	3,82	3,85	3,89	3,92	3,95	3,99	4,02	4,06	4,09	4,12	11
19,56	12	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,40	4,43	4,47	12
19,49	13	4,50	4,53	4,57	4,60	4,63	4,67	4,70	4,74	4,77	4,80	13
19,41	14	4,84	4,87	4,91	4,94	4,97	5,01	5,04	5,07	5,11	5,14	14
19,32	15	5,18	5,21	5,24	5,28	5,31	5,34	5,38	5,41	5,45	5,48	15
19,23	16	5,51	5,55	5,58	5,61	5,65	5,68	5,71	5,75	5,78	5,81	16
19,13	17	5,85	5,88	5,91	5,95	5,98	6,01	6,05	6,08	6,11	6,15	17
19,02	18	6,18	6,21	6,25	6,28	6,31	6,35	6,38	6,41	6,45	6,48	18
18,91	19	6,51	6,54	6,58	6,61	6,64	6,68	6,71	6,74	6,77	6,81	19
18,79	20	6,84	6,87	6,91	6,94	6,97	7,00	7,04	7,07	7,10	7,13	20
18,67	21	7,17	7,20	7,23	7,27	7,30	7,33	7,36	7,39	7,43	7,46	21
18,54	22	7,49	7,52	7,56	7,59	7,62	7,65	7,69	7,72	7,75	7,78	22
18,41	23	7,81	7,85	7,88	7,91	7,94	7,98	8,01	8,04	8,07	8,10	23
18,27	24	8,13	8,17	8,20	8,23	8,26	8,29	8,33	8,36	8,39	8,42	24
18,13	25	8,45	8,48	8,52	8,55	8,58	8,61	8,64	8,67	8,70	8,74	25
17,98	26	8,77	8,80	8,83	8,86	8,89	8,92	8,96	8,99	9,02	9,05	26
17,82	27	9,08	9,11	9,14	9,17	9,20	9,23	9,27	9,30	9,33	9,36	27
17,66	28	9,39	9,42	9,45	9,48	9,51	9,54	9,57	9,60	9,64	9,67	28
17,49	29	9,70	9,73	9,76	9,79	9,82	9,85	9,88	9,91	9,94	9,97	29
17,32	30	10,00	10,03	10,06	10,09	10,12	10,15	10,18	10,21	10,24	10,27	30
17,14	31	10,30	10,33	10,36	10,39	10,42	10,45	10,48	10,51	10,54	10,57	31
16,96	32	10,60	10,63	10,66	10,69	10,72	10,75	10,78	10,80	10,83	10,86	32
16,77	33	10,89	10,92	10,95	10,98	11,01	11,04	11,07	11,10	11,13	11,15	33
16,58	34	11,18	11,21	11,24	11,27	11,30	11,33	11,36	11,39	11,41	11,44	34
16,38	35	11,47	11,50	11,53	11,56	11,59	11,61	11,64	11,67	11,70	11,73	35

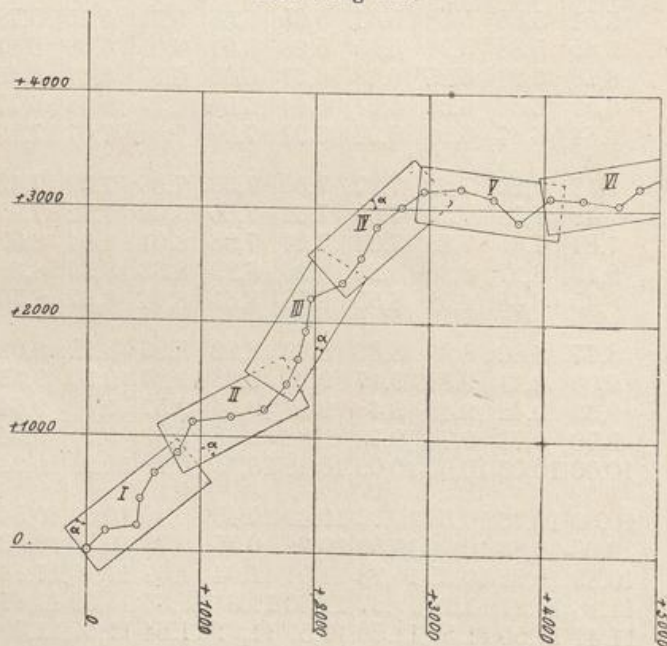
Für Punkte, die mit wagerechter Ziellinie gemessen sind, vereinfacht sich, wie schon Seite 178 angedeutet wurde, die Rechnung wesentlich dadurch, daß aus der Lattenablesung l (s. Feldbuch S. 177) sofort der wagerechte Abstand s abgeleitet wird, während der Höhenunterschied nach $h = i - l_m$ ohne weiteres gegeben ist. Hier sei noch bemerkt, daß die endgültigen Höhen der Standpunkte B, D, E usw. aus den jeweiligen gegenseitigen Messungen zu mitteln und der weiteren Geländeaufnahme zugrunde zu legen sind.

VI. Das Auftragen der Schnellmeß-Ergebnisse.

a) **Vieleckszüge.** Die Zeichnung der Aufnahmen beginnt mit der Auftragung der „Standpunkte“, deren Lage, soweit nicht Kompaß- oder Meßbandzüge in Frage kommen, in der Regel durch rechtwinkelige Koordinaten angegeben wird (siehe S. 178). Die Punkte der Vieleckszüge werden dann mit Hilfe eines Quadratnetzes gemäß der Erläuterung des I. Teiles, S. 151, in einem Lageplane zur Darstellung gebracht.

Handelt es sich um ausgedehnte Messungen, besonders auch um die Aufnahmen lang gestreckter Längsschnitte (mit oder ohne Querschnitte), die sich in mannigfachen Windungen hinziehen, so ist es sehr zu empfehlen, zuvor einen Uebersichtsplan der Vieleckszüge in einem kleinen Maßstabe, 1:10 000 bis 1:50 000, anzufertigen. Dadurch kann man die vorteilhafteste Anordnung der aufeinanderfolgenden Zeichenblätter leicht feststellen. Man benutzt hierzu am besten Millimeterpapier, dessen rechtwinkelig sich schneidende Linien dem Verlaufe der

Abbildung 231.



beiden Koordinaten-Achsen entsprechen, und beziffert das Netz alle 500 m oder 1000 m, siehe Abbil. 231. Wird das Zeichenblatt in dem Maßstabe des Ueber-

sichtsplanes auf Pauspapier gezeichnet und auf den Plan gelegt, so läßt sich durch passende Verschiebung die günstigste Lage der Zeichenblätter ermitteln. Man überträgt die Blattgröße durch Nadelstich auf den Uebersichtsplan und macht sie durch Tusche oder durch Bleistift kenntlich (Abbil. 231).

Die Zeichenblätter sind gegeneinander so einzurichten, daß sie sich etwas überdecken und ein Stück der Aufnahme, darunter wenigstens einen Standpunkt, gemeinsam haben, siehe die Blätter I, II usw. in der Abbil. 231. Auf dem Uebersichtsplane kann man nun leicht feststellen, unter welchem Winkel α und wie weit vom Rande die Linien des zu entwerfenden Quadratnetzes auf den einzelnen Zeichenblättern verlaufen.

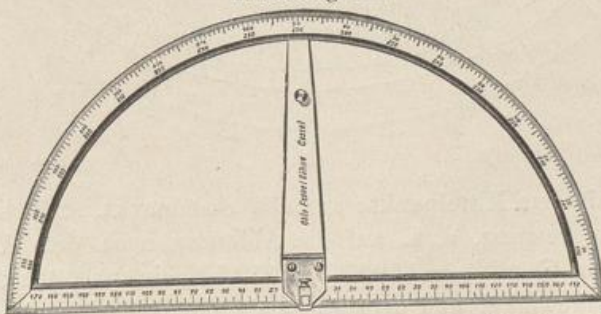
Kompaßzug-Messungen gelangen fast ausschließlich unter Anwendung der im I. Teile, Seite 154, angegebenen Hilfsmittel zur Auftragung. Kommen geschlossene Züge und Zwischenzüge (s. dort S. 157) in Betracht, so ist eine Abgleichung nach den dort Seite 155 angegebenen Regeln zu bewirken. In obiger Weise wird man auch gewöhnlich da verfahren, wo kurze Hilfszüge (S. 174) oder besondere Aufnahmelinien, z. B. a bis b nach Abbil. 226, während der Geländeaufnahme gelegt werden mußten.

Die einfachen Meßbandzüge (Abbil. 227) zeichnet man, wenn sie, was meist der Fall ist, zwischen gegebenen Punkten verlaufen, zweckmäßig mit Hilfe eines Winkelmessers (s. I. Teil, S. 137) auf Pauspapier auf und paßt sie, soweit sie zwischen gegebenen Punkten (Tafel IX) liegen, zwischen den bezüglichen Punkten des Lageplanes ein.

b) Geländepunkte. Die Geländeaufnahme wird Punkt für Punkt gemäß dem Feldbuche mit Hilfe entsprechender Geräte im Lageplane abgetragen. Man bestimmt auf jedem Standpunkte die Richtungsunterschiede der aufgenommenen Geländepunkte gegen den benachbarten Brechpunkt des Vieleckszuges, der als Anschluß dient (s. S. 172), mittels eines Winkelzeichners und setzt auf den so erhaltenen Schenkeln die wagerechten Abstände vom Standpunkte aus ab. Durch Anschreiben der Höhe wird jeder Geländepunkt in seinen gesuchten Bestimmungstücken, also nach „Lage“ und „Höhe“ bekannt.

Das Auftragen der Geländepunkte erfolgt mit etwa gleicher Schärfe wie die Aufnahme bei Benutzung der Winkelzeichner von Nagel und Decher

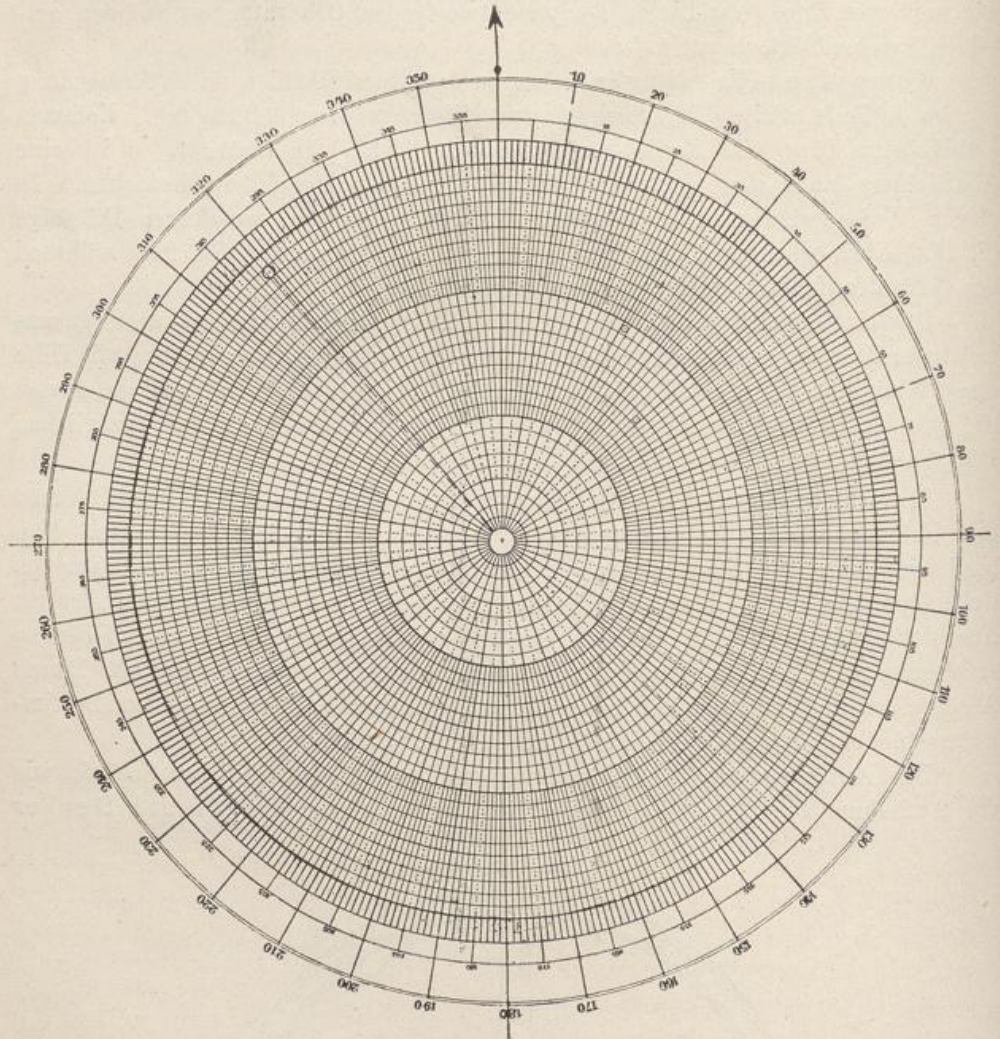
Abbildung 232.



(s. I. Teil, Abbil. 250 bzw. 251), mit deren Anlagemaßstabe sofort der Abstand abgesetzt wird. Für geringere Anforderungen genügen einfache Einrichtungen,

bei denen die Verbindung $0^\circ - 180^\circ$ vom Mittelpunkt nach rechts und links einen Maßstab trägt (Abbil. 232). Solche Winkelzeichner werden aus Metall und Papier hergestellt. Sehr bequem ist auch die „Winkelrose“ (Abbil. 233), die auf Pauspapier verschiedenfarbig gedruckt oder gezeichnet wird. Sie enthält außer der Gradeinteilung noch eine Längenteilung durch Kreise, deren Halbmesser dem betreffenden Maßstabe des Lageplanes angepaßt werden. Man legt

Abbildung 233.



die Winkelrose mit dem Mittelpunkt auf den Standpunkt, stellt sie auf die Anfangsrichtung der Messung, d. h. auf die Ablesung nach dem Anschlußpunkte, in Abbil. 232 einem $\odot$ mit $\alpha = 319^\circ 30' = 319,5^\circ$, ein, und überträgt dann entsprechend dem Lagewinkel und dem Abstände die Geländepunkte durch Nadelstich auf den Lageplan, z. B. in der Abbildung 233 zwei Geländepunkte mit $\alpha = 31^\circ 0'$ und $s = 195,0$ m bzw. $\alpha = 49^\circ 1' = 49,0^\circ$ und $s = 144,0$ m.

Die Anfertigung von Höhenplänen, sei es zu Längsschnitten oder Querschnitten, wie auch zu Höhenschichten-Plänen geschieht nach denselben Gesichtspunkten, die für die „Einwägung“ in den Abschnitten Seite 82 bis 128 bekannt gegeben sind.

VII. Besondere Schnellmeß-Vorrichtungen.

Die Verwendung der üblichen Schnellmesser mit Höhenkreis oder Höhenbogen ist, wie der vorstehende Abschnitt zu erkennen gibt, an eine immerhin lästige, meist ziemlich zeitraubende Ausrechnung der wagerechten Abstände und der Höhenunterschiede gebunden. Der Wunsch, schon im Felde die gesuchten Größen endgültig zu ermitteln, ließ die ausführenden Techniker und die Werkstätten besondere Einrichtungen schaffen, die in mannigfacher Weise, in der Regel aber ohne Höhenkreis, dem Bestreben nach Vereinfachung der Arbeit gerecht werden. Unter ihnen ist der Schnellmesser von Hammer-Fennel der am besten geeignete, da er nicht nur die geforderten Bestimmungsstücke unmittelbar im Fernrohr angibt, sondern auch unter Witterungsverhältnissen und zu Jahreszeiten verwendet werden kann, die überhaupt noch Messungen im Freien zulassen. Von den anderen Sondervorrichtungen haben eine größere Bedeutung die „Schiebe-Schnellmesser“ erlangt, hier in erster Linie derjenige von Puller-Breithaupt, der im Gegensatz zu der Anordnung von Wagner-Fennel mit geneigter Höhenlatte die sicherere senkrechte Stellung der Latte beibehalten hat (s. a. S. 143).

Es ist hier unmöglich, auf die mathematischen Beziehungen zwischen den genannten Vorrichtungen und dem Meßvorgange hinzuweisen; mit ihnen beschäftigen sich in ausgiebiger Weise die Gebrauchsanweisungen, deren genaue Kenntnis bei sachgemäßer Arbeit nicht zu umgehen ist. Im Folgenden soll nur in allgemeinen Umrissen auf den Bau und auf die Entnahme der Messungsergebnisse oder auf die sonstige Verwendung der obigen Schnellmesser eingegangen werden.

a) **Schnellmesser Hammer-Fennel^{*)}**. Die Ausführung (Abbil. 234) entspricht im allgemeinen einem Theodolit mit drehbarem Teilkreise (I. Teil, S. 97), der eine Ablesung der Lagewinkel an einem Faden bis auf eine Minute (') zuläßt. Neben dem Fernrohr (links in der Abbildung), mit diesem aber nicht verbunden, sitzt für sich auf der Kippachse anstelle des Höhenkreises in einem Gehäuse der wesentliche, durchaus eigenartige Bestandteil des Schnellmessers, ein Schaubild G (Abbil. 235 und 236) mit vier feinen Bogenlinien, von denen die vollen als „Abstandslinien“, die beiden punktierten, mit den Vorzeichen + und —, als „Höhenlinien“ bezeichnet werden. In dem Fernrohr befinden sich zwei Glasprismen P_1 und P_2 (Abbil. 236); von ihnen steht P_1 dem Schaubilde gegenüber, während P_2 in der Nähe der Auglinse angebracht ist. Durch die Prismen und eine zwischen ihnen liegende Linse L wird in der linken Hälfte des Gesichtsfeldes im Fernrohr, das kein Fadenkreuz hat, das Schaubild vergrößert gesehen. Kippt man das Fernrohr, dessen Fernlinse, nicht die Auglinse,

^{*)} Der Hammer-Fennelsche Tachymeter-Theodolit und die Tachymeterkippregel. Von Dr. E. Hammer. Stuttgart 1901, Verlag von Konrad Wittwer.

in einem Rohre ausziehbar ist und auf die verschiedenen Abstände (I. Teil, S. 105) eingestellt wird, nach oben oder unten, so kann man eine Verschiebung der

Abbildung 234.

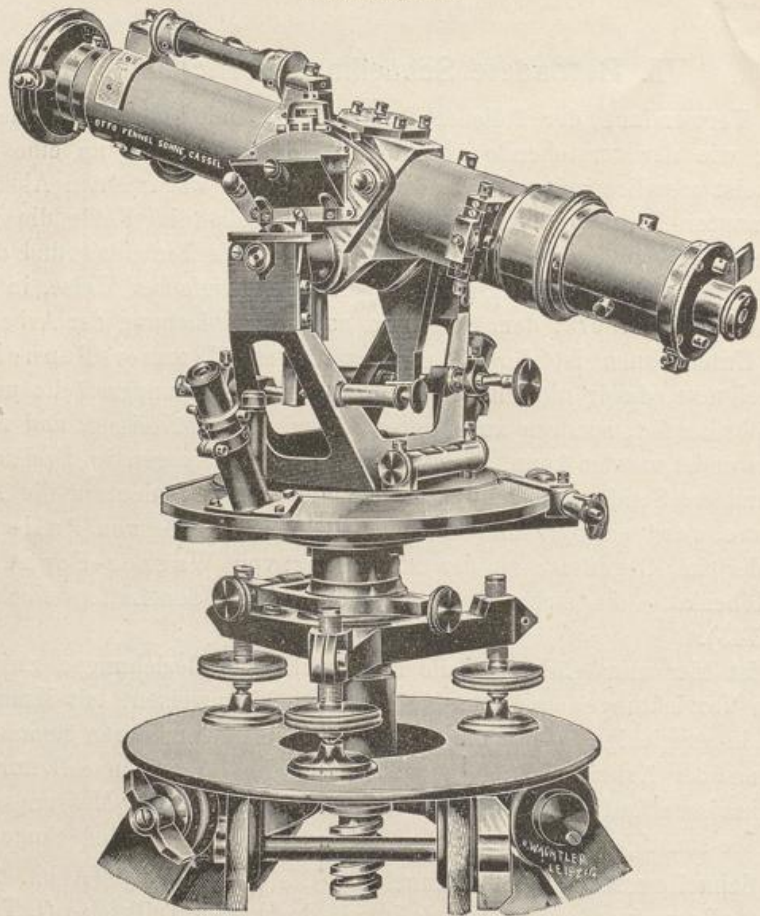
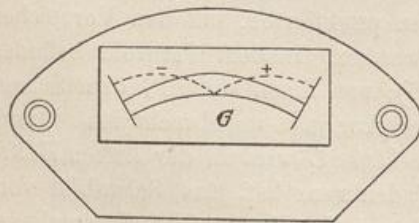


Schaubild-Linien nach rechts bzw. links im Fernrohr beobachten. Diese wird an der Höhenlatte verfolgt. Man zielt mit der senkrechten Kante des Prismas P_2 , die gleichsam als aufrechter Faden dient, die Teilung der Höhenlatte gemäß

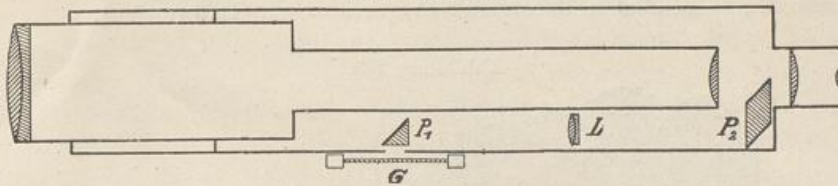
Abbildung 235.



Abbil. 237 an und zwar derart, daß die im Fernrohr gesehene obere volle Linie des Schaubildes, die obere „Abstandslinie“, genau nach dem Nullstrich der Latte zeigt, der sich 1,400 m über dem Lattenende befindet. Die zweite, unten gesehene „Abstandslinie“ schneidet dann in die Latten-teilung ein, und sie zeigt das Lattenstück l an, das mit $k = 100$ vervielfältigt, den wagerechten Abstand s sofort ergibt. Hier also (Abbil. 237) ist $s = k \cdot l = 100 \cdot 0,247 = 24,7$ m. Der Festwert a des Schnellmessers ist „Null“ gemäß den

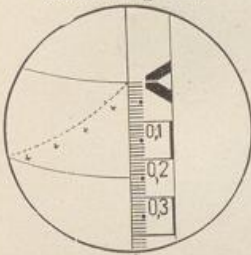
Ausführungen auf Seite 142. Zu der Strecke s wird der Höhenunterschied h von der wagerechten Ziellinie bis zum Nullstrich der Höhenlatte — hierbei ist

Abbildung 236.



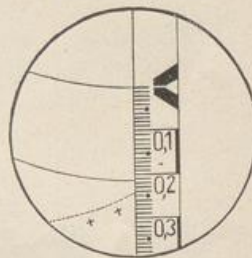
also nach Seite 147 $l_m = 1,400$ (s. o.) — mit Hilfe der punktierten „Höhenlinien“ des Schaubildes gewonnen. Fällt die „Höhenlinie“ „+“ oder „—“ mit

Abbildung 237.



dem Nullstriche der Latte zusammen, wie in Abbil. 237, so ist der Betrag des genannten Höhenunterschiedes $0,00 \cdot 20 = 0,00$ m, d. h. die Ziellinie verläuft wagerecht. Schneiden aber die „Höhenlinien“ an der Höhenlatte, vom Nullstrich gerechnet, auf dem die obere „Abstandslinie“ stets einspielt, ein Stück ab,

Abbildung 238.



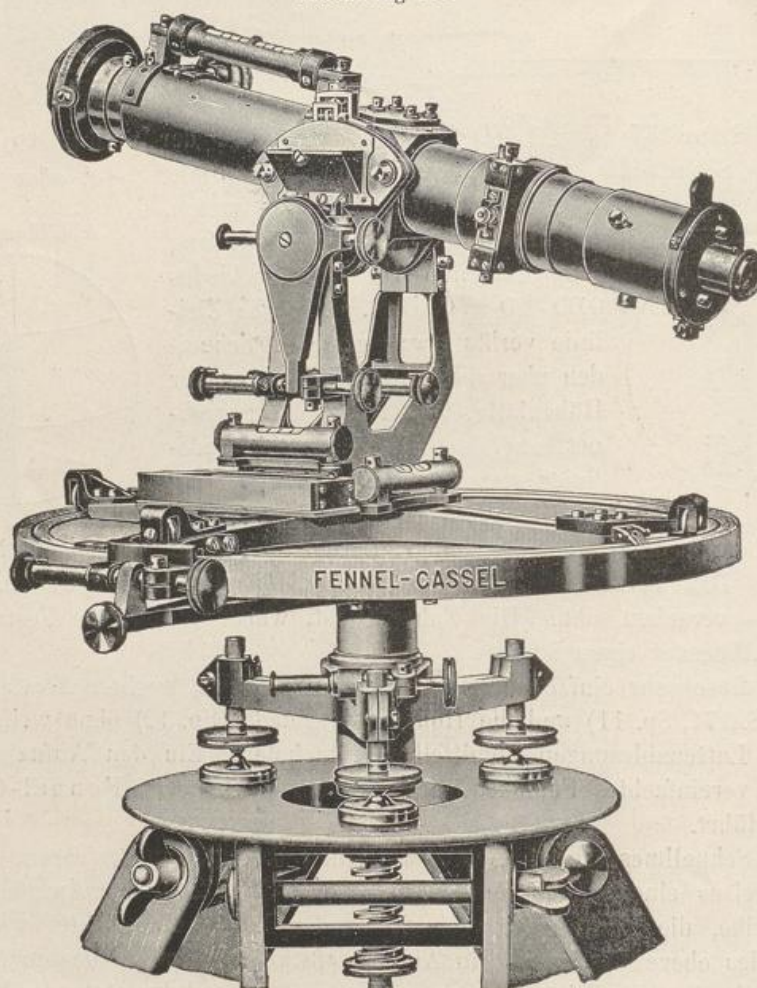
z. B. in Abbil. 238 das Lattenstück 0,241, so beträgt der Höhenunterschied: Lattenstück $\times 20$, hier also $0,241 \cdot 20 = +4,82$ m. Das Vorzeichen wird durch die „Höhenlinien“ angegeben, die mit + oder — versehen sind. Die Zahl 20 ist, wie $k = 100$, ein Festwert, der dem Schnellmesser eigen ist.

Auf diese sehr einfache Weise lassen sich die wagerechten Abstände (siehe Feldbuch S. 171, Sp. 11) und die Höhenunterschiede (Sp. 12) ohne weitere Rechnung den Lattenablesungen unmittelbar entnehmen. Ein den Aufnahmen entsprechend vereinfachtes Feldbuch wird von den Werkstätten Fennel-Cassel im Handel geführt.

Der Schnellmesser hat eine Erweiterung dahingehend erfahren, daß statt des Teilkreises eine runde Aluminium-Platte (Abbil. 239) zur Aufnahme einer Papierscheibe, die leicht ausgewechselt werden kann, eingerichtet worden ist. Am Fuß des oberen Teiles ist ein Anlegemaßstab angebracht, dessen Nullpunkt mit der Drehachse des Schnellmessers zusammenfällt und der stets der Bewegung des Fernrohres auf der Papierscheibe folgt. Die abgelesenen Abstände der Geländepunkte können mit Hilfe des Maßstabes sogleich auf dem Zeichenblatt abgetragen werden. Werden die Punkte entsprechend der Oertlichkeit durch Grenzlinien verbunden, so entsteht schon im Felde ein Lageplan des Aufnahme-Gebietes, dessen Reichweite von der Größe der Papierscheibe und von dem gewählten Maßstabe abhängt. Werden weiter zu den Geländepunkten auch die Höhen geschrieben, die man während der Arbeit aus der Höhe des Standpunktes, aus $i - l_m$ und dem abgelesenen Höhenunterschiede nach Seite 182 ableitet, so hat man die ganze Arbeit im Felde ohne irgendwelche häusliche Berechnung fertiggestellt (Tafel X).

Bei ausgedehnten Messungen wird der Anschluß an den Vieleckszug auch hier (s. S. 172) durch Einstellung des Fernrohrs zunächst auf den benachbarten Brechpunkt bewerkstelligt, eine Nachprüfung des Schnellmessers selbst durch Aufnahme des betreffenden Brechpunktes gemäß Seite 182 (unten).

Abbildung 239.



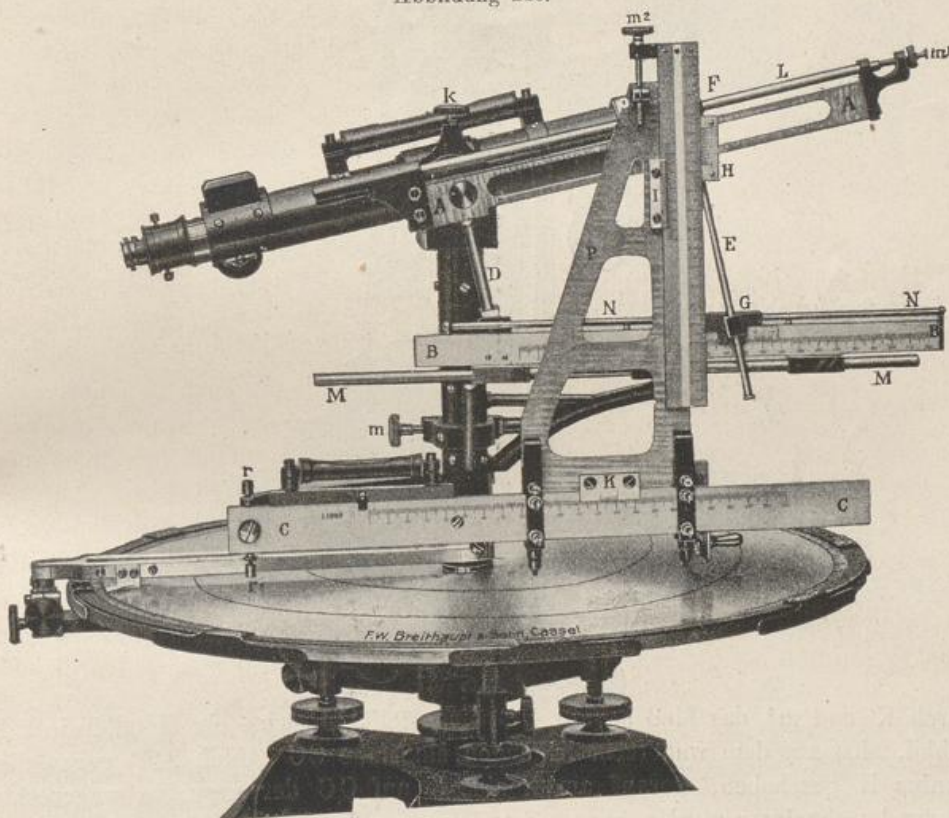
Bei längerem Verweilen auf einem Standpunkte ist am Ende der Messung eine Schlußablesung (s. S. 173) für den Brechpunkt nicht außer acht zu lassen, um eine etwa eingetretene Standänderung des Schnellmessers, die einen Einfluß auf die Güte der Arbeit hat, sofort aufdecken zu können.

Die Zeichenblätter auf den einzelnen Standpunkten werden zu einem einheitlichen Lageplan durch Uebertragung mittels Nadelstich mit Hilfe der Anschluß-Beobachtungen auf grund des Vieleckszuges, der vorab aufgetragen wird, erhalten. Soll die Zusammenfügung in einem anderen Maßstabsverhältnisse erfolgen als die Aufnahme, so ist von den Hilfsmitteln der Verkleinerung oder Vergrößerung von Lageplänen, siehe I. Teil, S. 163, Gebrauch zu machen.

Für eine gelegentliche Messung der Lagewinkel trägt der Rand der Aluminium-Platte eine Kreiseinteilung von $\frac{1}{6}^\circ$, an der mittels einer Strichmarke noch einzelne Minuten geschätzt werden können. Schließlich gestattet ein Kastenkompaß (s. I. Teil, S. 117) die Messung von magnetischen Richtungswinkeln, so daß sich mit dem Schnellmesser auch „Kompaß-Züge“ gemäß Seite 175 durchführen lassen.

b) Der Schiebe-Schnellmesser Puller-Breithaupt*) (Abbil. 240 und 241) ist von vornherein für die Herstellung des Lageplanes im Felde eingerichtet. Eine Magnalium-Platte, deren Rand eine Kreisteilung mit Minuten-Ablesung trägt, nimmt eine Papierscheibe von 40 cm im Durchmesser auf, so daß Geländepunkte

Abbildung 240.



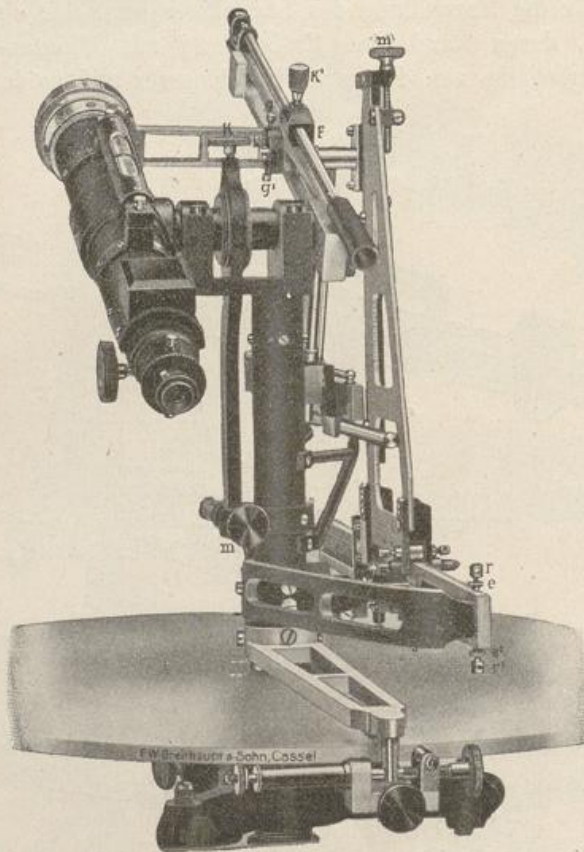
in dem Maßstabsverhältnis 1:1000, für das der Schnellmesser gebaut ist, bis zu Entfernungen von 200 m aufgenommen werden können.

Die Umformung des Lattenstückes l und der Neigung δ des Fernrohrs in die wagerechte Strecke s und den Höhenunterschied $h = s \cdot \tan \delta$ wird durch eine Anzahl Millimeter-Maßstäbe herbeigeführt, die in eigenartiger Weise gegeneinander angeordnet sind. Hat man durch die beiden entfernungsmessenden Fäden (der Mittelfaden fehlt) das Lattenstück l bestimmt, so wird bei unbe-

*) Der Puller-Breithauptsche Schnellmesser für das Verhältnis 1:1000. Von Dr. ing. h. c. Breithaupt. Cassel 1913, Selbstverlag.

rührter Stellung des Fernrohrs der schräge Abstand $s_1 = k \cdot l = 100 \cdot l$ an dem geteilten Lineal BB (Abbil. 240) durch Verschieben des Nonius G eingestellt. Der Verschiebung folgt der Nonius H, der auf einer Stange E beweglich aufsitzt. Die Stange selbst ist mittels eines Schiebers F (Abbil. 240 u. 241) winkrecht auf der Stange L (Abbil. 240) angebracht und läßt sich dort durch K' (Abbil. 241) festklemmen und durch m^1 (Abbil. 240) fein bewegen. Sobald

Abbildung 241.



durch K' und m^1 das Maß s_1 auf BB eingestellt ist, wird ein Metalldreieck P (Abbil. 240) auf dem wagerecht liegenden Maßstabe CC (Abbil. 240) gegen den Nonius H geschoben, worauf am Nonius K auf CC der gesuchte wagerechte Abstand s abgelesen werden kann. Zur Uebertragung des Geländepunktes auf die Papierscheibe genügt ein Druck auf eine an dem Metalldreieck P angebrachte Vorrichtung, die mit einem spitzen Bleistift versehen ist.

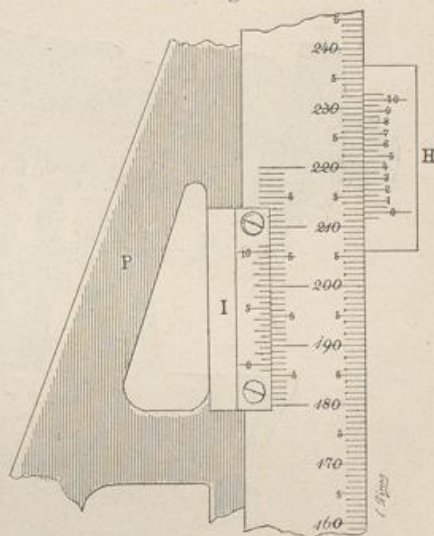
Der Höhenunterschied $h = s \cdot \tan \delta$ kann mit Hilfe des Nonius H an dem ihm anliegenden senkrecht stehenden Maßstabe (Abbil. 240) ermittelt werden, wenn bei wagerechter Ziellinie, die durch die Röhrenwage auf dem Fernrohre verbürgt wird, ein Nullstrich des seitlichen Maßstabs auf die Nullmarke des Nonius H gestellt wird, was durch die Schraube m_2 zu erreichen ist. Der Schnellmesser hat aber den Vorteil, daß nicht der genannte Höhenunterschied, sondern sofort die endgültige „Höhe“ der Geländepunkte gefunden wird. Wenn

h_1 die Höhe des Standpunktes, also des Brechpunktes im Vieleckszug, gegeben ist, weiter i und l_m (l_m ist hier l_u , da nur 2 Fäden vorhanden sind, und wird zweckmäßig zu 2,00 oder 3,00 m gewählt) gemessen ist, so erhält man nach Seite 147 die Höhe h_g eines Geländepunktes zu

$$h_g = h_1 + i - l_m \pm s \cdot \operatorname{tg} \delta.$$

Der Betrag $h_1 + i - l_m$ wird an dem durch m_2 (Abbil. 240) verschiebbaren Maßstabe des Metalldreiecks P, der hierzu eine besondere Teilung (links) trägt, mit Hilfe des festen Nonius J eingestellt (Abbil. 240 und 242). Hierzu wird für jede Aufstellung des Schnellmessers die Bezifferung mit Bleistift an diese, dann auch an die rechts liegende Teilung geschrieben, wie die Abbil. 242 zeigt. Hier ist $h_1 = 187,47$, $i = 1,35$ und $l_m = 2,00$, demnach $h_1 + i - l_m = 186,82$. Dieses Maß wird an J, da der Nonius eine Angabe $a = 0,05$ m hat, zu 186,80 eingestellt, indem man den entsprechend mit Bleistift bezifferten Maßstab durch m_2 auf dieses Maß hebt oder senkt. Wird zur Prüfung das Fernrohr wagerecht gestellt, so muß auch an dem gegenüberliegenden Nonius H die Höhe 186,80 abzu- lesen sein. Je nach der Höhenlage der Geländepunkte wird durch die senkrechte Verschiebung des Nonius H der Höhenunterschied $h = s \cdot \operatorname{tg} \delta$ selbsttätig entweder zu 186,80 zugezählt oder abgezogen, so daß die Höhen durch ihn unmittelbar angegeben werden, in Abbil. 242 z. B. zu 212,35 m.

Abbildung 242.



Eine mit dem Schiebe-Schnellmesser von einem Standpunkte, dem Brechpunkte $\odot 14$, aufgenommene Fläche ist in **Tafel X** dargestellt. Die Grenzpunkte sind gemäß den örtlichen Verhältnissen miteinander verbunden und soweit nötig gleich den gewöhnlichen Geländepunkten mit der „Höhe“ versehen.

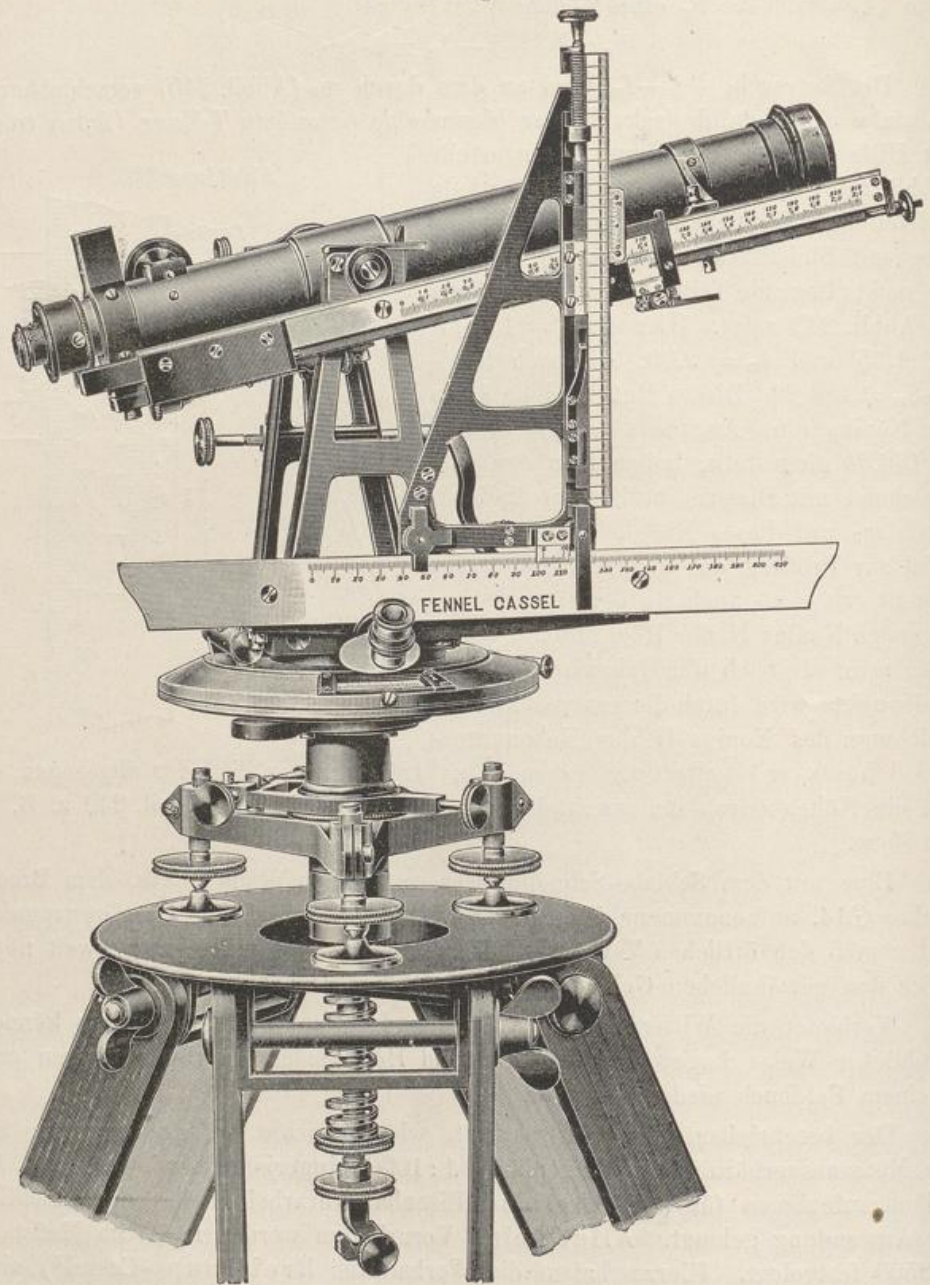
Verbietet die Witterung das Auftragen der Punkte im Freien, so können in üblicher Weise Lagewinkel, Abstand und Höhe jedes Punktes gemessen und in einem Feldbuch niedergelegt werden.

Der beschriebene Schnellmesser ist, wie schon am Anfange bemerkt, für das Maßstabsverhältnis des Lageplanes 1:1000 eingerichtet, wie er z. B. bei Geländeaufnahmen für ausführliche Eisenbahnvorarbeiten fast ausschließlich zur Anwendung gelangt. Allgemeine Vorarbeiten werden meist im Maßstabe 1:2500 festgelegt. Hierzu haben die Werkstätten Breithaupt-Cassel*) eine für diese Zwecke besonders geeignete Anordnung getroffen, die im wesentlichen mit der Abbildung 240 übereinstimmt.

*) Der Puller-Breithauptsche Schnellmesser für das Verhältniß 1:2500.
Von Dr. ing. h. c. Breithaupt. Cassel 1909, Selbstverlag.
Schewior, Das Feldmessen II.

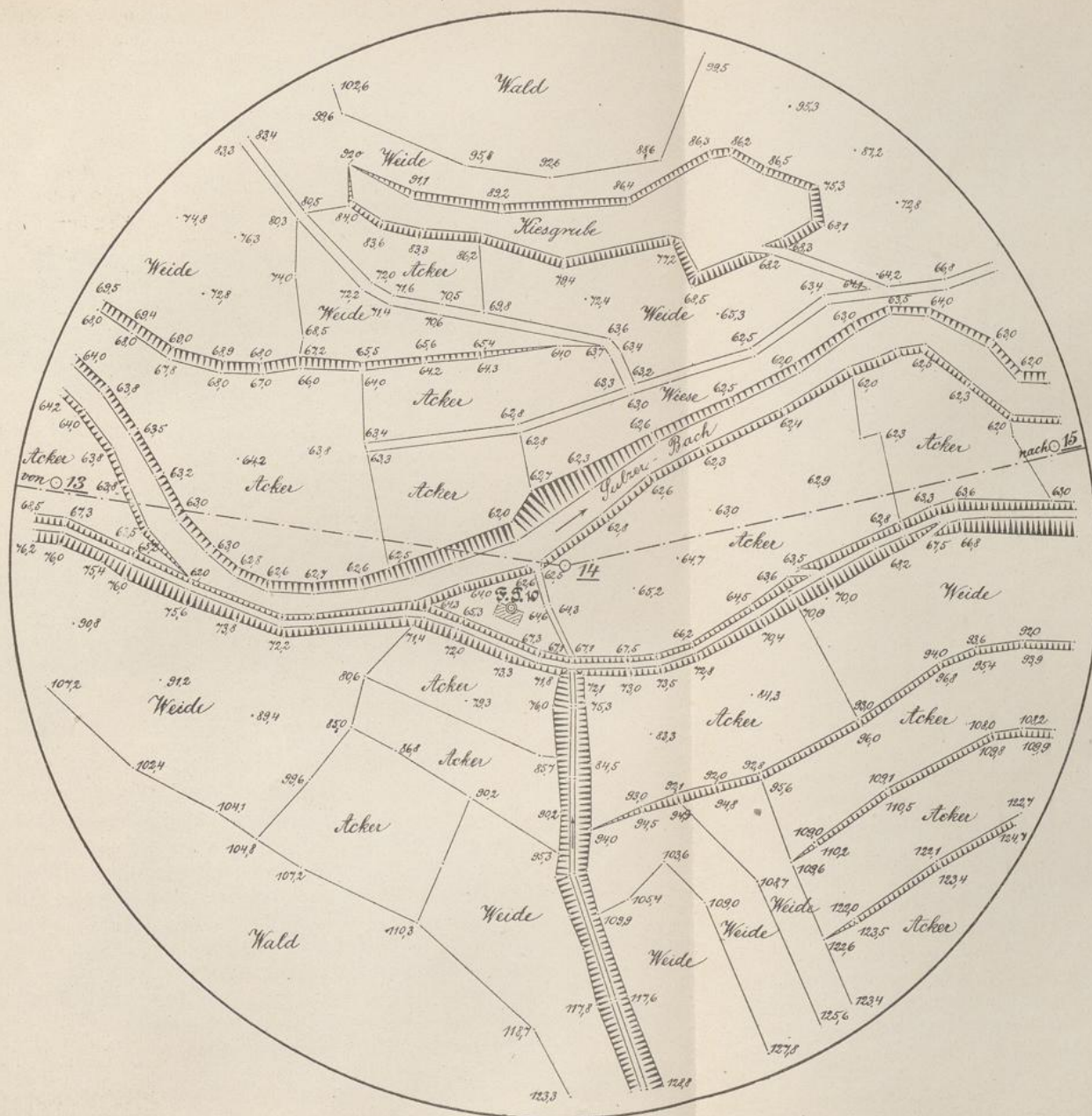
c) Der Schiebe-Schnellmesser von Wagner-Fennel*) konnte eine einfachere Durchbildung erfahren, weil die Messung des Lattenstückes 1 eine winkelrechte

Abbildung 243.



Stellung der Höhenlatte zur Ziellinie (s. S. 143) bedingt. Die übliche Form des Schnellmessers zeigt die Abbil. 243. An einem Maßstabe, der an dem Fernrohr,

*) Die Wagner-Fennelschen Tachymeter. Von A. Fennel. Stuttgart 1904, Verlag von Konrad Wittwer.

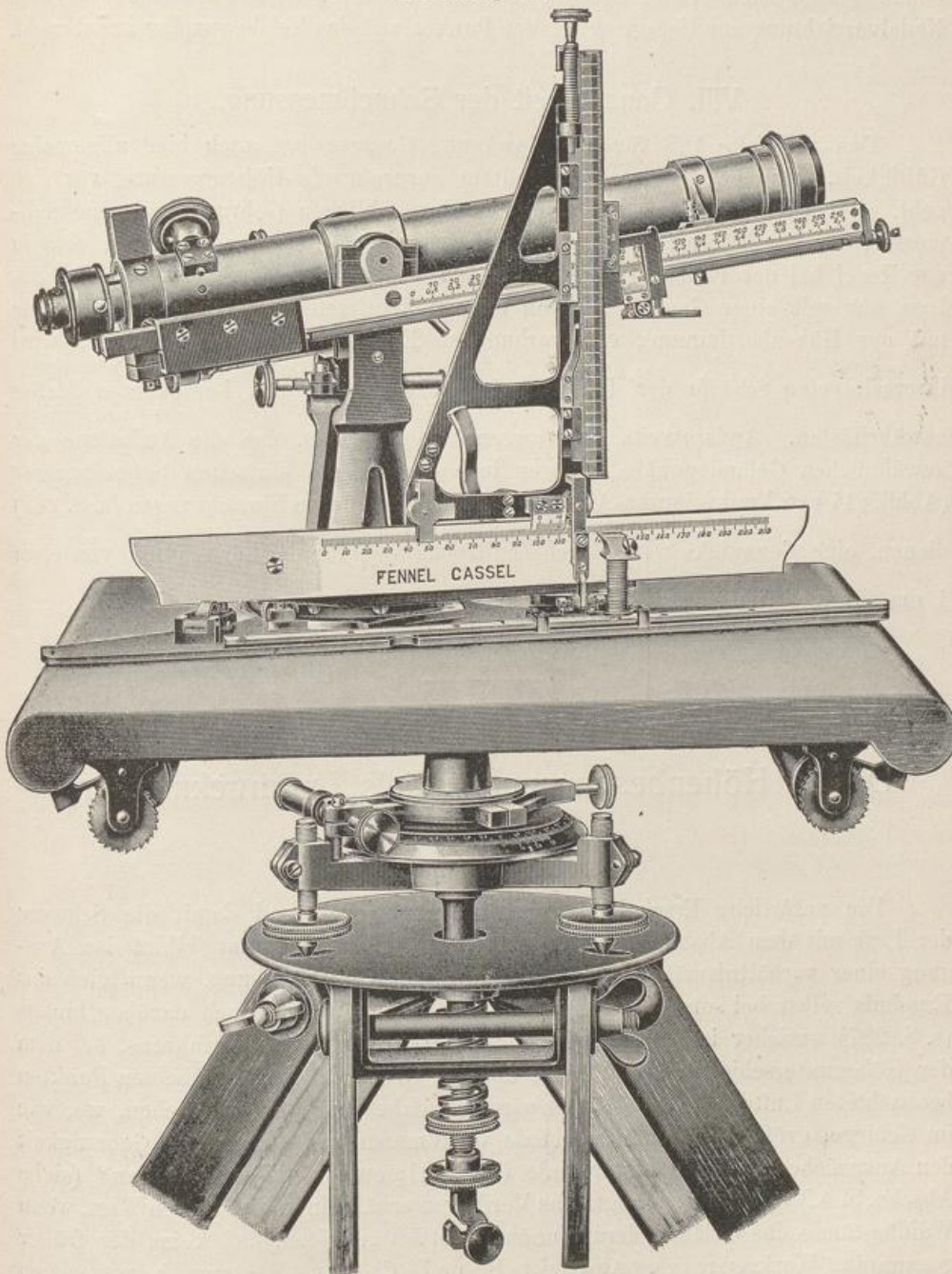


Schewior, Das Feldmessen II.



gleichlaufend mit der Ziellinie, befestigt ist, wird der schräge Abstand $s_1 = k \cdot l = 100 \cdot l$ mittels eines Nonius eingestellt und mit ihm ein zweiter Nonius

Abbildung 244.



(H in Abbil. 240), an dem das Metalldreieck (P in Abbil. 240) geführt wird, um an einem zweiten, wagerecht angebrachten Maßstabe den wagerechten Ab-

stand s abzulesen. Die Ableitung der Höhen erfolgt in der gleichen Weise, wie unter b) angegeben ist.

Für die Herstellung des Lageplanes im Felde wird der Schnellmesser mit einem Tische nach Abbil. 244 ausgeführt. Rechts vom Metalldreieck ist eine Nadelvorrichtung zur Uebertragung der Punkte auf das Zeichenpapier angebracht.

VIII. Genauigkeit der Schnellmessung.

Das auf Seite 128 für die Einwägung Gesagte hat auch hier allgemeine Gültigkeit, wenn bei wagerecht gestelltem Fernrohr die Höhenmessung vor sich geht. Bei geneigter Lage der Ziellinie, dem üblichen Gebrauche der Schnellmesser, wird selbst unter Ausnutzung der scharfen Höhenkreis-Teilung, also in der Regel bei der Beobachtung der Vielecks-Brechpunkte (s. S. 166), die Höhenlage nur mit einer Genauigkeit von einigen Zentimetern festzulegen sein. Die mit der Höhenbestimmung eng verbundene Ermittlung des Abstandes s wird ihrerseits eine Schärfe der Längen mit höchstens $\frac{1}{800}$ des berechneten Maßes gewährleisten. Andererseits darf angenommen werden, daß die Aufnahme der gewöhnlichen Geländepunkte, zu der insbesondere die einfachen Schnellmesser (Abbil. 217 usw.) mit Minuten-Ablesung und die besonderen Einrichtungen (s. S. 187) dienen, eine Genauigkeit im Durchschnitt von $\frac{1}{400}$ für die Längen und von etwa 1 dm für die Höhenangaben bieten.

D. Die Höhenbestimmung mittels Luftdruckmesser.

I. Allgemeines.

Die natürliche Erscheinung, daß die Dichtigkeit und damit die Schwere der Luft mit dem Abstände von der Meeresoberfläche abnimmt, bildet den Ausgang einer verhältnismäßig rasch durchführbaren Höhenmessung, wenn auch das Ergebnis selbst bei sorgfältiger Arbeit um 1 m bis 2 m und auch darüber hinaus (s. S. 227) unsicher ist. Eine wesentliche Bedeutung dieses Verfahrens, bei dem der Höhenunterschied zweier Punkte aus der Größe des auf den beiden Punkten beobachteten Luftdruckes abgeleitet wird, ist daher nur dort zu suchen, wo, wie im Gebirge, größere Höhenunterschiede vorkommen und die erzielte Genauigkeit den Ansprüchen, z. B. in erster Linie für „Allgemeine Vorarbeiten“ (siehe Abschn. F. A.) vollständig genügt. Das Verfahren erhält einen besonderen Wert, wenn Waldbestände das Gelände derart unübersichtlich gestalten, daß keins der früher genannten Werkzeuge (s. Abschnitt B und C) zur Messung herangezogen werden kann. Unter solchen Umständen ist die Höhenbestimmung mittels „Luftdruckmesser“ für die ersten Arbeiten im Eisenbahn- und Straßenbau, dann bei

Wasserleitungen und Tunnelanlagen als ein nicht zu unterschätzendes Hilfsmittel anzusehen.

II. Beziehung zwischen Luftdruck und Höhenunterschied.

Denkt man sich die Luft im ruhigen Zustande und von gleicher Wärme um die Meeres- und Erdoberfläche gelagert, so wird, da der Luftdruck nach oben gleichmäßig abnimmt, der Höhenunterschied zweier beliebiger Punkte im Bereiche der Lufthülle, also auch zweier Bodenpunkte, mit dem Luftdrucke in einem bestimmten gesetzmäßigen Zusammenhange stehen. Letzterer läßt sich in gewissen Grenzen auch dann feststellen, wenn die Luftschichten, in denen die Messungen stattfinden, eine verschiedene Wärme zeigen, deren Größe mit Hilfe eines Wärmemessers ermittelt wird. Für technische Arbeiten aller Art ist in Deutschland, wie in Mitteleuropa, dieser Zusammenhang durch die „Höhenformel“:

$$\Delta h = 18464 (\log B_1 - \log B_2) \cdot (1 + 0,003665 t)$$

sicher genug gegeben. In ihr bedeuten:

Δh den Höhenunterschied zweier Punkte, z. B. (1) und (2) in Abbil. 245 in m;

B_1 den Luftdruck im unteren Punkte (1) und B_2 den Luftdruck im oberen Punkte (2), beide in mm;

t das Mittel der Luft-Wärme in den beiden Punkten, also $t = \frac{t_1 + t_2}{2}$ in $^{\circ}\text{C}$.

Die Formel bleibt allgemein zutreffend für den Fall, daß größere Aenderungen der Luftschichten während des Messungsvorganges nicht eintreten, was nur mit einiger Sicherheit für Entfernungen bis etwa 5 km angenommen werden darf. Kleinere, während der Arbeit auftretende Verschiebungen bleiben nie aus; ihr Einfluß wird aber durch das Messungsverfahren selbst behoben, wie noch weiter (s. S. 221) mitgeteilt werden wird.

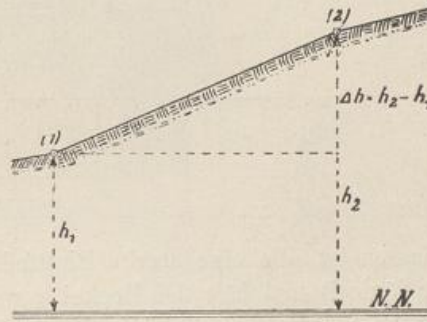
III. Meßwerkzeuge.

Die Ermittlung des Luftdruckes wird fast ausschließlich mit Hilfe der „Feder- oder Dosen-Luftdruckmesser“ vorgenommen im Gegensatz zu den mehr bekannten „Quecksilber-Schweremessern“, die wegen ihrer geringen Handlichkeit nur für bestimmte Zwecke (S. 207 und 214) in der Höhenmessung Verwendung finden.

1. Feder-Luftdruckmesser.

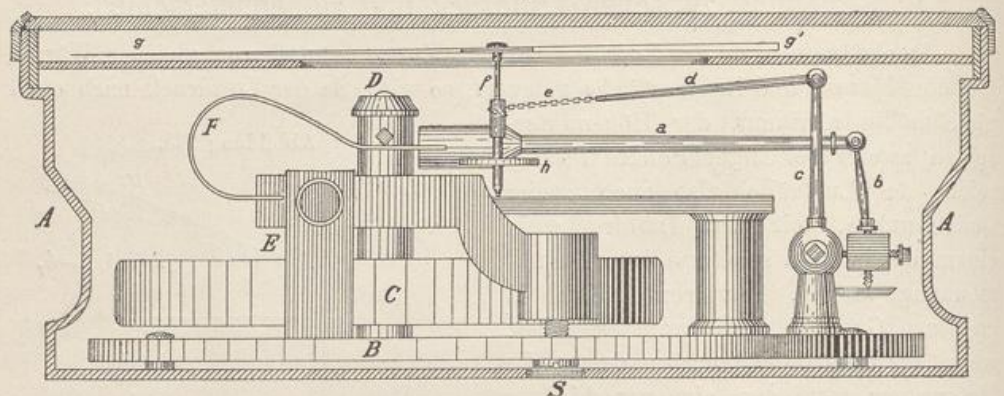
a) **Beschreibung.** In einer mit einer Glasscheibe geschlossenen Dose A (Abbil. 246) ruht auf einer Metallplatte B eine nahezu luftleere Büchse C mit einem leicht biegsamen, wellenförmigen Deckel, auf dem eine kurze Säule D mit

Abbildung 245.



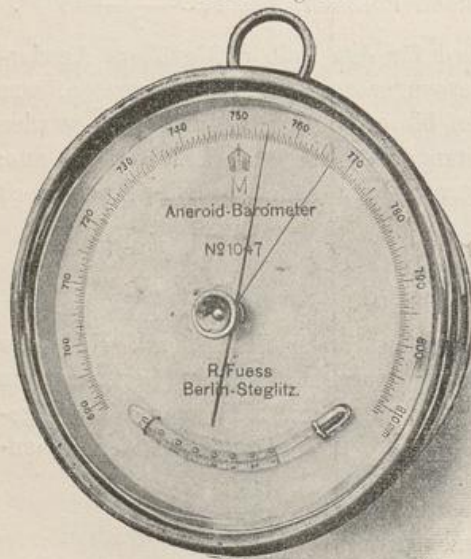
einem vierkantigen Querbalken aufsitzt. Zu beiden Seiten der Büchse sind weiter auf der Platte zwei Ständer E befestigt, in deren oberem Teile eine Achse ein-

Abbildung 246.



gelassen ist, die eine starke Blattfeder F trägt. Diese faßt unter den Balken der Säule D und hält den Deckel der Büchse, die sonst von der Luft eingedrückt werden würde, im Gleichgewicht. Entsprechend der Aenderung des äußeren Luftdruckes wird nun eine geringe auf- und niedergehende Bewegung des Büchsendeckels entstehen, deren Größe zu ermitteln ist. Hierzu ist die genannte Blattfeder, die an der Bewegung teilnimmt, mit einem Hebelwerk a, b, c und d verbunden. Von d reicht ein Arm mit einem Kettchen e bis zu einer Welle f, die an einem Ende einen Zeiger gg' trägt. Auf diese Weise wird jede Veränderung des Büchsendeckels durch den Zeiger angegeben.

Abbildung 247.



Bei der beschriebenen Einrichtung muß der Zeiger, wenn eine Zunahme des Luftdruckes, d. h. ein Zusammenpressen der Büchse stattfindet, nach rechts ausschlagen; dagegen wird der Zeiger, wenn der Luftdruck abnimmt, seine Lage nicht verändern, da die Hebelanordnung nur eine ziehende Wirkung ausübt. Um den Zeiger auch zur rückwärtigen Bewegung zu zwingen, ist um die Welle f eine Spiralfeder h gelegt, so daß das Kettchen e stets gespannt bleibt.

Die Stellung des Zeigers gibt an einem Zifferblatt (Abbil. 247) die Größe des Luftdruckes an, der für die Höhenbestimmung der Bodpunkte festzustellen ist.

In der Regel ist die Einteilung des Zifferblattes so getroffen, daß eine Ablesung bis auf Zehntel des Millimeters, z. B. in Abbil. 247 755,0 mm, möglich ist.

Die neueren Feder-Luftdruckmesser der Werkstätte Otto Böhne Nachfolger in Berlin, Prinzenstr. 90, die für technische Höhenmessungen in erster Linie zu empfehlen sind, lassen noch eine Schätzung von 0,01 mm zu, so daß die Ablesungen auf 0,05 mm ziemlich sicher sind, vorausgesetzt, daß eine sehr sorgfältige Behandlung des Werkzeuges stattfindet, die mit Rücksicht auf die äußerst feine Einrichtung*) für alle Feder-Luftdruckmesser gefordert werden muß.

Die Ablesung A, wie sie dem Luftdruckmesser entnommen wird, läßt sich ohne weiteres nicht in der Höhenformel (S. 197) verwerten. Sie bedarf noch gewisser Verbesserungen, die man als „Wärmeverbesserung“, als „Teilungsverbesserung“ und „Standverbesserung“ bezeichnet und die mit Hilfe eines Quecksilber-Schweremessers (s. S. 207) abgeleitet werden.

b) Wärmeverbesserung. Die Wärme beeinflusst die Einrichtung des Luftdruckmessers und damit den Zeigerstand, wodurch eine Berichtigung der Ablesung A nach

$$\alpha \cdot T$$

notwendig wird. Die Größe α hat meist das Vorzeichen — und schwankt zwischen den Beträgen — 0,07 und — 0,17. Unter T ist die Wärme im Innern des Luftdruckmessers zu verstehen, die durch einen Wärmemesser (Abbil. 247) in $^{\circ}\text{C}$ angezeigt wird. Der Wert für α wird von den Werkstätten bestimmt und beim Ankauf angegeben. Da aber gerade neue Feder-Luftdruckmesser in den ersten Jahren den Wert leicht ändern, muß der Betrag von Zeit zu Zeit von neuem bestimmt werden (s. S. 207).

Von den schon genannten Werkstätten Otto Böhne Nachfolger werden auf Wunsch Luftdruckmesser geliefert, bei denen der Wärmeeinfluß durch zwei verschiedene Metalle in dem Hebel a (Abbil. 246) „ausgeglichen“ ist. Der Hebel wird an der unteren Seite aus einem stärker sich ausdehnenden Metall hergestellt, so daß sich der Arm bei steigender Wärme nach oben krümmt und dadurch ein Weitergehen des Zeigers verhindert. Die Einrichtung hat sich in den Wärmegrenzen von 0° bis 30° gut bewährt.

c) Teilungsverbesserung. Da die Zifferblätter der Feder-Luftdruckmesser nach einem Muster hergestellt werden und daher nicht genau der einzelnen Innen-Einrichtung angepaßt sind, erhält die Teilung eine Verbesserung, die gewöhnlich in der Form

$$\beta (760 - A)$$

eingeführt wird. Hierin ist A die betreffende Zeiger-Ablesung und β wieder ein Wert, der von den Werkstätten mitgeteilt wird. Eine sichere Nachprüfung des Betrages, der + oder — sein kann, läßt man zweckmäßig durch die Werkstätten vornehmen oder durch eine der auf Seite 207 näher bezeichneten Anstalten, die mit den hierzu erforderlichen Hilfsmitteln versehen sind.

d) Standverbesserung. Wenn an die Ablesung die beiden vorgenannten Verbesserungen angebracht sind, entspricht das Ergebnis fast ohne Ausnahme noch nicht dem durch ein Quecksilber-Schweremesser beobachteten tat-

*) Es empfiehlt sich, jeden Luftdruckmesser wenigstens alle 2 bis 3 Jahre durch eine Werkstätte (s. Anm. S. 207) nachsehen zu lassen, da durch Staub, Festwerden von Öl usw. der feine Gang der Einrichtung leicht beeinträchtigt wird.

sächlichen Luftdrucke. Es stellt sich meist eine Abweichung γ ein, die bei jeder Ablesung mit dem vollen Betrage und dem entsprechenden Vorzeichen zu berücksichtigen ist. Dieser Betrag, den man „Standverbesserung“ nennt, ist, wenn die Feder-Luftdruckmesser die Werkstätten verlassen, gewöhnlich sehr klein oder gleich Null, da er mit Hilfe einer Schraube (S in Abbil. 246) leicht beseitigt werden kann. Die Schraube sitzt in einem Ansätze, der mit der Achse in den Ständern E und damit auch mit der Blattfeder F in unmittelbarer Verbindung steht. Durch Anziehen oder Nachlassen ergibt sich eine Einwirkung auf den Zeiger, wodurch die Standverbesserung ganz beseitigt werden kann (s. a. S. 208). Leider hält die Beseitigung nicht lange an; die Standverbesserung stellt sich bald wieder ein, hervorgerufen durch unbeabsichtigte Erschütterungen oder Stöße, oder auch durch große Luftdruckunterschiede, die auf die Bestandteile des Werkzeuges nach dieser Richtung einwirken. Da hiernach die Größe γ einem steten Wechsel unterworfen ist, sollten die Feder-Luftdruckmesser vor und nach jeder Höhenaufnahme auf die „Standverbesserung“ hin untersucht werden. Die Vergleichung erfolgt am besten mit einem Quecksilber-Schweremesser, der auch zur Feststellung der beiden anderen Verbesserungen dient, oder aber mit Hilfe eines zweiten Feder-Luftdruckmessers, der während der Arbeit vor allen Erschütterungen bewahrt bleibt (s. S. 214).

Werden die drei Verbesserungen berücksichtigt, so erhält man aus der rohen Ablesung A und der im Innern des Feder-Luftdruckmessers herrschenden Wärme T den Luftdruck B, der einer Bestimmung des Luftdruckes bei einer Innenwärme des Werkzeuges von $T=0^\circ$ entspricht.

Beispiel. Die Untersuchung eines Feder-Luftdruckmessers ergab:

für die Wärmeverbesserung: $\alpha = -0,086$ mm

für die Teilungsverbesserung: $\beta = -0,015$ mm

für die Standverbesserung: $\gamma = +1,22$ mm.

Der verbesserte und damit auf 0° des Werkzeuges zurückgeführte Luftdruck ist nach Obigem allgemein:

$$B = A + \alpha \cdot T + \beta (760 - A) + \gamma.$$

Erhält man auf Punkt (1) und (2) der Abbildung 245 nacheinander die Ablesungen zu $A_1 = 729,3$ mm und $A_2 = 721,3$ mm, dazu die Innenwärme $T_1 = +15,3^\circ$ bzw. $T_2 = +17,1^\circ$ und die Wärme der Luft zu $t_1 = +18,0^\circ$ bzw. $t_2 = +20,0^\circ$, so erhält man den bezüglichen endgültigen Luftdruck zu

$$\begin{aligned} B_1 &= A_1 + \alpha \cdot T_1 + \beta (760 - A_1) + \gamma \\ &= 729,30 - 0,086 \cdot 15,3 - 0,015 (760 - 729,3) + 1,22 = 729,30 - \\ &\quad 1,32 - 0,46 + 1,22 \\ &= 728,74 \\ &= 728,7 \text{ mm,} \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} B_2 &= A_2 + \alpha \cdot T_2 + \beta (760 - A_2) + \gamma \\ &= 721,30 - 0,086 \cdot 17,1 - 0,015 (760 - 721,3) + 1,22 = 721,30 - \\ &\quad 1,47 - 0,58 + 1,22 \\ &= 720,47 \\ &= 720,5 \text{ m.} \end{aligned}$$

Mit B_1 und B_2 , die zunächst auf 2 Stellen hinter dem Komma gerechnet, dann aber auf **Zehntel Millimeter abgerundet** werden, wird der Höhenunterschied der beiden Punkte gemäß Seite 197 berechnet nach

$$\begin{aligned}\Delta h &= 18464 (\log B_1 - \log B_2) \cdot \left(1 + 0,003665 \frac{t_1 + t_2}{2}\right) \\ &= 18464 (\log 728,7 - \log 720,5) \cdot \left(1 + 0,003665 \frac{18,0 + 20,0}{2}\right) \\ &= 18464 (2,86255 - 2,85763) \cdot (1 + 0,003665 \cdot 19,0) \\ &= +97,2 \text{ m.}\end{aligned}$$

Würde Punkt (1) die Höhe $h_1 = 160,7$ m über N.N. haben, so ergibt sich, wie bekannt, für (2) die Höhe $h_2 = h_1 + \Delta h = 160,7 + 97,2 = 257,9$ m über N.N.

Die Auswertung der Verbesserungen nach α und β wird entweder durch eine Zahlentafel oder weit einfacher durch ein Schaubild*) nach Abbil. 248 ersetzt.

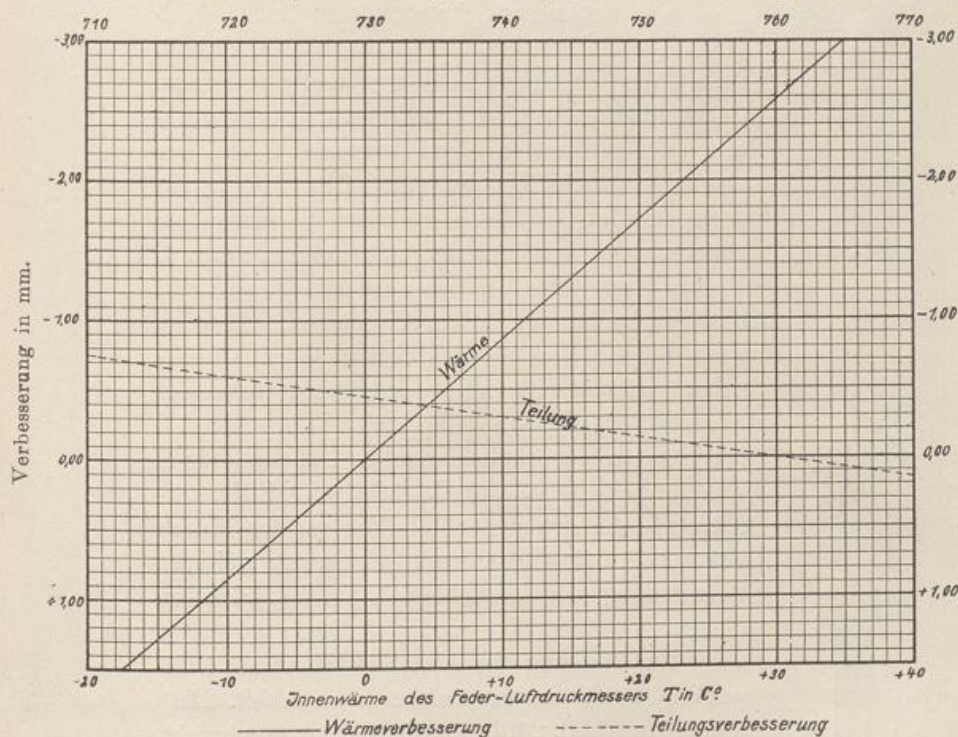
Für B_1 z. B. wird dem Schaubilde mit $T_1 = +15,3^\circ$ und $A_1 = 729,3^\circ$ dasselbe Ergebnis, wie vor, nämlich

$$\alpha \cdot T_1 = -1,32 \text{ und } \beta (760 - A_1) = -0,46$$

unmittelbar entnommen.

Abbildung 248.

Wärme- und Teilungsverbesserung (s. S. 199). Luftdruck-Ablesung A in mm.

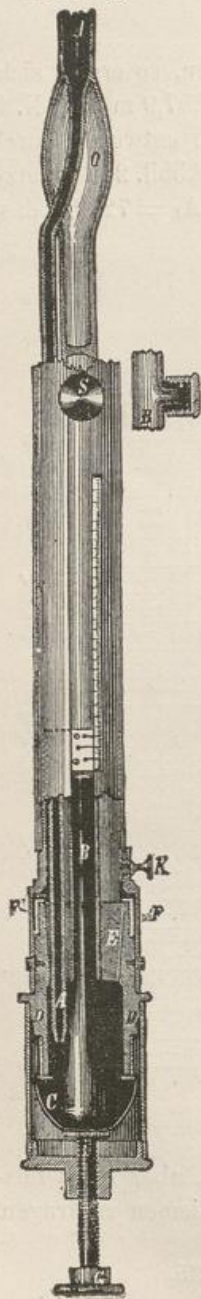


Die Feder-Luftdruckmesser sind im Felde in einem festen, aber nicht luftdichten Kasten auf der Brust an einem um den Hals gelegten Riemen zu tragen.

* Ueber die Anfertigung siehe sinngemäß die Angaben auf Seite 245.

Der Kasten, in dem sie ruhen, ist gegen Einwirkung der Luftwärme mit Filz oder Watte gut auszupolstern. Erschütterungen, auch die Bestrahlung durch die Sonnenstrahlen sind sorgfältig zu vermeiden. Der Kasten ist nur für die Ablesungen zu öffnen, nachdem man 1 bis 2 Minuten über dem betreffenden Bodenpunkte, aufrecht stehend, gewellt und kurz vor dem Ablesen durch leises Klopfen des Gehäuses mit der Fingerspitze den Luftdruckmesser ein wenig erschüttelt hat.

Abbildung 249 a.



2. Quecksilber-Schweremesser.

Abbil. 249 b.

Von den verschiedenen Anordnungen seien hier nur drei für Höhenaufnahmen erprobte Luftdruckmesser beschrieben. Die Quecksilber-Schweremesser werden weniger bei der Messung im Gelände (S. 214) als vielmehr zur ständigen Untersuchung der Feder-Luftdruckmesser benutzt. Auch ihre Angaben sind, um eine einfache Vergleichung des Ergebnisses zu ermöglichen, auf 0°C. des Werkzeuges zurückzuführen, wozu ein besonderer Wärmemesser in unmittelbarer Nähe der Quecksilbersäule angebracht ist.

a) Quecksilber-Schweremesser nach Wild-Fuess (Abbild. 249a). Ein Glasrohr A (Abbil. 249a), das einseitig geschlossen und mit reinem Quecksilber gefüllt ist, taucht mit seinem unteren, offenen Ende in einen Ledersack C ein, der ebenfalls Quecksilber enthält. Der Sack steht durch ein Glasrohrstück B, das durch die Schraube S abgeschlossen werden kann, mit der Außenluft in Verbindung. Wird die Schraube gelöst, so sinkt das Quecksilber im Rohre A und steigt in B so hoch, bis ein Gleichgewicht zwischen der Quecksilbersäule und dem Luftdruck eintritt, wobei der Abstand der Quecksilberkuppen im Rohre A und B die Höhe H der Säule darstellt. Das Maß für H wird an einem bei 0°C. richtigen Millimeter-Maßstabe, der sich an der Metallfassung des Ganzen befindet (Abbil. 429b), ermittelt, um der weiteren Bestimmung der gesuchten Luftdruckgröße zu dienen.

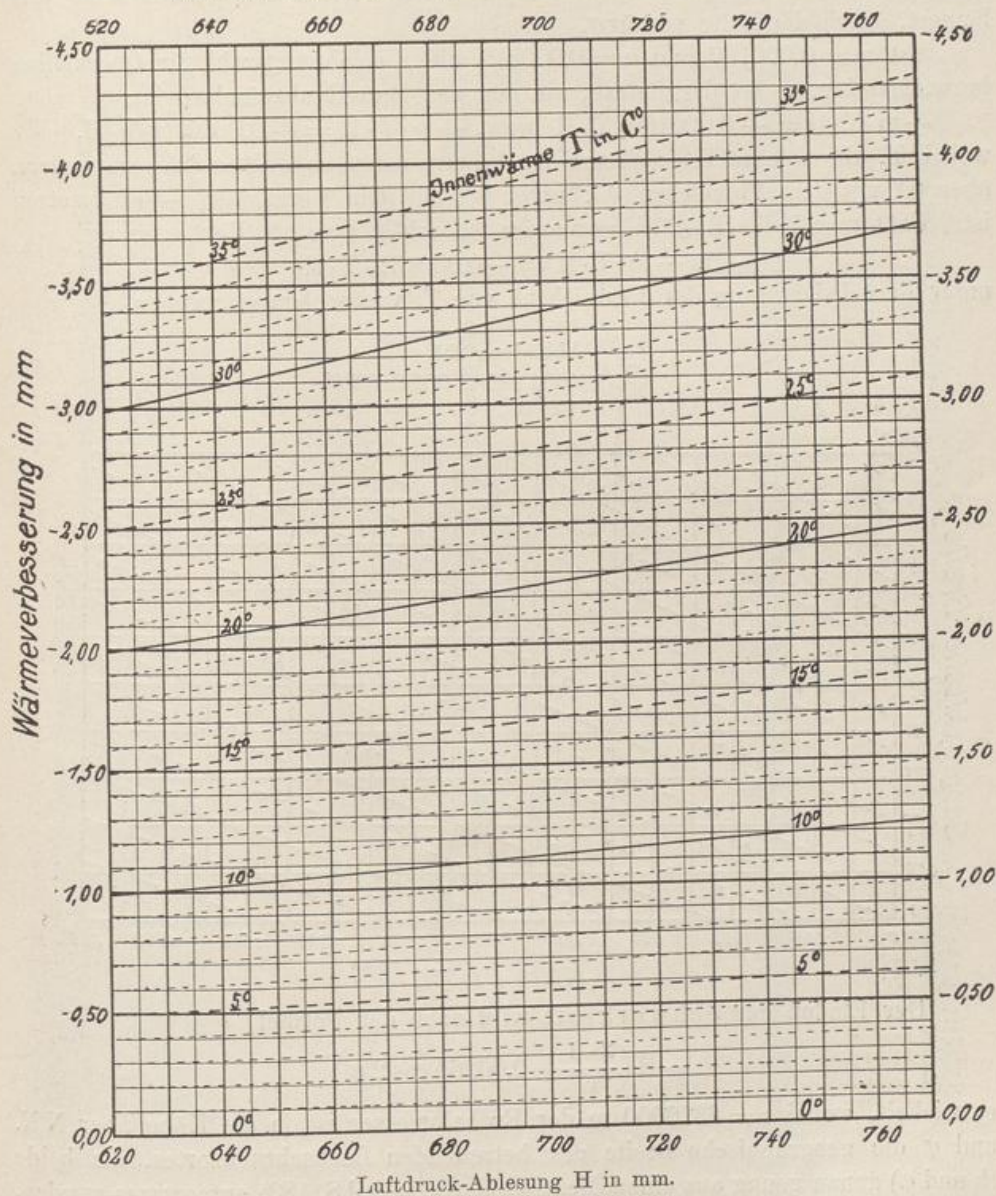
Zur Messung des Abstandes H ist am Nullpunkte des Maßstabes, siehe N in Abbil. 249b und N_1 in Abbil. 249b, ein Rohr-Ring angebracht, dessen untere Kante genau mit dem Nullpunkte zusammenfällt. Durch Heben oder Senken des Ledersackes mittels der Schraube G wird nun die untere Quecksilberkuppe (im Rohre B) so eingestellt, daß diese genau in der Verbin-



derung der vorderen und hinteren Unterkante des Ringes steht (Abbil. 249a), was durch unmittelbares Beobachten mit dem Auge festgestellt wird. Sodann wird in Höhe der oberen Kuppe (bei N in Abbil. 249b) eine Hülse grob verschoben und durch Drehung einer zweiten auf dieser aufsitzenden Hülse eine Einstellung

Abbildung 250.

Wärmeverbesserung für Quecksilber-Schweremesser (s. S. 250).



mittels der Unterkante eines gleichen Ringes vorgenommen, worauf durch Ablesung an einem Nonius N (Abbil. 249b) die Höhe H der Quecksilbersäule auf $1/20$ oder $0,05$ mm bestimmt wird.

Das Maß H muß, wenn es zum Vergleiche mit den Angaben eines Feder-Luftdruckmessers dienen soll, einmal auf die Wärme 0° zurückgeführt werden, weiter eine Verbesserung erhalten, die sich aus dem Einflusse der Erdschwerkraft berechnet. Durch die Wärme T im Innern des Werkzeuges, die an einem Wärmemesser (Abbil. 249 b in der Mitte) abgelesen wird, erfährt sowohl die Quecksilbersäule wie auch der Maßstab (gewöhnlich aus Messing) eine Veränderung, die berücksichtigt werden muß. Beide werden durch die Wärme verlängert, durch die Kälte verkürzt.

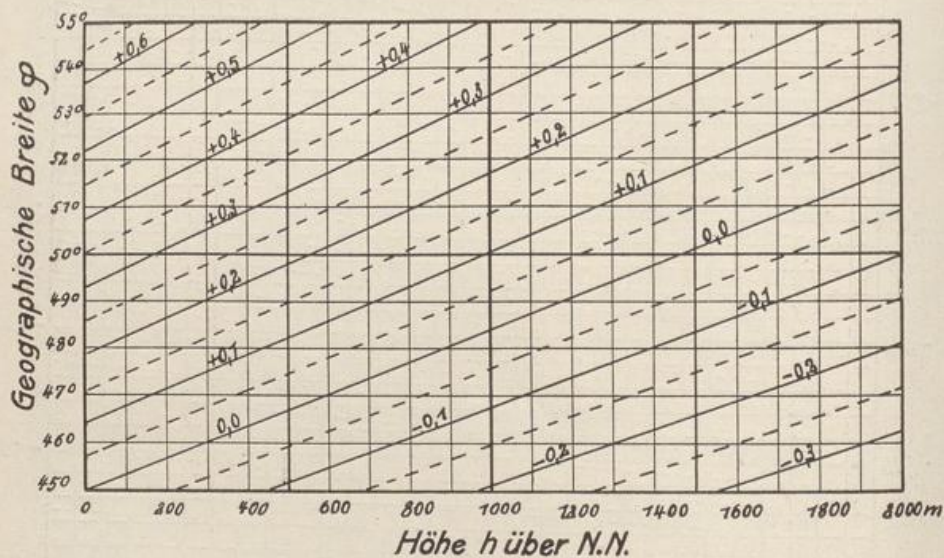
Ist $m = 0,000180$ und $n = 0,000019$ die Ausdehnungszahl für Quecksilber bzw. Messing, so ist der Betrag, um den das Maß H abzuändern ist:

$-m \cdot T \cdot H = -0,000180 \cdot T \cdot H$ bzw. $+n \cdot T \cdot H = +0,000019 \cdot T \cdot H$, wobei T , die beobachtete Wärme im Innern des Quecksilber-Schweremessers, über 0° mit dem Vorzeichen $+$, unter 0° mit dem Vorzeichen $-$ einzusetzen ist. Faßt man beide Beträge zusammen, so erhält man als Verbesserung

$$-(m - n) \cdot T \cdot H = -0,000161 \cdot T \cdot H,$$

unter Berücksichtigung des Vorzeichens von T , wie soeben angegeben.

Abbildung 251.

Schwere Verbesserung

Der Einfluß der Schwerkraft wird nach der Formel

$$-H \left(\frac{2 \cdot h}{r} + 0,00265 \cos 2 \varphi \right)$$

entwickelt, wobei $r = 6370000$ m der Erdhalbmesser ist, h die Höhe über N.N. und φ die geographische Breite des betreffenden Beobachtungsortes, die beide (h und φ) genau genug aus einem Meßtischblatte (I. Teil S. 180) entnommen werden.

Der gesuchte Luftdruck nach dem Quecksilber-Schweremesser ist hiernach:

$$B_q = H - (m - n) \cdot T \cdot H - H \left(\frac{2 \cdot h}{r} + 0,00265 \cos 2 \varphi \right).$$

Bei $H = 764,15$ mm, $T = +20,4^\circ$, $h = 65,0$ m und $\varphi = 52^\circ 51'$ ($2\varphi = 105^\circ 42'$) ist

$$\begin{aligned}
 B_q &= 764,15 - 0,000161 \cdot 20,4 \cdot 764,15 - 764,15 \left(\frac{2 \cdot 65,0}{6370000} + 0,00265 \cdot (-0,2706) \right)^* \\
 &= 764,15 - 2,51 \quad \quad \quad + 0,53 \\
 &= 762,17 \\
 &= 762,2 \text{ mm.}
 \end{aligned}$$

Abbildung 252 a.

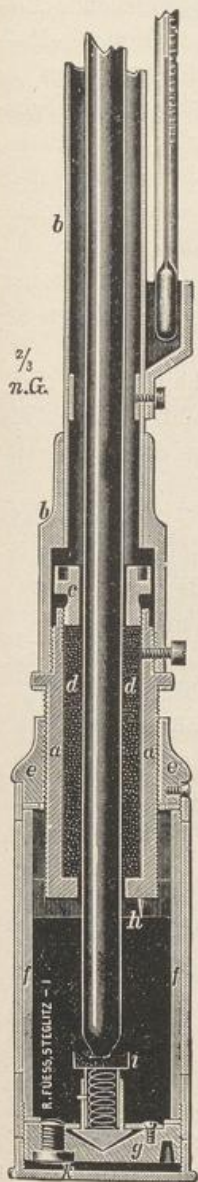


Abbildung 252 b.

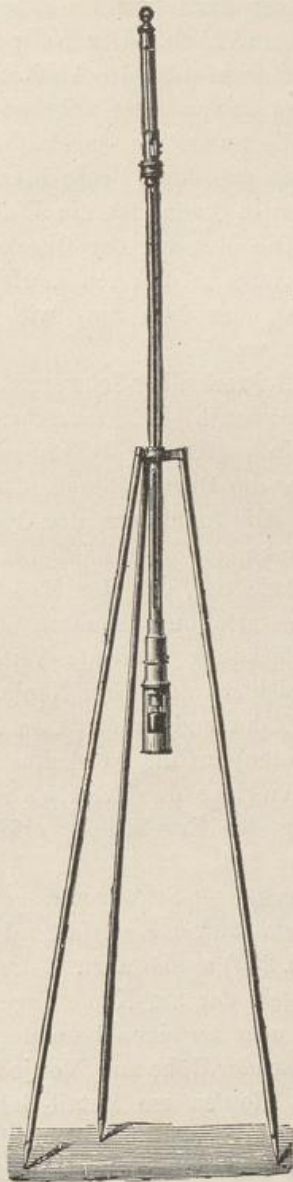
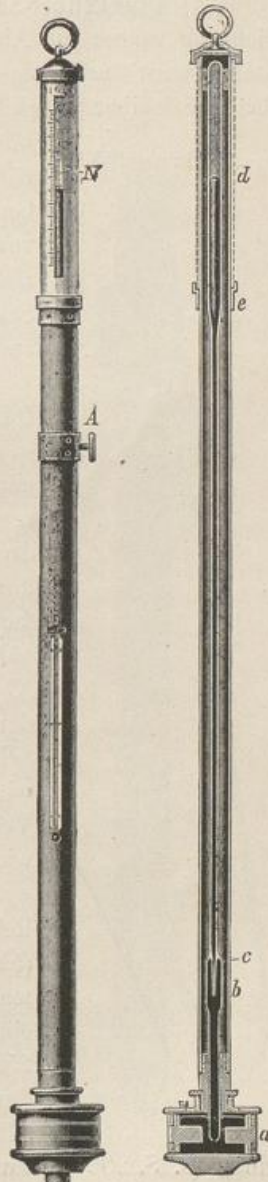


Abbildung 253 u. 254.

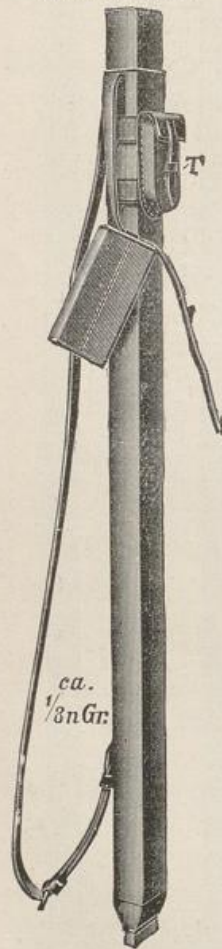


*) Die Zahl $-0,2706$ ist der $\cos 105^\circ 42' = -\sin 15^\circ 42'$ (s. I. Teil, S. 144).

Auch hier wird (s. S. 201) die Berechnung auf zwei Stellen hinter dem Komma vorgenommen, das Ergebnis für eine Höhenbestimmung (S. 201) aber auf 1 Stelle abgerundet. Für die Auswertung werden am besten Schaubilder gezeichnet, siehe die Abbildungen 250 und 251. Die erstere enthält mit den Eingängen H und T die „Wärme-Verbesserung“ entsprechend $-(m - n) T \cdot H$, während in der Abbil. 251 zu den gegebenen Größen h und φ unmittelbar die „Schwere-Verbesserung“ gefunden wird, für das obige Beispiel gleichlautend $-2,51$ bzw. $+0,53$ mm.

b) Quecksilber-Schweremesser nach Fortin. Eine etwas abweichende Einrichtung zeigen die Abbil. 252a und 252b. Der Nullpunkt des Millimeter-Maßstabes wird durch eine feine Elfenbeinspitze (h Abbil. 252a) gebildet, gegen die das Quecksilber durch Drehen des Gehäuses e e angehoben wird. In dem Augen-

Abbildung 255.



blicke, wo die Spitze die Quecksilberoberfläche eben zu berühren scheint, was durch Beobachtung des Spiegelbildes scharf beurteilt werden kann, ist die Einstellung des Nullpunktes vollzogen. Die Messung der Quecksilbersäule und ihre Berichtigung erfolgt im übrigen in gleicher Weise und gleicher Schärfe ($1/20$ oder $0,05$ mm) wie soeben unter a) auseinander gesetzt wurde.

c) Gefäß-Quecksilber-Schweremesser (Abbil. 253 u. 254). Das Glasrohr ragt in ein fest angebrachtes Gefäß a (Abb. 254), so daß der Nullpunkt des Maßstabes stets von der sich immer neu einstellenden Quecksilberoberfläche in dem Gefäße a zu rechnen ist. Die Änderung der Oberfläche infolge der Luftdruck-Schwankungen wird hierbei in sehr einfacher Weise dadurch berücksichtigt, daß der Maßstab für H nicht die einfache Millimeterteilung, sondern eine diesen Verhältnissen Rechnung tragende Teilung erhält. Die Ablesung geschieht an einem Nonius N (Abbil. 253), der mittels Zahn und Trieb (A in Abbil. 253) nach Seite 202 (unten) auf die Quecksilberkuppe eingestellt wird. Die Angabe des Nonius ist $0,1$ mm. Die Verbesserung des Ergebnisses erfolgt gleicherweise wie auf Seite 204.

Abbil. 256.



Die Quecksilber-Schweremesser werden auf der Reise in einem starken Lederfutteral mit Metalleinlage (ähnlich Abb. 255) aufbewahrt. Beim Gebrauche hängt man sie mittels der am Kopfe angebrachten Oese an einen Nagel oder an einen besonderen Ständer (Abb. 252b) in passender Höhe auf. Vor jeder Ablesung wird durch leises Klopfen am Metall-Gehäuse das Quecksilber ein wenig erschüttert, damit die mit dem Rohr-
ringe (s. S. 202) einzustellenden Kuppen eine gleichmäßige Form erhalten. Für die Reihenfolge der Ablesungen sei beachtet, daß immer zuerst der Wärmemesser, dann die untere, zum Schluß die obere Kuppe beobachtet wird. Bei dem ein-

fachen Gefäß-Schweremesser (Abbil. 253) erfolgt sofort nach dem Wärmemesser die Ablesung der Säulenhöhe.

Für die Behandlung der Quecksilber-Schweremesser sind die beigegebenen Gebrauchsanweisungen genau zu beachten.

3. Wärmemesser.

Zur Bestimmung der Luftwärme dient ein „Schleuder-Wärmemesser“ (Abbil. 256), ein nach Celsiusgraden (C) geteilter und geprüfter Wärmemesser, der in einem Metallgehäuse ausziehbar untergebracht ist. Bei der Messung wird der an einer Hanfschnur oder einem Riemen befestigte Wärmemesser etwa 50 bis 100 mal im Kreise herumgeschleudert und dann sofort, ohne Berührung der Glashülle, abgelesen.

IV. Vergleichung der Luftdruckmesser.

Wie aus den früheren Ausführungen (s. S. 200) zu entnehmen ist, bedürfen die Feder-Luftdruckmesser einer Nachprüfung, die sich besonders sehr oft auf die „Standverbesserung“ (S. 199), in der ersten Zeit auch auf die „Wärmeverbesserung“ (S. 199), weniger häufig auf die „Teilungsverbesserung“ (S. 199) zu erstrecken hat. Die Untersuchung der beiden letzteren Berichtigungen wird entweder den Werkstätten übertragen*) oder der Physikalisch-technischen Reichsanstalt in Berlin-Charlottenburg, doch sind meist auch die Technischen Hochschulen und die Landwirtschaftlichen Hochschulen in Berlin und Bonn-Poppelsdorf mit den entsprechenden Einrichtungen versehen. Wird, was jetzt wohl meist geschieht, ein „ausgeglichener“ Feder-Luftdruckmesser (S. 199) benutzt, bei dem der Einfluß der Wärme ausgeschaltet wird, so bedürfen die Angaben der Teilungsverbesserung nur selten einer erneuten Feststellung.

Die „Standverbesserung“ läßt sich mit Hilfe eines Quecksilber-Schweremessers zu jeder Zeit sehr einfach nachweisen, wenn vorausgesetzt werden darf, daß die Werte α und β der beiden anderen Berichtigungen (s. S. 199) einwandfrei sind. Die Feststellung kann im Zimmer oder beliebig im Freien, jedoch hier an einem geschützten Orte, vor sich gehen.

Beispiel. Hat man an dem Quecksilber-Schweremesser die Wärme $T = 19,1^\circ$, die Säulenhöhe $H = 745,30$ mm, die geographische Breite $\varphi = 51^\circ 30'$ und die Höhe $h = 325$ m des Standortes bestimmt, so ist der vorhandene Luftdruck gemäß Seite 204 unter Benutzung der Schaubilder Abbil. 250 und 251:

$$\begin{aligned} B_q &= 745,30 - 2,30 + 0,36 \\ &= 743,36 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Die Ablesungen an dem Feder-Luftdruckmesser, der in ungefährer Höhe des Ledersackes oder des Gefäßes des Quecksilber-Schweremessers auf einem Stuhle oder Tische liegt, sind $T = 18,2^\circ$ und $A = 746,00$ mm. Sollen die auf Seite 201 angegebenen Werte α und β mit dem Schaubilde (Abbil. 248) Geltung haben, so erhält man zunächst (s. S. 200):

*) Besonders ist zu nennen: Otto Bohne Nachfolger, Berlin S., Prinzenstr. 90, R. Fuess, Berlin-Steglitz und G. Lufft in Stuttgart.

$$\begin{aligned}
 B &= A + \alpha \cdot T + \beta (760 - A) + \gamma \\
 &= 746,00 - 1,58 - 0,20 + \gamma \\
 &= 744,22 + \gamma.
 \end{aligned}$$

Da $B = B_q$ sein soll, setzt man

$$743,36 = 744,22 + \gamma:$$

hieraus ergibt sich die „Standverbesserung“:

$$\begin{aligned}
 \gamma &= 743,36 - 744,22 \\
 &= -0,86 \text{ mm.}
 \end{aligned}$$

Der Betrag für γ ist gering; man könnte ihn gemäß Seite 200 mit Hilfe der Schraube S Abbil. 246 ganz beseitigen; wenn er nur wenige Millimeter beträgt, ist es empfehlenswerter, die „Standverbesserung“ bei jeder Beobachtung zu berücksichtigen (s. S. 223 und 225).

V. Die Feldarbeiten.

Bei der Einwägung (S. 3) und Schnellmessung (S. 129) bildet in der Regel ein in sich festgefügttes Festpunktnetz (siehe S. 68) die Grundlage für die eigentliche Gelände-Höhenaufnahme, in der die Bodenpunkte zwischen den gegebenen Höhen in einer der Aufgabe und den Verhältnissen entsprechenden Weise eingeschaltet werden. Die geringe Schärfe der Höhenbestimmung mittels Luftdruckmesser bedarf noch in weit höherem Maße dieser Grundlage, besonders wenn es sich um ausgedehnte Aufnahmen handelt. Kann dieser Forderung entsprochen werden, dann wird auch die Arbeit zu einem stets befriedigenden Ergebnisse führen. Vielfach aber werden Höhenfestpunkte, wenn die „Allgemeinen Vorarbeiten“, für die ja die Luftdruckmesser in erster Linie in Frage kommen, zur Ausführung gelangen, nicht vorhanden sein, und so muß durch das Meßverfahren selbst eine unzulässige Fehleranhäufung verhindert werden.

Der Vorteil der Höhenaufnahme durch Luftdruckmesser wird nur dann vollständig sein, wenn die Lage-Bestimmung auf das Notwendigste beschränkt und deshalb bestehende Karten (z. B. Katasterkarten) als Lagepläne benutzt werden. Ueber Auswahl und Einmessung der Bodenpunkte ist in den Abschnitten über „Einwägung“ genug gesagt; es kann deshalb auf das dort Mitgeteilte hingewiesen werden.

Vor und nach der Aufnahme, bei umfangreichen Messungen auch täglich vor Beginn und nach Schluß der täglichen Arbeit sollte eine Vergleichung mit dem Quecksilber-Schweremesser vorgenommen werden, um eine Aenderung der äußerst wichtigen „Standverbesserung“ (S. 220) sofort in entsprechenden Ansatz bringen zu können.

I. Höhenmessung im Längsschnitte.

Es sind zu unterscheiden die Messungen, wenn Höhenfestpunkte gegeben sind, und Aufnahmen ohne Festpunkte mit Hilfe nur eines oder aber zweier Feder-Luftdruckmesser.

a) Sind in der Richtung der Leitlinie Höhenfestpunkte durch Einwägen oder Schnellmessen bestimmt worden, in Abständen von etwa 3 bis 5 km, so

daß man nach jeder $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde einen Festpunkt erreicht, so beginnt man auf einem solchen, etwa auf $\odot$ F.P. 1 in Abbil. 257. Die Zeit Z, die Luftwärme t, die Innenwärme T des Luftdruckmessers und der Zeigerstand A werden in ein Feldbuch (s. S. 210) eingetragen und hierauf die einzelnen Bodenpunkte des

Abbildung 257.

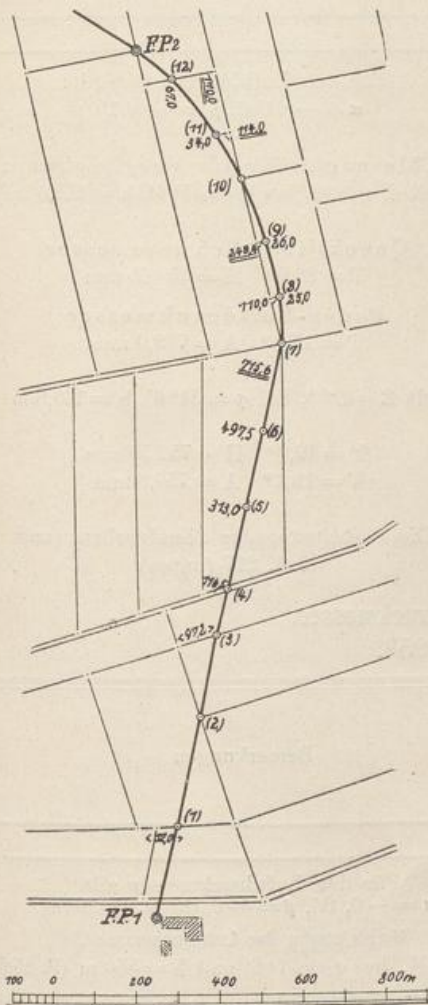
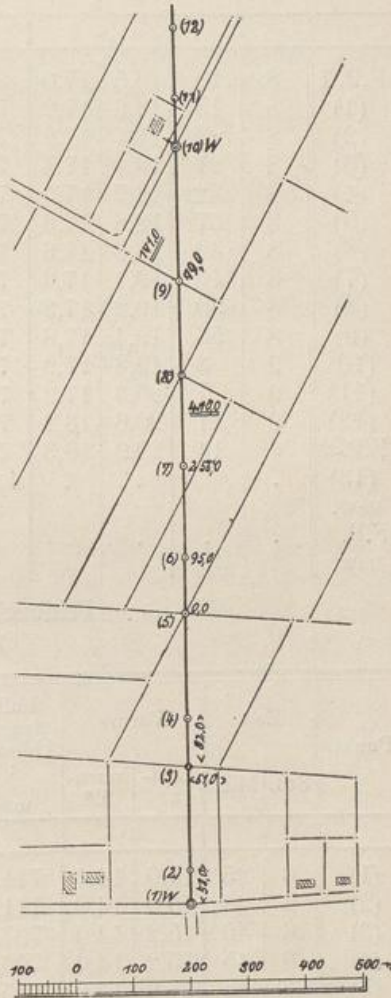


Abbildung 258.



Längsschnitts aufgesucht, wo Z, t, T und A jedesmal abgelesen werden. Die Lage der Bodenpunkte wird sofort im Lageplane vermerkt und von festen Grenzen eingemessen, auch wohl meist nur eingeschritten. In dieser Weise geht die Messung bis zum nächsten Festpunkte $\odot$ F.P. 2 und von da nach $\odot$ F.P. 3 und weiter fort.

b) Das Meßverfahren bleibt im wesentlichen dasselbe, wenn keine Höhenfestpunkte gegeben sind. Man beginnt sofort bei Bodenpunkt (1), liest hier und auch auf den weiteren Punkten außer t, T und A die Zeit Z nach Stunde und Minute ab und arbeitet der Leitlinie entlang bis zu 1 bis 2 km Entfernung von (1), um dann zu (1) zurückzukehren, wo die Ablesungen wiederholt werden.

Feldbuch für Luftdruckmesser.

Zur Abbil. 257.

Punkt	Zeit		Wärme		Luft- druck- Ablesung A mm	Bemerkungen
	Std.	Min.	Luft- t°	Innen- T°		
1	2		3		4	
F.P. 1	8	10	18,5	17,0	749,1	Für den Luftdruckmesser gilt: $\alpha = -0,086$, $\beta = -0,015$.
(1)	8	15	18,6	17,2	747,8	
(2)	8	22	18,7	17,2	749,6	Ablesungen für die Vergleichung: Zeit $Z = 8^{\text{h}}00$, bei $\varphi = 51^{\circ}6'$, $h = 145,8$ m.
(3)	8	27	18,7	17,4	751,4	
(4)	8	32	18,7	17,5	751,9	Quecksilber-Schweremesser $T = 20,0^{\circ}$ $H = 750,65$ mm
(5)	8	37	18,8	17,6	749,7	
(6)	8	42	18,9	17,6	747,9	Feder-Luftdruckmesser $T = 17,0^{\circ}$ $A = 749,0$ mm.
(7)	8	46	19,1	17,6	746,1	
(8)	8	50	19,2	17,8	744,4	Zeit $Z = 6^{\text{h}}00$, bei $\varphi = 51^{\circ}6'$, $h = 145,8$ m.
(9)	8	56	19,4	17,8	740,9	
(10)	9	3	19,8	17,9	737,6	$T = 19,2^{\circ}$ $H = 752,50$ mm $T = 19,4^{\circ}$ $A = 750,8$ mm
(11)	9	7	20,3	17,9	735,9	
(12)	9	11	20,6	18,2	734,2	Die Berechnung der Standverbesserung s. S. 217 (unten).
F.P. 2	9	14	20,9	18,3	733,2	
(13)	.	.	.	.	.	
usw.	.	.	.	.	.	
F.P. 3	.	.	.	.	.	
usw.	.	.	.	.	.	

Feldbuch für Luftdruckmesser.

Zur Abbil. 258.

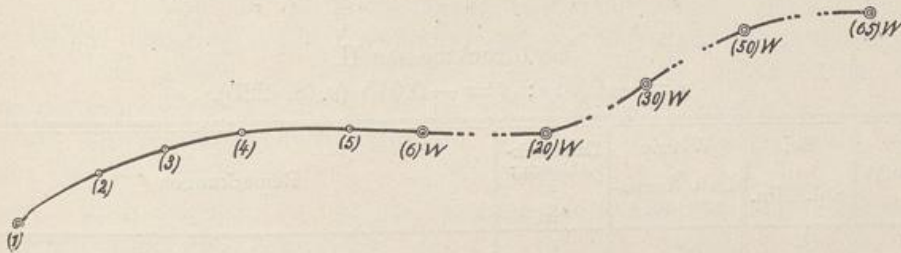
Punkt	Zeit		Wärme		Luft- druck- Ablesung A mm	Bemerkungen
	Std.	Min.	Luft- t°	Innen- T°		
1	2		3		4	
(1)	6	25	15,0	14,0	711,4	Für den Luftdruckmesser gilt $\alpha = -0,086$, $\beta = -0,015$ (s. S. 200).
(2)	6	28	15,0	14,0	711,0	
(3)	6	40	15,2	14,0	707,1	Vergleichung der Luftdruckmesser. Zeit $6^{\text{h}}25$, bei $\varphi = 51^{\circ}2'$ und $h = 550$ m (S. 204).
(4)	6	45	15,2	14,0	706,3	
(5)	6	49	15,2	14,0	705,8	Quecksilber-Schweremesser $T = 15,0^{\circ}$ $H = 710,95$
(6)	6	52	15,2	14,0	705,9	
(7)	6	58	15,3	14,1	705,4	Feder-Luftdruckmesser $T = 14,0^{\circ}$ $A = 711,40$
(8)	7	03	15,4	14,1	704,5	
(9)	7	08	15,4	14,1	703,6	Wärmeverb. $- 1,72$ Wärmeverb. $- 1,20$ Schwereverb. $+ 0,27$ Teilungsverb. $- 0,73$ $B_q = 709,50$ $B = 709,47$
(10) W	7	15	15,5	14,2	703,2	
(1)	7	40	15,2	14,2	712,2	Standverbesserung $\gamma_a = 709,50 - 709,47 = +0,03$ mm Zeit $7^{\text{h}}00$, bei $\varphi = 51^{\circ}30'$ und $h = 210$ m (S. 204).
(10) W	8	10	16,0	14,3	704,2	
(11)	.	.	.	.	.	$T = 19,8^{\circ}$ $H = 744,80$ $T = 19,2^{\circ}$ $A = 744,60$ Wärmeverb. $- 2,38$ Wärmeverb. $- 1,65$ Schwereverb. $+ 0,39$ Teilungsverb. $- 0,23$ $B_q = 742,81$ $B = 742,72$
usw.	.	.	.	.	.	
(22) W	.	.	.	.	.	Die Standverbesserung beträgt $\gamma_e = 742,81 - 742,72 = +0,09$ mm.
(10) W	.	.	.	.	.	

Die endgültige Standverbesserung γ s. S. 221.

Hierdurch läßt sich eine „Luftänderung“ (s. S. 221) im Verlaufe der Messung leicht feststellen und bei der weiteren Berechnung der Höhen berücksichtigen (s. S. 221). Die Messung wird von dem zuletzt bestimmten Punkte, z. B. (10) W in Abbil. 258, der gewissermaßen als fester Wechsellpunkt gilt, von neuem 1 bis 2 km weit fortgeführt, bis (22) W, und wieder auf (10) W abgeschlossen usw. Das hiernach sich ergebende Feldbuch enthält von (1) bis (1) auf Seite 210 (unten) die betreffenden Aufzeichnungen.

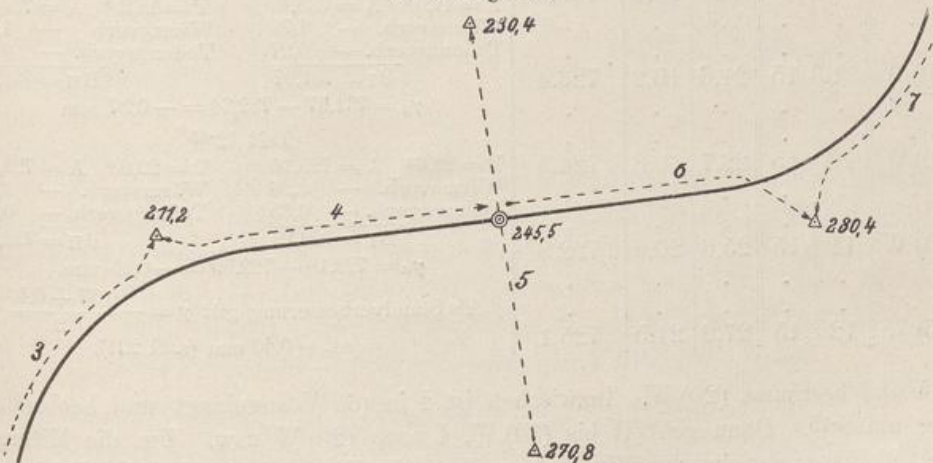
c) Um den Zeitverbrauch zu verringern, wird bei ausgedehnten Längsschnitten zweckmäßiger das „Staffelverfahren“ angewendet. Hierzu bedient man sich zweier Feder-Luftdruckmesser, die zu verabredeter Zeit Z in den obigen Wechsellpunkten, die im Felde in irgend einer Weise eindeutig kenntlich (z. B. durch Fluchtstäbe) gemacht werden, nach t , T und A abgelesen werden.

Abbildung 259.



(1) W, (6) W usw. (Abbil. 259) seien die Wechsellpunkte, und es wird in (1) W mit der Messung begonnen. Nachdem die Uhren der beiden Beobachter gleichgestellt und die Zeit der gemeinsamen Beobachtungen, hier alle Stunden, festgesetzt ist, werden die Luftdruckmesser I und II z. B. um 7·15 Vorm. nach

Abbildung 260.



T und A abgelesen, die Luftwärme t bestimmt und dadurch miteinander verglichen. Nunmehr geht II, während I in (1) W verbleibt, den Längsschnitt entlang und macht seine Aufnahmen bis 8·15, wo er den Wechsellpunkt (6) W festlegt. Zu diesem Zeitpunkt liest auch I in (1) W ab. II arbeitet weiter bis

Feldbuch zur Luftdruckmessung.
Staffelmessung nach Abbil. 259.

Luftdruckmesser I.

$$\alpha = -0,100; \beta = +0,010 \text{ (s. S. 199).}$$

Punkt	Zeit		Wärme		Luftdruck- Ablesung A mm
	Std.	Min.	Luft- t °	Innen- T °	
1	2		3		4
(1) W	8	15	20,4	17,5	733,8
(6) W	9	15	21,0	18,2	729,1
(20) W	10	15	23,2	18,9	725,9
(30) W	11	15	25,0	20,8	724,3
(50) W	12	15	27,1	22,0	722,6

Luftdruckmesser II.

$$\alpha = -0,086; \beta = -0,015 \text{ (s. S. 220).}$$

Punkt	Zeit		Wärme		Luftdruck- Ablesung A mm	Bemerkungen
	Std.	Min.	Luft- t °	Innen- T °		
1	2		3		4	5
(1) W	7	15	20,3	18,2	734,3	Für Luftdruckmesser I gilt $\alpha = -0,100$, $\beta = +0,010$ " " II gilt $\alpha = -0,086$, $\beta = -0,015$
(2)	7	25	20,3	18,2	732,8	
(3)	7	40	20,4	18,3	732,4	Vergleichung der Luftdruckmesser Zeit 7 ¹⁵
(4)	7	50	20,4	18,5	731,2	
(5)	8	2	20,5	18,6	730,0	Luftdruckmesser I Luftdruckmesser II T = 17,0° A = 733,40 T = 18,2° A = 734,30 Wärmeverb. — 1,70 Wärmeverb. — 1,57 Teilungsverb. + 0,27 Teilungsverb. — 0,39
(6) W	8	15	20,5	18,8	729,8	
.	.	.	.	.	.	$B_I = 731,97$ $B_{II} = 732,34$ $\gamma_a = 731,97 - 732,34 = -0,37 \text{ mm.}$
(20) W	9	15	21,6	19,2	726,4	Zeit 12 ⁴⁵ T = 22,6° A = 725,10 T = 22,0° A = 725,00 Wärmeverb. — 2,26 Wärmeverb. — 1,89 Teilungsverb. + 0,35 Teilungsverb. — 0,52
.	.	.	.	.	.	
(30) W	10	15	23,7	19,8	724,5	$B_I = 722,19$ $B_{II} = 722,59$ $\gamma_e = 722,19 - 722,59 = -0,40 \text{ mm.}$
.	.	.	.	.	.	Als Standverbesserung gilt $\gamma = -\frac{0,37 + 0,40}{2}$ = rd. — 0,40 mm (s. S. 221).
(50) W	11	15	25,0	20,6	722,8	
.	.	.	.	.	.	
(65) W	12	15	27,2	21,5	725,1	

9¹⁵ und bestimmt (20) W. Inzwischen ist I in (6) W angelangt und beobachtet hier um 9¹⁵. Dann geht II bis (30) W, I nach (20) W usw. Um die Mittagszeit oder weniger zweckmäßig erst am Ende der Tagesarbeit folgt eine Prüfungsablesung, um festzustellen, ob die „Standverbesserung“ der beiden Luftdruckmesser sich geändert hat.

Für die Aufnahme der Abbil. 259 ist das vorstehende Feldbuch, getrennt nach Luftdruckmesser I und II, wiedergegeben. Es enthält außer den Wechsel-

punkten (1) W, (6) W bis (65) W nur einige Bodenpunkte und die sich anschließende Prüfungsablesung um 12⁴⁵ (s. Sp. Bemerkungen).

Es ist leicht einzusehen, daß in den Fällen unter **b)** und **c)** ein gewünschter „Anschluß“ an die Normal-Nullfläche (s. S. 60) in der gleichen Weise, wie eben angegeben, hergestellt werden kann. Die Höhen der Dreieckspunkte der Landesaufnahme (s. S. 2) werden hierfür stets genau genug sein. Sie werden auch als Festpunkte im Sinne unter **a)** dienen, wenn an sie angeschlossen oder auf ihnen abgeschlossen werden kann, oder wenn zwischen ihnen durch besondere Luftdruckmessungen Punkte festgelegt werden, an die die Messungen angebunden werden, siehe etwa Abbildung 260.

2. Längs- und Querschnitte.

Sind neben den Längsschnitten (s. o.) auch Querschnitte nachzuweisen, so werden diese gemäß Seite 86 rechtwinkelig oder unter einem beliebigen Winkel zur Leitlinie festgelegt. Die Einmessung für den Lageplan erfolgt durch Einschreiten oder immer am besten durch Längenmessung. Treten starke seitliche Höhenunterschiede auf, z. B. an steilen Hängen, so werden von der Leitlinie aus die wagerechten Abstände wohl am sichersten mit Hilfe eines schrägliegenden Meßbandes und eines Neigungsmessers (s. I. Teil, S. 44) bestimmt. Dann empfiehlt es sich aber auch, die einzelnen Höhenunterschiede in den Querschnitten nach diesem Verfahren (s. S. 182), und nicht erst besonders mit dem Luftdruckmesser zu ermitteln. Kann man in dem einen oder anderen Falle rascher mit Hilfe des letzteren zum Ziele gelangen, wobei also ein Neigungsmesser nicht gebraucht wird, so ist der wagerechte Abstand (Abbil. 261)

$$l = \sqrt{l_1^2 - \Delta h^2};$$

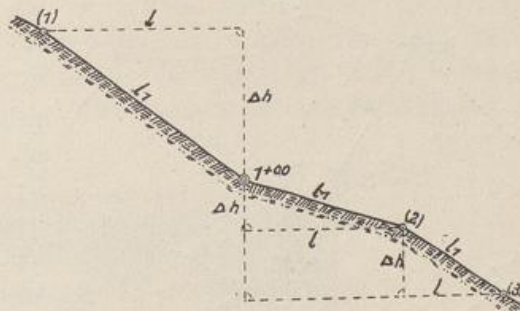
hierbei ist l_1 die schräg gemessene Länge und Δh der Höhenunterschied zwischen den benachbarten Geländepunkten des Querschnittes. Δh wird aus den Luftdruckständen mit Hilfe der „Rechnungshöhen“ (siehe S. 216) berechnet. Für die Abbil. 261 (links) ist ermittelt $l_1 = 200,0$ m, $B_{1+\infty} = 748,7$ mm und $B_{(1)} = 740,5$ mm. Bei einer mittleren Luftwärme von $t = 19^\circ$ ist nach Seite 216 $\Delta h = +94,5$ m und demnach

$$l = \sqrt{l_1^2 - \Delta h^2} = \sqrt{200,0^2 - 94,5^2} = \sqrt{31070} = 176,3 \text{ m.}$$

3. Flächenaufnahmen.

Die Höhenbestimmungen auf kleineren oder größeren Geländeabschnitten mit Hilfe von Luftdruckmessern unterscheiden sich von der Einwägung, siehe Seite 100 usw. im wesentlichen nur in der Wahl des Höhenmessers, während die dort bekannt gegebenen Maßnahmen der Lagemessung auch hier zu recht bestehen. Im allgemeinen ist aber von den Katasterkarten weitester Gebrauch zu machen und die Höhenaufnahme möglichst nach „Geripplinien“ (siehe Seite 104)

Abbildung 261.



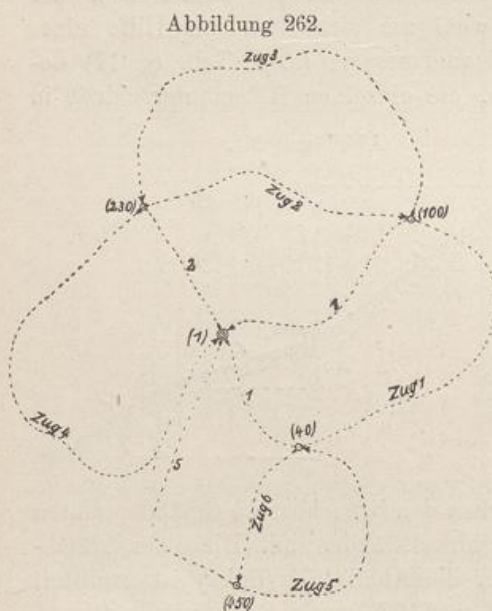
durchzuführen. In unübersichtlichen Geländeteilen mit Holzbeständen bilden zur Einmessung der Lage auch die Kompaßzüge (s. S. 175) ein wertvolles Hilfsmittel, worauf besonders hingewiesen sei.

Das Verfahren der Höhenmessung selbst ist wieder verschieden, je nachdem, ob Festpunkte vorhanden sind oder nicht. Gemeinsam bleibt jedoch die Möglichkeit, den Feder-Schweremesser nicht unvermittelt großen Luftdruckunterschieden auszusetzen, wie es bei der vorgeschriebenen Lage des Längsschnittes einer Leitlinie kaum zu umgehen ist. Man soll hier die Aufnahme möglichst so ausführen, daß zwischen den Bodenpunkten eine ziemlich gleichmäßige Ab- oder Zunahme, nicht ein schroffer Uebergang des Luftdruckes stattfindet, da sonst leicht auf die „Standverbesserung“ eine ungünstige Wirkung (Seite 200) ausgeübt wird.

a) Zwischen **Festpunkten**, die auf der Fläche in hinreichender Zahl (siehe S. 208) bestimmt sind, vollzieht sich die Höhenmessung in der für Längsschnitte Seite 208 unten angegebenen Weise. Man schaltet die ausgesuchten Geländepunkte abschnittsweise zwischen zwei gegebenen Höhen so ein, daß von Beginn bis

Schluß eines derartigen Meßzuges etwa 1 Stunde oder eine Entfernung bis höchstens 5 km liegt. Aufzeichnung im Lageplane und Führung des Feldbuches entsprechen den Abbildungen 257 und 266 und dem Beispiele S. 210.

b) Ist der anzustrebende (s. S. 208) An- und Abschluß auf Höhenfestpunkten nicht angängig, so wird von einem Punkte mit der Messung begonnen, z. B. in (1) der Abbil. 262. Von hier ist zunächst der „Zug 1“ im Sinne einer „Schleife“, d. h. mit dem Abschluß auf (1) zu legen. Anschließend daran wird in der Richtung der Pfeillinie der „Zug 2“ beobachtet, beginnend auf (1) und endigend auf Punkt (100), dessen Höhe aus „Zug 1“ bekannt ist. Der „Zug 3“ verbindet die Punkte (100) und (230), der „Zug 4“ die



Punkte (230) und (1) usw. In dieser Weise können noch weitere Zwischenzüge, wie „Zug 6“ zwischen (40) und (450), nach Bedarf eingeschaltet werden. Ist die Höhe von (1) über N.N. gegeben, dann lassen sich auch die Höhen der Geländepunkte über dieser Ausgangsfläche berechnen.

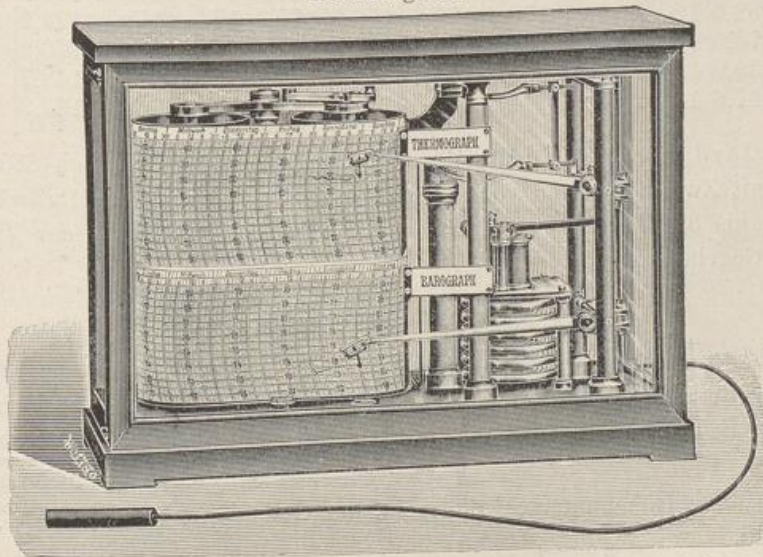
c) Ohne An- und Abschluß auf Festpunkten arbeitet man sicherer mit Hilfe zweier Luftdruckmesser. Der eine, welcher zweckmäßig auch der sonst nur zur Vergleichung dienende Quecksilber-Schweremesser sein kann, wird etwa in die Mitte des Arbeitsfeldes, am besten gleichzeitig in mittlerer Höhe des Gebietes in einem Gebäude oder im Freien an einem auch gegen die Sonne geschützten Orte als „Stand-Luftdruckmesser“ aufgestellt und während der ganzen

Arbeit nach t , T , A (oder H bei Quecksilber-Schweremesser) und Z beobachtet. Die Ablesungen erfolgen nach Vorschrift (s. S. 223) regelmäßig alle 10 oder 15 Minuten und sind in ein Feldbuch nach Seite 224 einzutragen. Mit dem anderen Luftdruckmesser werden die gleichen Messungen, also nach t , T , A und Z , für die aufzunehmenden Bodenpunkte vorgenommen, nachdem die Uebereinstimmung der Uhren der beiden Beobachter festgestellt worden ist. Die Beobachtung beginnt an dem „Stand-Luftdruckmesser“ und endet auf diesem.

Das Verfahren bietet den Vorteil, daß die Feldarbeit unbeschränkte Zeit dauern kann. Eine Bedingung besteht jedoch darin, daß man sich nicht weiter als 5 km in der Luftlinie von ihm entfernen darf. Andererseits ist es aber notwendig, wenigstens bei Beginn und am Schlusse der Tagesarbeit wegen der „Standverbesserung“ eine Vergleichung der beiden Luftdruckmesser vorzunehmen. Nimmt man 5 km als Halbmesser eines Kreises, so ist ersichtlich, daß sich von einer einzigen Aufstellung des „Stand-Luftdruckmessers“ eine Fläche bis etwa 80 qkm bearbeiten läßt. Ist ein neuer Standort aufzusuchen, so wird dessen Höhenlage zur ersten Stelle am besten durch „Einwägen“ (S. 50) oder „Schnellmessen“ (S. 166) bestimmt. Auch ein Anschluß an die Normal-Nullfläche wird zweckmäßig nach einem der beiden Verfahren herbeigeführt, wenn nicht zufällig vorhandene Höhenfestpunkte unmittelbar als „Standpunkte“ gewählt werden können.

Ein besonderer Beobachter wird auf dem „Standpunkte“ erspart, wenn auf diesem ein selbstschreibender ausgeglichener Luftdruckmesser (s. S. 199) und ein selbstschreibender Wärmemesser benutzt werden. Eine vereinigte Vorrichtung dieser Art ist in der Abbil. 263 zu sehen. Alle Aenderungen des Luftdruckes und der Wärme der Luft werden in Verbindung mit einem Uhrwerk fortlaufend auf einem entsprechend eingeteilten Papierstreifen aufgezeichnet, so

Abbildung 263.



daß für jeden Augenblick T bzw. t und A abgelesen werden kann. Da die Einrichtung der Luftdruck-Bestimmung dem Feder-Luftdruckmesser entspricht,

ist wie bei diesem für eine ständige Vergleichung mit einem Quersilber-Schweremesser Sorge zu tragen. Im allgemeinen wird man aber besser tun, einen gewöhnlichen Luftdruckmesser aufzustellen und einzeln nach T, t, A (bezw. H) und Z ablesen zu lassen, wenn man nicht die Gewähr hat, daß der selbstschreibende Luftdruckmesser den Luftdruck mit einer Genauigkeit von $\frac{1}{10}$ mm angibt.

VI. Auswertung der Luftdruck-Beobachtungen.

Wie einzelne Ergebnisse unmittelbar nach der „Höhenformel“

$$\Delta h = 18464 (\log B_1 - \log B_2) \cdot (1 + 0,003665 t)$$

behandelt werden, ist in einem Beispiele auf Seite 201 zu verfolgen. Umfangreiche Beobachtungen werden mit dem geringsten Zeitaufwande durch entsprechende Zahlentafeln oder durch Schaubilder ausgewertet.

Zu den ersteren gehören die weit verbreiteten Zahlentafeln von Jordan*), von denen nachstehend ein Auszug für die mittlere Luftwärme $t = 19^\circ$ mitgeteilt wird.

19 °

B	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9	Diff. für 1 mm
mm	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
740	251,3	250,1	249,0	247,8	246,6	245,5	244,3	243,2	242,0	240,9	11,59
741	239,7	238,5	237,4	236,2	235,1	233,9	232,8	231,6	230,4	229,3	11,58
742	228,1	227,0	225,8	224,7	223,5	222,3	221,2	220,0	218,9	217,7	11,56
743	216,6	215,4	214,3	213,1	212,0	210,8	209,7	208,5	207,4	206,2	11,54
744	205,0	203,9	202,7	201,6	200,4	199,3	198,1	197,0	195,8	194,7	11,53
745	193,5	192,4	191,2	190,1	188,9	187,8	186,6	185,5	184,3	183,2	11,51
746	182,0	180,9	179,7	178,7	177,4	176,3	175,1	174,0	172,8	171,7	11,50
747	170,5	169,4	168,2	167,1	165,9	164,8	163,6	162,5	161,3	160,2	11,48
748	159,0	157,9	156,8	155,6	154,5	153,3	152,2	151,0	149,9	148,7	11,47
749	147,6	146,4	145,3	144,2	143,0	141,9	140,7	139,6	138,4	137,3	11,45

Die Jordanschen Zahlentafeln sind für Luftdruckstände von 630 mm bis 765 mm mit Zwischenwerten von 0,1 mm und für eine mittlere Luftwärme $t = 5^\circ, 6^\circ \dots$ bis 35° berechnet. Ein Beispiel wird den Gebrauch der Tafeln erläutern. Gegeben ist

$$\begin{aligned} B_1 &= 748,7 \text{ mm} \\ B_2 &= 740,5 \text{ mm} \end{aligned} \quad \text{und} \quad t = \frac{t_1 + t_2}{2} = 19^\circ.$$

Nach dem obigen Auszuge findet man

$$\begin{aligned} \text{für } B_1 &= 748,7 \text{ mm} \quad \text{die „Rechnungshöhe“ } h_r = 151,0 \text{ m} \\ \text{für } B_2 &= 740,5 \text{ mm} \quad \text{„} \quad \quad \quad h_r = 245,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Der Unterschied } \Delta h = + 94,5 \text{ m}$$

ist der gesuchte Höhenunterschied der beiden Geländepunkte (1) und (2) in Abbildung 245.

*) „Barometrische Höhentafeln“, von Dr. W. Jordan. Verlag von J. B. Metzler, Stuttgart 1886.

Die Zahlentafeln enthalten — siehe den Auszug letzte Spalte rechts, überschrieben „Diff. für 1 mm“ — für die in gleicher Linie stehenden mittleren Luftdruckstände und für die betreffende mittlere Luftwärme noch Werte, sogen. „Höhenstufen“, mit denen die Höhenunterschiede Δh ebenfalls berechnet werden können. Wird das obige Beispiel gewählt, wobei

$$B_1 = 748,7 \text{ mm} \quad \text{und} \quad t = 19^\circ, \\ B_2 = 740,5 \text{ mm}$$

so ist der Unterschied $B_1 - B_2 = +8,2 \text{ mm}$

und das Mittel $\frac{B_1 + B_2}{2} = 745 \text{ mm}$ (auf ganze Millimeter abgerundet).

Für 745 mm und 19° findet man, siehe den obigen Auszug (S. 216), die „Höhenstufe“ $h_s = 11,51 \text{ m}$, woraus sich ergibt:

$$\Delta h = (B_1 - B_2) \cdot h_s = +8,2 \cdot 11,51 = +94,4 \text{ m},$$

bis auf 0,1 m übereinstimmend mit dem obigen Ergebnisse.

Die „Höhenstufen“ werden nach dem Vorgange von Hammer, der auch die Bezeichnung „Rechnungshöhe“ eingeführt hat, sehr zweckmäßig in einem Schaubilde, siehe Abbildung 264, nachgewiesen. Zwischen den schrägen Linien wird gemäß dem gemittelten Luftdruckstande und der Luftwärme 19° des vorstehenden Beispiels die Höhenstufe zu 11,52 abgelesen, wodurch der Höhenunterschied, wie durch die „Rechnungshöhen“,

$$\Delta h = +8,2 \cdot 11,52 = +94,5 \text{ m}$$

erhalten wird. Die Benutzung der Zahlentafeln von Jordan nach „Rechnungshöhen“ wird in den meisten Fällen (s. z. B. S. 226) einfacher erscheinen als der Gebrauch der „Höhenstufen“.

Für die ausgedehnten Feld-Beobachtungen auf Seite 208 usw. ist die Auswertung unter folgenden Gesichtspunkten vorzunehmen.

a) Höhenmessung zwischen Festpunkten, Seite 208 und 209. Nach dem Feldbuche für Längsschnitte (s. S. 210), das auch für Flächenaufnahmen bei gleichem Meßvorgange in Frage kommt (s. S. 214), geht die Messung (Abbildung 257) vom F.P. 1 bis F.P. 2, von F.P. 2 bis F.P. 3 usw. Die im Felde gewonnenen Ergebnisse nach Z, t, T und A sind in dem nachstehenden Rechenmuster (S. 219), das dem Feldbuche (S. 210) angefügt wird, noch einmal aufgeführt.

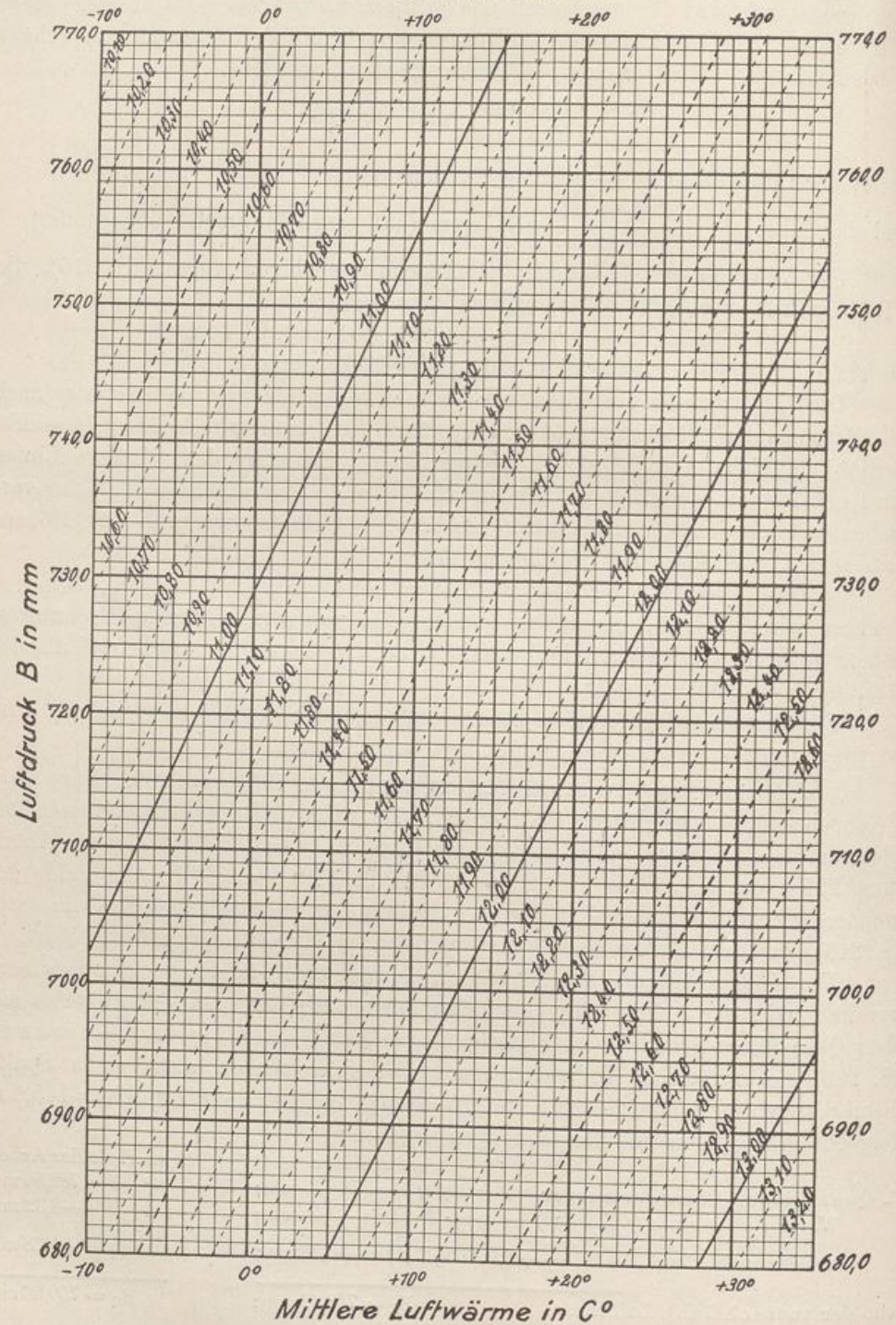
Vor Inangriffnahme der Höhenberechnung wird, falls eine Vergleichung vor und nach der Arbeit oder bei umfangreichen Messungen abschnittsweise mit dem Quecksilber-Schweremesser stattgefunden hat, die „Standverbesserung“ (S. 199) sichergestellt. In nachstehendem Beispiele haben sich, siehe Spalte Bemerkungen im Feldbuche auf Seite 210 (oben), neben $\varphi = 51^\circ 6'$ und $h = 145,8 \text{ m}$ folgende Ablesungen und Berechnungen ergeben:

	am Anfange	am Ende der Arbeit
1. Quecksilber-Schweremesser	$T = 20,0^\circ, H = 750,65 \text{ mm};$	$T = 19,2^\circ, H = 752,50 \text{ mm}$
Wärmeverbesserung (s. S. 204)*	$-(m-n) \cdot T \cdot H = -2,41 \text{ mm};$	$-2,32 \text{ mm}$
Schwereverb. desgl.	$-H \left(\frac{2h}{r} + 0,00265 \cdot 2\varphi \right) = +0,38 \text{ mm};$	$+0,38 \text{ mm}$
also der tatsächliche Luftdruck	$B_q = 748,62 \text{ mm};$	$B_q = 750,56 \text{ mm}$

) Die Verbesserungen sind nach den Schaubildern (Abbil. 250 und 251) ermittelt.

Abbildung 264.

Höhenstufen



Rechenmuster nach „Rechnungshöhen“.
Zur Abbil. 257.

Punkt	Zeit		Wärme		Luft- druck- Ablesung A	Verbesserung nach						Endgültiger Luft- druck B	Rech- nungs- höhe hr	Höhen- unter- schied Δh		Verb. v.	Höhe des Punk- tes	Bemerkungen
	Std.	Min.	Luft- t°	Innen- t°		Stand u. $\Delta \gamma$	Wär- me	Teil- lung	Luft- druck Δl	im gan- zen								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
F.P. 1	8	10	18,5	17,0	749,1	+1,25	-1,47	-0,16	748,7	151,0	+	14,9	+0,5	145,8	Die Höhen der Festpunkte F.P. 1 und F.P. 2 sind zu 145,8 bzw. 339,5 m über N.N. gegeben. F.P. 2 = 339,5 m F.P. 1 = 145,8 m Höhenuntersch. = 193,7 m Als „Standverbesserung“ (Sp. 5) gilt $\gamma_a = +1,25$ (s. S. 220), wozu noch die „Standänderung“ $\Delta \gamma$ ge- mäß S. 220 hinzutritt.			
(1)	8	15	18,6	17,2	747,8	+1,25 +0,01	-1,48	-0,18	747,4	165,9	-	20,6	+0,6	161,2				
(2)	8	22	18,7	17,2	749,6	+1,25 +0,01	-1,48	-0,15	749,2	145,3	-	20,6	+0,5	141,2				
(3)	8	27	18,7	17,4	751,4	+1,25 +0,01	-1,50	-0,13	751,0	121,7	-	5,7	+0,4	121,1				
(4)	8	32	18,7	17,5	751,9	+1,25 +0,01	-1,51	-0,12	751,5	119,0	+	25,2	+0,5	115,8				
(5)	8	37	18,8	17,6	749,7	+1,25 +0,02	-1,51	-0,15	749,3	144,2	+	20,6	+0,5	141,5				
(6)	8	42	18,9	17,6	747,9	+1,25 +0,02	-1,51	-0,18	747,5	164,8	+	21,8	+0,4	162,6				
(7)	8	46	19,1	17,6	746,1	+1,25	-1,51	-0,21	745,6	186,6	+	19,6	+0,4	181,8				
(8)	8	50	19,2	17,8	744,4	+1,25 +0,02	-1,53	-0,23	743,9	206,2	+	40,4	+0,5	204,8				
(9)	8	56	19,4	17,8	740,9	+1,25 +0,03	-1,53	-0,29	740,4	246,6	+	39,5	+0,5	245,7				
(10)	9	3	19,8	17,9	737,6	+1,25 -0,03	-1,54	-0,34	737,0	286,1	+	19,8	+0,4	285,8				
(11)	9	7	20,3	17,9	735,9	+1,25 +0,03	-1,54	-0,37	735,3	305,9	+	21,1	+0,4	306,0				
(12)	9	11	20,6	18,2	734,2	+1,25 +0,03	-1,57	-0,39	733,5	327,0	+	11,7	+0,3	327,5				
F.P. 2	9	14	20,9	18,3	733,2	+1,25	-1,58	-0,41	732,5	338,7	+			339,5				
Mittelt =										[Δh]								
										Soll								
										Zu vert.								

	am Anfange	am Ende der Arbeit
2. Feder-Luftdruckmesser	$T = 17,0^\circ$, $A = 749,00 \text{ mm}$;	$T = 19,4^\circ$, $A = 750,80 \text{ mm}$
Wärmeverbesserung (s. S. 199)*)	$\alpha \cdot T = -1,47 \text{ mm}$;	$\alpha \cdot T = -1,66 \text{ mm}$
Teilungsverbesserung desgl.	$\beta (760 - A) = -0,16 \text{ mm}$;	$\beta (760 - A) = -0,13 \text{ mm}$
also der angezeigte Luftdruck	$B = 747,37 \text{ mm}$;	$B = 749,01 \text{ mm}$

Die „Standverbesserung“ beträgt hiernach gemäß Seite 208:

Zu Anfang der Arbeit: $\gamma_a = B_q - B = 748,62 - 747,37 = +1,25 \text{ mm}$ (s. Sp. 5),
am Ende der Arbeit: $\gamma_e = B_q - B = 750,56 - 749,01 = +1,55 \text{ mm}$.

Es besteht eine „Standänderung“ $\Delta \gamma = \gamma_e - \gamma_a = 1,55 - 1,25 = +0,3 \text{ mm}$.
Diese wird, wenn sie, wie hier, nur einige Zehntelmillimeter groß ist, im Verhältnis
der Meßzeit auf die Luftdruckstände verteilt, oder es wird das Mittel $\gamma = \frac{1}{2}$

($\gamma_a + \gamma_e$) eingeführt (s. S. 221 u. 224 Bem.). Größere Abweichungen machen
die Aufnahme unsicher, wenn nicht ganz unbrauchbar.

Die Vergleichung der beiden Luftdruckmesser erfolgte hier vor und nach
der Arbeit an demselben Tage um 8:00 Vorm. bzw. am Abend um 6:00 Uhr.
Der Zeitraum beträgt hiernach 10 Stunden = 600 Minuten. Bildet man die Ver-
teilungsgröße $\frac{+0,3}{600} = +0,0005$, so läßt sich mit Hilfe eines Rechenschiebers

für die Zwischenzeiten leicht die „Standänderung“ $\Delta \gamma$ auf die einzelnen
Luftdruckstände verteilen, was hier in Spalte 5 des Rechenmusters geschehen ist.
In den Spalten 6 und 7 werden nacheinander die „Wärme“ und „Teilungsver-
besserung“*) (Spalte 8 kommt hier nicht in Betracht) nachgewiesen und in Spalte 9
zusammengefaßt, worauf der endgültige Luftdruck in Spalte 10 abgeleitet wird.

Während der Messung herrschte zwischen den Festpunkten eine mittlere
Luftwärme (Spalte 3) von $t = 19,3^\circ$, die nach den Erfahrungen der Landesauf-
nahme etwas niedriger, also hier abgerundet auf ganze Grade, zu 19° in
die Höhenberechnung eingeführt wird. Benutzt man hierzu die „Rechnungs-
höhen“ nach Seite 216 (s. d. die Zahlentafel), und trägt diese in Spalte 11
ein, so lassen sich in Spalte 12 die Höhenunterschiede Δh (Vorzeichen!) zwischen
den einzelnen Bodenpunkten berechnen. Bildet man ihre Summe, und stellt
diese dem Höhenunterschiede der beiden Festpunkte gegenüber, so wird man
meist eine Abweichung erhalten, die man wieder, wie oben, nach der Zeit ver-
hältnismäßig auf die einzelnen Höhenunterschiede als v in Spalte 13 einträgt.
Spalte 12 und 13 werden zuerst der gegebenen Höhe des Festpunktes F.P. 1 =
145,8 m, dann nacheinander den Höhen der Spalte 14 zugefügt und so die Höhen
der Bodenpunkte bis F.P. 2 erhalten. Eine Probe für die richtige Verteilung
ist der restlose Abschluß auf F.P. 2, dessen Höhe hier zu 339,5 m gegeben ist.

Der Rechengang vollzieht sich zwischen F.P. 2 und F.P. 3 (s. Feldbuch
S. 210) und weiterhin in der nämlichen Weise, wobei aber die Luftwärme t als
Mittel zwischen den Geländepunkten der jeweiligen zwei Festpunkte, auch hier
wieder um etwas geringer, wie oben, eingeführt wird.

b) Festpunkte nicht vorhanden; Aufnahme mit einem Luftdruckmesser
(Seite 209 unten). Der Rechengang bleibt hier im wesentlichen der gleiche, wie

*) Die beiden Verbesserungen sind nach dem Schaubilde (Abbil. 248) ermittelt.

unter a). Da der Luftdruck stets wieder auf dem Anfangspunkte des Einzelmessungszuges bestimmt wird, kann eine Aenderung auch des Luftdruckes während der verflossenen Zeit berücksichtigt werden. Sie ergibt sich sehr einfach aus den beiden Ablesungen zu Beginn und Ende des Zuges. Eine gewöhnlich sich zeigende Abweichung wird ebenfalls nach Verhältnis der Zeit auf die einzelnen Beobachtungen verteilt, wie vorhin (S. 220) für die „Standänderung“ gezeigt wurde. Im übrigen bleibt eine „Standänderung“ hiervon unberührt; sie ist also, falls eine Vergleichung mit einem Quecksilber-Schweremesser eine Aenderung ergeben hat, vorweg für sich zu berücksichtigen.

Das Beispiel Seite 210 (unten) zeigt, siehe Spalte Bemerkungen, zu Beginn und am Ende der Messung bei der Vergleichung eine Standverbesserung von $+0,03$ bzw. $+0,09$ mm, im Mittel (s. S. 220) also nur $\gamma = \frac{+0,03 + 0,09}{2} = +0,06$ mm und kann unbeachtet bleiben.

Auf dem Wege (1) — (10) W — (1) ist die Luftdruckablesung auf (1) — s. Feldbuch S. 210 (unten) — von $A = 711,4$ auf $712,2$ gestiegen. Ermittelt man hiernach die tatsächlichen Luftdruckstände zu

$$B = 711,40 - 1,20 - 0,73 = 709,47 \text{ und}$$

$$B = 712,40 - 1,22 - 0,71 = 710,27,$$

so beträgt die eingetretene „Luftdruckänderung“ $\Delta l = 710,27 - 709,47 = +0,80$ mm. Wird diese im Verhältnis der Zeit auf die einzelnen Ablesungen in Spalte 8 des Rechenmusters (S. 219) eingetragen, so werden nach Spalte 9, 10 und 11, wie vorhin, die Höhenunterschiede in Spalte 12 berechnet, deren Summe wegen der Rückkehr auf den Anfang des Meßzuges den Betrag „Null“ ergeben muß; eine Abweichung wird wiederum verhältnismäßig nach der Zeit verteilt, wie in dem vorigen Beispiele geschehen ist. Hierauf erfolgt die Ableitung der Höhen.

Mit der Höhe des Bodenpunktes (10) W als Wechsellpunkt (Abbil. 258) wiederholt sich die Rechnung für den nächsten Meßzug bis (22) W, worauf dieser als Ausgangspunkt gilt usw.

Bei der Flächenaufnahme nach Seite 214 ist „Zug 1“ nach demselben Vorgange zu rechnen. Da die weiteren Messungen zwischen schon bestimmten Punkten, in der Abbil. 262 z. B. „Zug 2“ und die anderen Züge, eingeschaltet werden, so ist nach Seite 217 (unten) zu verfahren, also ohne besondere Kenntnis der „Luftdruckänderung“.

c) Staffelmessung. In der Staffelmessung wird durch den zweiten Luftdruckmesser (I S. 211) die Aenderung des Luftdruckes zwischen den benachbarten Wechsellpunkten zum Ausdruck gebracht. Gemäß dem Feldbuche auf Seite 212 werden um 8·15, 9·15, 10·15 die Luftdruckmesser I und II auf den benachbarten Wechsellpunkten (1) W und (6) W, 6 (W) und (20) W usw. (Abbil. 259) gleichzeitig abgelesen. Werden die Verbesserungen für Wärme und Teilung angebracht — als „Standverbesserung“ ist $\gamma = -0,40$ mm durchweg (s. Feldbuch S. 212 Bem.) eingeführt —, so erhält man, ohne hier im einzelnen die Verbesserungen nach dem Rechenmuster Seite 219 aufzustellen, die nachstehenden Beobachtungsergebnisse (Spalte 4 und 5) und die endgültigen Höhen der Wechsellpunkte (Spalte 10).

Messung		Zeit		Endgültiger Luftdruck		Luftwärme			Rechnungshöhe		Höhenunterschied $\Delta h = h_{rII} - h_{rI}$		Punkt	Höhe des Punktes
von Punkt	nach Punkt	Std.	Min.	B _I mm	B _{II} mm	t _I °	t _{II} °	$t = \frac{t_I + t_{II}}{2}$	h _{rI} m	h _{rII} m	±	m		m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
(1) W	(6) W	8	15	732,3	727,3	20,5	20,5	20	342,4	401,1	+	58,7	(1) W	299,0
(6) W	(20) W	9	15	727,6	723,8	21,0	21,6	21	398,9	444,2	+	45,3	(6) W	357,7
(20) W	(30) W	10	15	724,3	721,9	23,2	23,7	23	441,2	470,0	+	28,8	(20) W	403,0
(30) W	(50) W	11	15	722,6	720,1	25,0	25,0	25	464,7	495,1	+	30,4	(30) W	431,8
(50) W	(65) W	12	15	720,8	722,3	27,1	27,2	27	489,8	471,5	-	18,3	(50) W	462,2
													(65) W	443,9

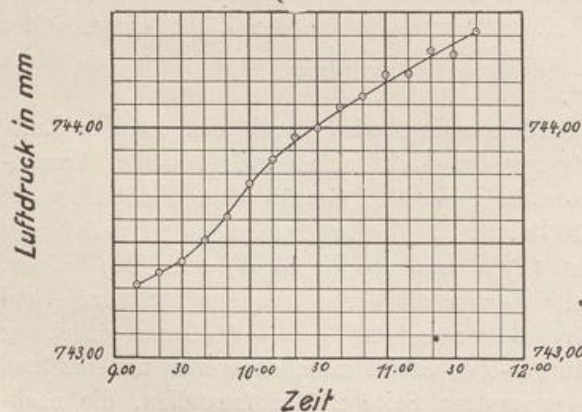
Das vorstehende Rechenmuster weist die zu gleichen Zeiten (Sp. 3) zusammengehörenden Luftdruckstände in Spalte 4 und 5 auf, zu denen unter Berücksichtigung der Luftwärme (Sp. 6), die aus dem Feldbuche S. 212 übertragen werden, die Rechnungshöhen (S. 216) zu bestimmen sind (Sp. 7 und 8). Ihr Unterschied (Sp. 9) ist der Höhenunterschied zwischen den betreffenden Punkten (Sp. 1 und 2). In Spalte 10 schließlich werden die Höhen der Wechsellpunkte berechnet. Ist die Höhe für den Ausgangspunkt (1) W gegeben, hier zu 299,0 m über N.N., so werden die Höhen der Wechsellpunkte gleichfalls über N.N. gültig sein.

Falls im Verlaufe der Messung auf einem Höhenfestpunkte abgeschlossen werden kann, ist eine sich zeigende Abweichung, wie im Beispiele S. 219, zu behandeln.

Die zwischen den Anfangs- und den Wechsellpunkten liegenden Geländepunkte der Luftdruckmessung II

Abbildung 265.

Luftdruck auf dem Standpunkte



punkte der Luftdruckmessung II (siehe Feldbuch S. 212 unten) werden sodann nach Seite 220 eingerechnet, indem die Wechsellpunkte als Festpunkte angesehen werden.

d) Stand-Luftdruckmesser.

Bei der Flächenaufnahme nach Seite 214, wo mit zwei Luftdruckmessern I und II, von denen der eine (I) eine feste Aufstellung erhält, bezieht man den Luftdruck jedes Geländepunktes auf den Luftdruck des „Stand-Luftdruckmessers“.

Nachdem die Ablesungen der beiden Luftdruckmesser entsprechend verbessert sind, wird aus der gemeinsamen Ablesung der beiden Höhenmesser bei Beginn der Messung

Feldbuch für den „Stand-Luftdruckmesser“
zur Abbildung 266.
(Quecksilber-Schweremesser.)

Punkt	Zeit		Wärme		Luft- druck- Ablesung H mm	Verbesserung nach			End- gültiger Luft- druck B _q mm	Bemerkungen
	Std.	Min.	Luft- t°	Innen- T°		Wärme mm	Schwer- kraft mm	im ganzen mm		
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Standpunkt des „Stand- Luftdruck- messers“	9	10	20,1	19,1	745,15	-2,29	+0,46	-1,83	743,32	Geographische Breite $\varphi = 52^{\circ} 20'$, Höhe $h = 182$ m über N.N. Vergleichung der Luftdruckmesser. Zeit $Z = 9^{h} 10^{m}$ Quecksilber-Schweremesser I. T = 19,1° H = 745,15 Wärmeverb. -2,29 Schwereverb. +0,46 B _q = 743,32 Standverbesserung $\gamma_a = 743,32 - 744,22 = -0,90$ mm. Zeit $Z = 11^{h} 40^{m}$ Feder-Luftdruckmesser II. T = 18,2° A = 746,09 Wärmeverb. -1,58 Teilungsverb. -0,20 B = 744,22 T = 19,4° H = 746,30 Wärmeverb. -2,34 Schwereverb. +0,46 B _q = 744,42 Standverbesserung $\gamma_e = 744,42 - 745,46 = -1,04$ mm. Zu berücksichtigten: $\gamma = \frac{\gamma_a + \gamma_e}{2} = -0,97$ mm (siehe Seite 220).
		20	20,3	19,1	745,20	-2,29	+0,46	-1,83	743,37	
		30	20,6	19,1	745,25	-2,29	+0,46	-1,83	743,42	
		40	20,6	19,1	745,35	-2,30	+0,46	-1,84	743,51	
		50	20,6	19,2	745,45	-2,30	+0,46	-1,84	743,61	
		00	20,8	19,2	745,60	-2,30	+0,46	-1,84	743,76	
	10	10	20,9	19,2	745,70	-2,30	+0,46	-1,84	743,86	
		20	21,0	19,2	745,80	-2,30	+0,46	-1,84	743,96	
		30	21,2	19,2	745,85	-2,31	+0,46	-1,85	744,00	
		40	21,5	19,4	745,95	-2,32	+0,46	-1,86	744,09	
		50	21,5	19,4	746,00	-2,32	+0,46	-1,86	744,14	
		00	22,0	19,4	746,10	-2,33	+0,46	-1,87	744,23	
11	10	22,0	19,4	746,10	-2,33	+0,46	-1,87	744,23		
	20	22,0	19,4	746,20	-2,33	+0,46	-1,87	744,33		
	30	22,0	19,4	746,20	-2,34	+0,46	-1,88	744,32		
	40	22,0	19,4	746,30	-2,34	+0,46	-1,88	744,42		
		Mittel $t_r = 21,2$								

Aufnahme und Rechenmuster bei Verwendung eines „Stand-Luftdruckmessers“.
Zur Abbildung 266.

Punkt	Zeit Std. Min.	Wärme		Luft- druck- Ablesung A	Verbesserung nach				End- gültiger Luftdruck B	Luftdruck auf dem Stand- punkte Bq	Rech- nungs- höhe hr		Höhen- unter- schied Δh Sp. 11-12		Höhe des Punk- tes m	Bemerkungen
		Luft- t°	Innen- T°		Stand mm	Wär- me mm	Teil- lung mm	im ganzen mm			für B	für Bq	±	±		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
⊙ Standpunkt	9															Vergleichung s. Feldbuch S. 224.
(1)	10	20,2	18,3	746,0	-0,97	-1,59	-0,20	-2,76	743,4	743,3	212,7 213,9	—	1,2	135,4		
(2)	16	20,0	18,4	746,1	-0,97	-1,59	-0,21	-2,77	743,3	743,4	213,9 212,7	+	1,2	194,2		
(3)	20	20,0	18,4	747,0	-0,97	-1,59	-0,19	-2,75	744,2	743,4	203,4 212,7	—	9,3	196,6		
(4)	24	19,7	18,4	747,8	-0,97	-1,59	-0,18	-2,74	745,2	743,4	191,9 212,7	—	20,8	186,1		
(5)	28	19,6	18,5	749,8	-0,97	-1,60	-0,15	-2,72	747,2	743,4	168,8 212,7	—	43,9	174,6		
(6)	32	19,6	18,5	751,1	-0,97	-1,60	-0,14	-2,71	748,4	743,5	155,0 211,5	—	56,5	151,5		
(7)	36	19,5	18,6	751,9	-0,97	-1,60	-0,12	-2,69	749,2	743,5	145,8 211,5	—	65,7	138,9		
(8)	39	19,5	18,6	753,9	-0,97	-1,60	-0,10	-2,67	750,7	743,5	127,4 211,5	—	84,1	129,7		
(9)	43	19,5	18,6	753,4	-0,97	-1,60	-0,10	-2,67	750,7	743,6	128,6 210,4	—	81,8	111,3		
(10)	53	19,6	18,7	753,3	-0,97	-1,61	-0,10	-2,68	750,6	743,6	129,7 210,4	—	80,7	113,6		Die für die „Rech- nungshöhen“ zu be- rücksichtigende Luftwärme berech- net sich aus $t_I = 21,2^\circ$ (S. 224) $t_{II} = 20,2^\circ$ (Sp. 3) Mittel $t = 20,7^\circ$ $= 20^\circ$ (S. 220)
(11)	58	20,0	18,7	752,1	-0,97	-1,61	-0,12	-2,70	749,4	743,7	143,5 209,2	—	65,7	129,7		
(12)	2	20,4	18,7	751,5	-0,97	-1,61	-0,13	-2,71	748,8	743,8	150,4 208,1	—	57,7	137,7		
(13)	6	20,6	18,8	749,8	-0,97	-1,62	-0,15	-2,74	747,1	743,8	170,0 208,1	—	38,1	157,3		
(14)	11	20,8	18,8	747,5	-0,97	-1,62	-0,18	-2,77	744,7	743,9	197,6 206,9	—	9,3	186,1		
(15)	14	20,8	19,0	747,4	-0,97	-1,63	-0,18	-2,78	744,6	743,9	195,8 206,9	—	8,1	187,3		
(16)	18	20,6	19,0	749,2	-0,97	-1,63	-0,16	-2,76	746,4	743,9	178,0 206,9	—	28,9	166,5		
(17)	23	20,6	19,1	752,0	-0,97	-1,61	-0,12	-2,73	749,3	744,0	144,6 205,7	—	61,1	134,3		
(18)	27	20,5	19,3	753,2	-0,97	-1,65	-0,10	-2,72	750,5	744,0	130,9 205,7	—	74,8	120,6		
(19)	31	20,5	19,3	753,1	-0,97	-1,65	-0,10	-2,72	750,4	744,0	132,0 205,7	—	73,7	121,7		
(20)	35	20,6	19,3	752,2	-0,97	-1,65	-0,12	-2,74	749,5	744,0	142,3 205,7	—	63,4	132,0		
(31)	13	20,4	20,0	750,8	-0,97	-1,72	-0,13	-2,82	748,0	744,3	159,6 202,3	—	42,7	152,7		
(32)	16	20,6	20,1	749,8	-0,97	-1,73	-0,16	-2,86	746,9	744,3	172,3 202,3	—	30,0	165,4		
(33)	18	21,0	20,2	748,8	-0,97	-1,73	-0,17	-2,87	745,9	744,3	183,8 202,3	—	18,5	176,9		
(34)	20	21,5	20,2	748,4	-0,97	-1,73	-0,17	-2,87	745,5	744,3	188,4 202,3	—	13,9	181,5		
(35)	23	22,0	20,4	747,5	-0,97	-1,75	-0,18	-2,90	744,6	744,3	198,8 202,3	—	3,5	191,9		
(36)	27	22,0	20,5	747,3	-0,97	-1,76	-0,19	-2,92	744,4	744,3	201,1 202,3	—	1,2	194,2		
(37)	31	22,0	20,6	747,5	-0,97	-1,76	-0,18	-2,91	744,6	744,4	198,8 201,1	—	2,3	193,1		
⊙ Standpunkt	40			747,4												
Mittel $t_{II} =$		20,2														

Schewior, Das Feldmessen II.

ländepunkten (Sp. 2) sind die Luftdruckstände des „Stand-Luftdruckmessers“ der Abbil. 265 entnommen und in Sp. 10 übertragen. Nach dem Feldbuche S. 224 (Sp. 3) ist die Luftwärme des Stand-Luftdruckmessers von $20,1^{\circ}$ bis auf $22,0^{\circ}$ C. gestiegen und beträgt im Mittel $t_I = 21,2^{\circ}$; im Felde beträgt sie (s. Feldbuch S. 225 Sp. 3) während der gleichen Zeit im Mittel $t_{II} = 20,2^{\circ}$. Berechnet man das Mittel $\frac{t_I + t_{II}}{2} = \frac{21,2 + 20,2}{2} = 20,7^{\circ}$, so sind für $t = \text{rd. } 20^{\circ}$ gemäß S. 220 die Rechenhöhen den Zahlentafeln von Jordan (s. S. 216) zu entnehmen.

Der Ort des „Stand-Luftdruckmessers“ war seiner Höhe nach zu 195,4 m über N.N. gegeben.

Sollen die Höhenunterschiede mit Hilfe der „Höhenstufen“ ermittelt werden, so bleibt der Nachweis im Rechenmuster (s. S. 219 u. Abbil. 257) bis Sp. 10 der gleiche. Anschließend daran ist gemäß Seite 217 einmal das Mittel, dann der Unterschied der beiden benachbarten Luftdruckstände zu bestimmen, siehe Spalte 11 bzw. 12 der nachstehenden Berechnung. Für das Mittel (Spalte 11) wird sodann dem Schaubilde (Abbil. 264) entsprechend der mittleren Luftwärme die „Höhenstufe“ entnommen, nach Spalte 13 übertragen und mit dem obigen Unterschiede (Spalte 12) vervielfältigt, wodurch der Höhenunterschied (Sp. 14), weiter die Höhe in Spalte 15 gewonnen wird.

Für das Beispiel Seite 219 werden die Höhen noch einmal nach diesem Vorgange, wie folgt, ermittelt.

Rechenmuster nach „Höhenstufen“
zur Abbil. 257.

Endgültiger Luftdruck B	Mittel der Luftdruckstände $\frac{B_1 + B_2}{2}$	Unterschied der Luftdruckstände $B_1 - B_2$	Höhenstufe h_s (für Sp. 11)	Höhenunterschied (Sp. 12 $\times$ Sp. 13) Δh	Verb. v	Punkt	Höhe des Punktes	Bemerkungen
mm	mm	$\pm$ mm	m	$\pm$ m	m			
10	11	12	13	14	15	16	17	
748,7	748,0	+ 1,3	11,47	+ 14,9	+0,5	F.P. 1	145,8	
747,4	748,3	— 1,8	11,46	— 20,6	+0,6	(1)	161,2	
749,2	750,1	— 1,8	11,44	— 20,6	+0,5	(2)	141,2	
751,0	751,2	— 0,5	11,43	— 5,7	+0,4	(3)	121,1	
751,5	750,4	+ 2,2	11,44	+ 25,2	+0,5	(4)	115,8	
749,3	748,4	+ 1,8	11,46	+ 20,6	+0,5	(5)	141,5	
747,5	746,6	+ 1,9	11,49	+ 21,8	+0,4	(6)	162,6	
745,6	744,7	+ 1,7	11,52	+ 19,6	+0,4	(7)	184,8	
743,9	741,2	+ 3,5	11,58	+ 40,5	+0,5	(8)	204,8	
740,0	738,7	+ 3,4	11,62	+ 39,5	+0,6	(9)	245,8	
737,0	736,2	+ 1,7	11,65	+ 19,8	+0,4	(10)	285,9	
735,3	734,4	+ 1,8	11,68	+ 21,0	+0,4	(11)	306,1	
733,5	733,0	+ 1,0	11,70	+ 11,7	+0,3	(12)	327,5	
732,5				+ 234,6		F.P. 2	339,5	
				— 46,9				
			$[\Delta h]$	+ 187,7				
			Soll	+ 193,7				
			Zu vert.	+ 6,0	+6,0			

Hierzu sei bemerkt, daß die „Höhenstufen“ für die mittlere Luftwärme $t = 19^{\circ} \text{C.}$ gemäß Seite 220 ermittelt sind.

VII. Genauigkeit der Luftdruck-Höhenmessung.

Die Bestimmung der Höhen erfolgt mit einer Genauigkeit im Mittel von etwa 1 bis 2 m; hierbei wird ausnahmslos eine sorgfältige und sachgemäße Behandlung der Luftdruckmesser vorausgesetzt. Der Fehler kann durch Einschaltung zwischen Höhenfestpunkten an windstillen Tagen und bei bedecktem Himmel bis auf rd. 1 m eingeschränkt werden, er kann aber andererseits unter ungünstigen Verhältnissen den Betrag von 2 m leicht überschreiten. Messungen im Sturm und im Gewitter, wo der Luftdruck sich oft sprungweise ändert, sind vollständig unbrauchbar, dagegen rufen leiser Regen und mäßiger Wind im allgemeinen keine Störungen hervor.

VIII. Höhenschnitte und Schichtenlinien.

Die Herstellung von Höhenschnitten und Schichtenplänen deckt sich mit den Angaben in den betreffenden Abschnitten der „Höhen-Einwägung“, siehe Seite 50 usw.

E. Wassermessungen.

I. Allgemeines.

Auf fast allen Gebieten des Bauingenieurwesens sind neben den Arbeiten zur Feststellung der Bodenoberflächenform, die in Höhenermittelungen durch Einwägen (siehe Abschnitt B.) oder Schnellmessen (siehe Abschnitt C.) bestehen, in der Regel noch wichtige Messungen auszuführen, deren Gegenstand die Bestimmung der Wassermengen in stehenden oder fließenden Gewässern bildet. Dies trifft insbesondere bei den Maßnahmen zu, die für die Flußregelung und Bodenverbesserung, dann für die Ausführung von Kraftanlagen, also allgemein im Wasserbau in Betracht kommen, wie auch für Kanalisationen und Wasserleitungen, wo in allen den genannten Fällen die Bedeutung des Wassers wesentlich in den Vordergrund tritt.

Kann die Größe der Wassermengen in natürlichen und künstlichen stehenden Gewässern, wie Teichen und Seen bzw. Stauteichen und Stauweihern oder Talsperren, meist unschwer unmittelbar aus Höhenmessungen abgeleitet werden, so ist sie in den natürlichen und künstlich angelegten Wasserläufen, in den Flüssen, Bächen, Ent- und Bewässerungsgräben, Wasserversorgungs- und Werkkanälen, wenn man von ganz geringen Zuflüssen absieht, nur auf mittelbarem Wege zu bestimmen. Hierbei wird die Geschwindigkeit des Wassers, d. h. seine Bewegung in der Zeiteinheit (1 Sekunde = sek.), entweder mit Hilfe besonderer

Vorkehrungen im Wasserlaufe selbst beobachtet, oder sie wird, weniger genau, nach Erfahrungssätzen unter Berücksichtigung der Art des Wasserbettes gemäß dem „Gefälle“ der Wasseroberfläche berechnet.

Nach dem „Gefälle“ wird gleichfalls für die Rohrleitungen in den weitverzweigten Netzen der Kanalisationen und der Wasserleitungen, für die Rohrbemessung der Kraftanlagen, sowie für längere und kürzere Rohrdurchlässe in Gräben und kleinen Bachläufen die Geschwindigkeit des Wassers und daraus weiter die Zufluß- oder Abflußmenge abgeleitet.

Welche Gesichtspunkte in den einzeln vorbezeichneten Fällen für die abzuführenden Wassermengen selbst und damit auch für die Abmessungen der offenen Gerinne und Röhren Geltung haben, ist den in Betracht kommenden Ausführungen des vorliegenden Sammelwerkes „Handbuch des Bauingenieurs“ aus dem Verlage von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig zu entnehmen. Es behandelt:

1. Der Wasserbau von S. Deutsch den Flußbau und die Wasserkraftanlagen;
2. Der städtische Tiefbau von H. Reich die Kanalisationen und Wasserleitungen*);
3. Der Eisenbahnbau von K. Strohmeier die Wasserführung bei Eisenbahnanlagen;
4. Die Bodenmelioration von G. Schewior die für Bodenverbesserungen in Frage kommenden Vorkehrungen der Vorflut, der Entwässerung und Bewässerung;
5. Der Straßen- und Wegebau von G. Schewior die bei Wege- und Straßenanlagen vorkommenden Wasserführungen.

Die vorgenannten Schriften enthalten auch die Angabe, welche zeichnerischen Unterlagen auf den einzelnen Gebieten erforderlich sind. „Der Wasserbau“ und „Die Bodenmelioration“ geben außerdem eingehende Kenntnis von dem Höhenverlauf der Wasseroberfläche oder des Wasserspiegels, sobald Einbauten in Flußläufen, wie Brücken, Durchlässe, Wehre, Schleusen u. dergl., einen „Rückstau“ des Wassers vor solchen Bauwerken hervorrufen.

Im Nachstehenden sollen nur diejenigen Hilfsmittel mitgeteilt werden, die für die Bestimmung der Wassergeschwindigkeit gemäß der oben gemachten Unterteilung vornehmlich in Betracht kommen.

II. Wassermengen in stehenden Gewässern.

In natürlichen oder künstlich hergestellten stehenden Gewässern wird die aufgespeicherte Wassermenge aus der Begrenzung des Wasserkörpers abgeleitet, die durch den (wagerechten) Wasserspiegel und durch die benutzte Bodenfläche gebildet wird.

1. Für kleinere Teiche und Sammelbecken mit ziemlich gleicher Einschnittstiefe genügt die Kenntnis der Wasseroberfläche F und der durchschnittlichen Tiefe t des Wasserkörpers, woraus sich der vorhandene Wasservorrat bei senk-

*) Es sei hier auch aufmerksam gemacht auf: Leitfaden und Normal-Entwürfe für die Aufstellung und Ausführung von Wasserleitungsprojekten für Landgemeinden. Von A. Heinemann. Verlag Paul Parey, Berlin 1910.

rechter Wandung der Anlage nach $Q = F \cdot t$ ergibt. Liegen künstliche Sammelbecken mit gleichmäßiger Form vor, so wird nach wenigen Längenmessungen der Flächeninhalt F bekannt, wobei auch der wegen der meist bestehenden Böschung abgehende Teil der Wassermenge berücksichtigt werden kann.

Teiche, die eine ausspringende, regellose Wasseroberfläche zeigen, sind mit Hilfe der Lagemessung (s. I. Teil) aufzunehmen. Hierbei gelangt sowohl die Grenzlinie des Wasserspiegels wie die des Böschungsfußes mit der Sohle des Teiches zur Aufmessung. Nach einem Lageplan, der beide Grenzlinien enthält, wird der Flächeninhalt des Wasserspiegels F und der Teichsohle F_1 berechnet (s. I. Teil, S. 184) und hiernach die Wassermenge zu

$$Q = \frac{F + F_1}{2} \cdot t$$

gewonnen.

Die Wassertiefe t ist durch Messung mit einem Meterstabe, gegebenenfalls nach Mittelung der Tiefen an mehreren Stellen zu bestimmen.

Beispiel. Mit Hilfe eines Dreiecks (s. I. Teil, S. 74) wurde die in der Abbil. 267 gezeichnete Teichfläche aufgemessen. Die feine punktierte Grenzlinie stellt die Abgrenzung der Teichsohle dar.

Die Flächeninhalte sind mit einem Polarplanimeter (I. Teil, S. 195) zu $F = 14350$ qm und $F_1 = 11600$ qm berechnet. Die durchschnittliche Wassertiefe t beträgt im Mittel (s. Abbil. 267)

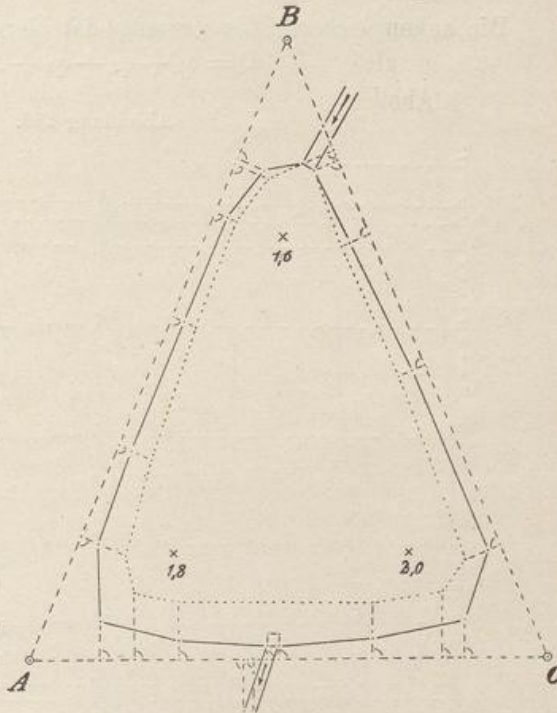
$$t = \frac{1,8 + 2,0 + 1,6}{3} = 1,8 \text{ m,}$$

der Teich enthält demnach einen Wasservorrat von etwa

$$Q = \frac{14350 + 11600}{2} \cdot 1,8 = \text{rd. } 23400 \text{ cbm.}$$

2. Größere Teichanlagen und Sammelbecken mit unregelmäßiger Einschnittstiefe, bei denen gegebenenfalls auch verschiedene Wasserstände berücksichtigt werden sollen, sind zweckmäßig durch Querschnitts-Höhenaufnahmen (s. S. 95 usw.) zu erkunden. Die Lage der Querschnitte kann am besten nach vorausgegangener Trockenlegung der Sammelanlage angeordnet werden. Die Schnitte werden gegenseitig durch eine Linie oder einen Vieleckszug (s. I. Teil E.) verbunden und nach Zeichnung eines Lageplanes in Querschnitten zur Darstellung gebracht. In letztere wird sodann der gewöhnliche Wasserspiegel eingetragen und der hiernach

Abbildung 267.



erhaltene Wasserquerschnitt f berechnet, siehe die Abbil. 268 mit f_1 bis f_{10} . Der von zwei Querschnitten eingeschlossene Wasserkörper q ist dann genau genug gleich dem Mittel aus ihnen, vervielfältigt mit ihrem Abstände s . Für die Abbildung 268 ist:

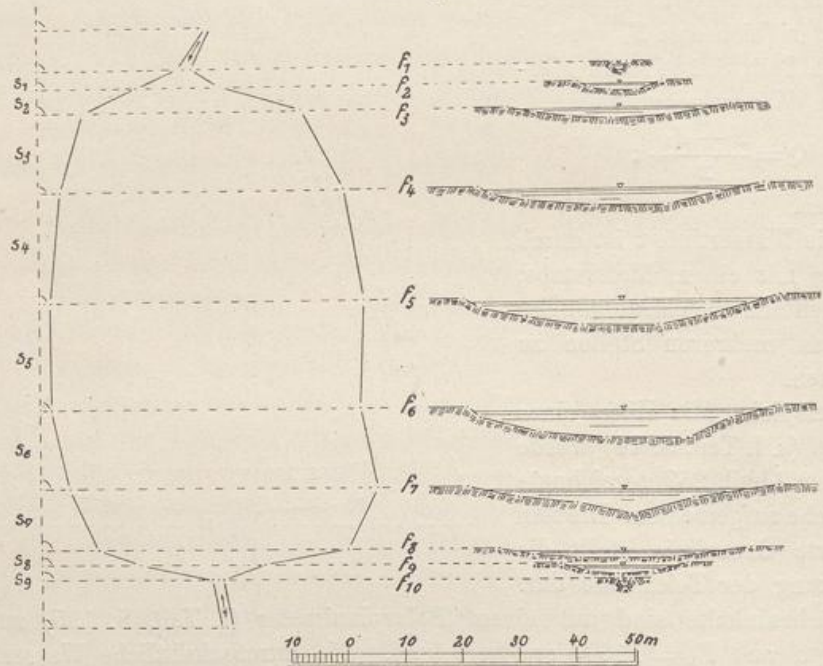
$$q_1 = \frac{f_1 + f_2}{2} \cdot s_1$$

$$q_2 = \frac{f_2 + f_3}{2} \cdot s_2 \text{ usw.}$$

Die aufgespeicherte Wassermenge ist hiernach

$$Q = q_1 + q_2 + q_3 + \dots$$

Abbildung 268.



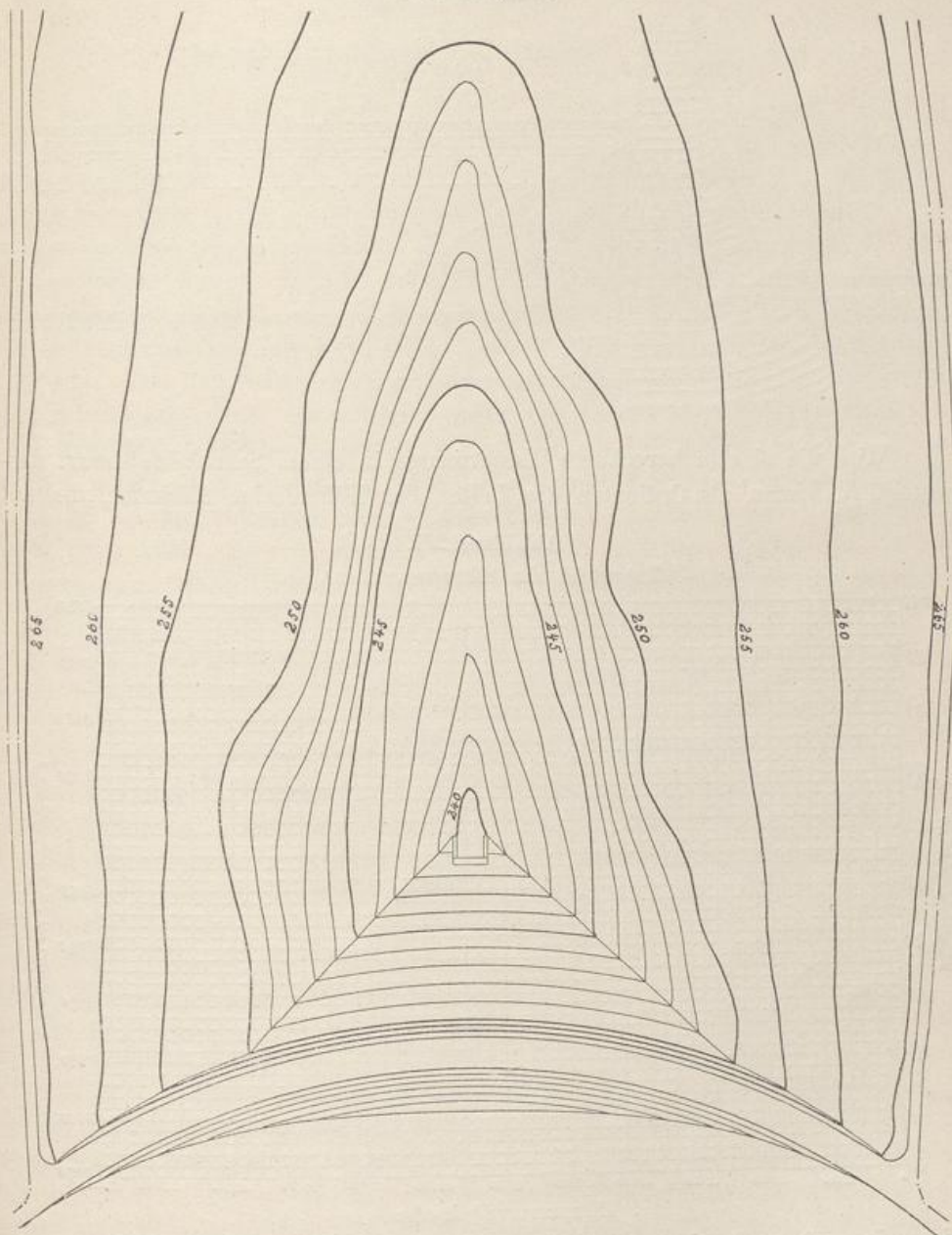
Soll für verschiedene Wasserstände, die man an einem Pegel (s. S. 270) verfolgt, der zur Verfügung stehende Wasservorrat ermittelt werden, so ist für diese der Wasserspiegel einzutragen und weiter, wie vor angegeben, zu verfahren.

Muß von einem Nachen aus die Aufnahme vorgenommen werden, was bei größerer Ausdehnung, z. B. auch bei Seen, vorkommen kann, dann ist den Angaben auf Seite 97 zu folgen.

3. In den Fällen, wo für verschiedene Wasserstände der Wasservorrat ermittelt werden soll, wird man meist besser und auch rascher zum Ziele gelangen, wenn man, wie bei den Talsperren, durch Schichten- oder Höhenlinien die Höhenform der benetzten Boden- und Sperrmaueroberfläche darstellt. Die im Schichtenplan gezeichneten Höhenlinien werden hier vielfach durch Schnellmessung (siehe S. 174) gewonnen; sie geben in ihrem geschlossenen Verlaufe die für die Bestimmung der Wassermassen erforderlichen Flächen $F_1, F_2, F_3 \dots$, deren Berech-

nung am einfachsten mit Hilfe eines Polarplanimeters durchgeführt wird. Ist die Größe der Flächen bekannt, dann läßt sich der zwischen zwei benachbarten Schichtenflächen liegende Wasserkörper q durch Mittelung der Flächen und Ver-

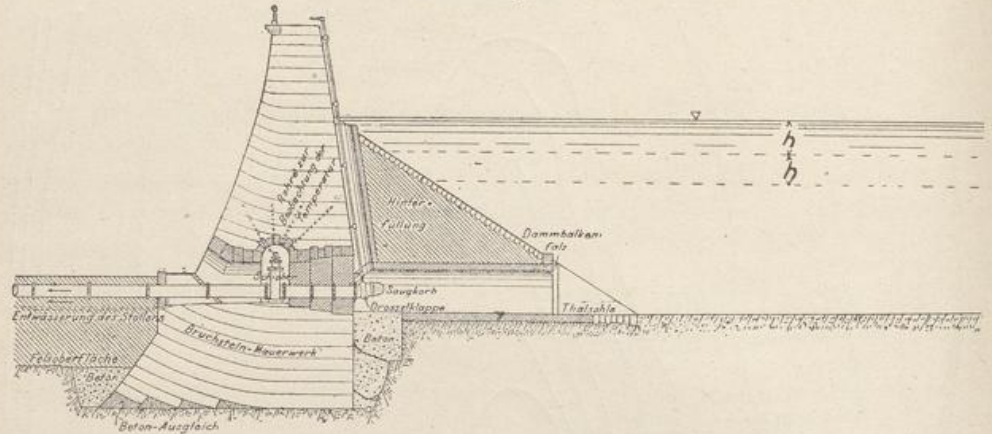
Abbildung 269.



vielfältigung mit dem gleichbleibenden Schichtenabstände h berechnen. Nach Abbil. 269, mit einem Längsschnitt (Abbil. 270), ist demnach

$$q_2 = \frac{F_2 + F_3}{2} \cdot h \text{ usw.}$$

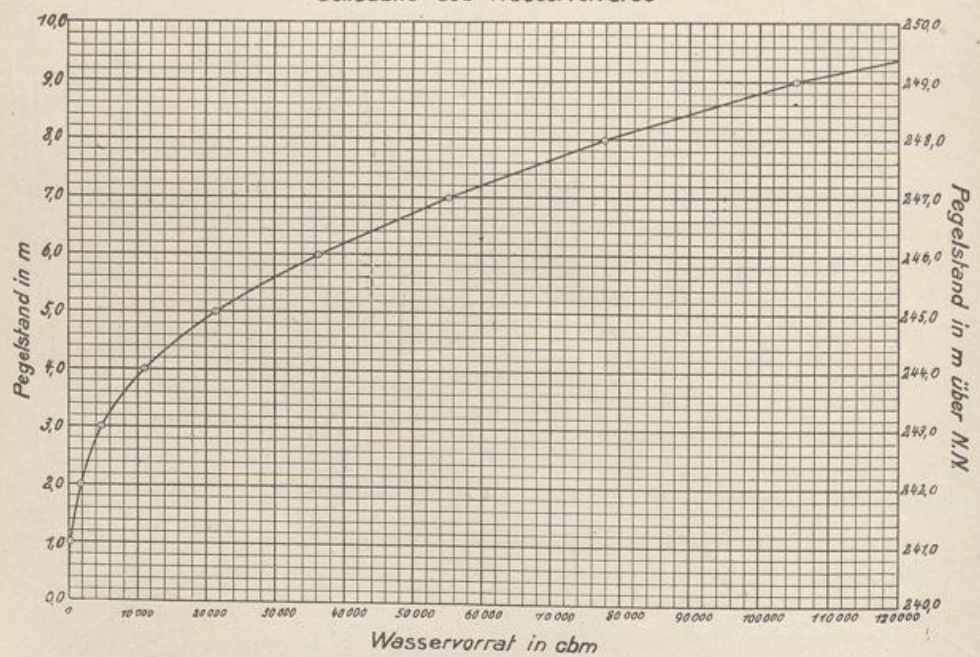
Abbildung 270.



Wird die einzeln berechnete Wassermenge in einem Schaubilde derart dargestellt, daß man als Ordinaten die Zahlen der Höhenlinien annimmt, die mit

Abbildung 271.

Schaubild des Wasservorrates



einem Pegel*) an der Sperrmauer übereinstimmen, so läßt sich die jedem Pegelstande zukommende Wassermasse an dem Schaubilde ablesen. Eine solche Auf-

*) Der Nullpunkt des Pegels liegt hier in der Höhe 240,00 m über N.N.

zeichnung ist in der Abbil. 271 zu sehen. Sie entspricht den beiden obigen Abbildungen 269 und 270. Die Schaulinie kann in der Regel als stetig gekrümmte Linie eingezeichnet werden. Bei einem Pegelstande $P = 6,60$ m (246,60 m über N.N.) beträgt der für das betreffende Sperrbecken geltende Wasservorrat:

$$Q = 48000 \text{ cbm.}$$

III. Wassermengen in offenen Gerinnen.

Die Bewegung des Wassers in einem Flußlaufe kann man sich vorstellen als eine solche von unendlich vielen Wasserfäden, die alle infolge der Einwirkung der Schwerkraft talabwärts drängen. Die Geschwindigkeit, d. h. die Größe dieser Bewegung in der Zeiteinheit (sek.), ist nicht an allen Stellen des Wasserschlauches oder des Querschnittes des Wasserlaufes gleich. An der Sohle und an den Böschungen werden die gedachten Wasserfäden wegen der Reibung mit dem Boden in ihrem Laufe gehemmt und auch der Wasserspiegel wird durch die Reibung mit der Luft, wenn auch in einem weit geringeren Maße, ungünstig beeinflusst. Die den Wasserschlauch begrenzenden Schichten zeigen demnach eine verzögernde Bewegung, die sich auch nach dem Innern zu bemerkbar macht.

Für den praktischen Gebrauch kommt nur eine mittlere Geschwindigkeit in Frage, d. h. diejenige, die auf die Wasserabführung von gleicher Wirkung ist als die einzelnen Geschwindigkeiten der angenommenen Wasserfäden. Wird diese kurz „Geschwindigkeit“ genannt und mit v bezeichnet, so ist die von dem wasserführenden Querschnitt F eines Flußlaufes in der Sekunde abgeleitete Wassermenge

$$Q = F \cdot v,$$

wo Q in cbm, F in $q\text{m}$ und v in m anzusetzen ist.

A. Unmittelbare Bestimmung der Wassermenge.

Bei geringem Zuflusse, z. B. bei der Bestimmung der Ergiebigkeit von Quellen, wird das Wasser in einem Rohre oder in einem anderen geschlossenen Gerinne einem Meßgefäße zugeführt und die Zeit beobachtet (am Sekundenzeiger einer Uhr oder durch eingeübtes Zählen), die zur Füllung des seinem Inhalte nach bekannten Gefäße erforderlich ist.

Wird beispielsweise ein 8 Liter (l) fassender Eimer bei sechsmaliger Messung in 15, 17, 16, 17, 14 und 17 Sekunden, d. h. im Mittel in

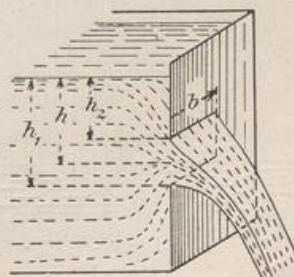
$$\frac{15 + 17 + 16 + 17 + 14 + 17}{6} = \frac{96}{6} = 16 \text{ Sekunden}$$

gefüllt, so ergibt sich die sekundlich abfließende Wassermenge zu

$$Q = \frac{8}{16} = 0,5 \text{ l} = 0,0005 \text{ cbm.}$$

Größere Abflußmengen werden mit Vorteil durch Öffnungen in einer lotrecht stehenden dünnen Bretterwand ermittelt. Bei der nebenstehenden Vorrichtung in Kastenform (Abbil. 272) ist die gesuchte Wassermenge:

Abbildung 272.



$$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot (h_1^{3/2} - h_2^{3/2})^*),$$

falls die Geschwindigkeit des ankommenden Wassers sehr gering ist. Der Ausflußwert μ ist nach Poncelet und Lebros für die zwei Ausflußbreiten $b = 0,2$ m und $b = 0,6$ m und für verschiedene Höhen der Oeffnung, für $a = h_1 - h_2$, in der nachstehenden Zahlentafel 2 aufgeführt.

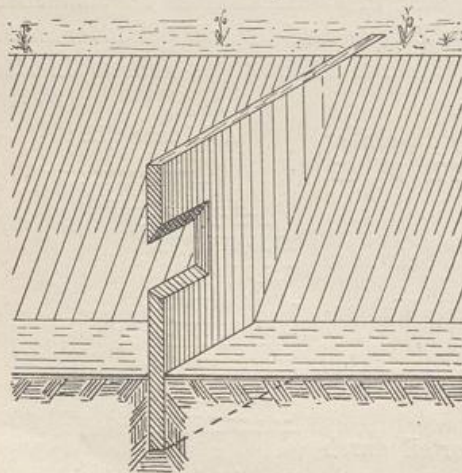
Zahlentafel 2.

Ausflußwerte μ bei rechteckigen Ausflußöffnungen nach Poncelet und Lebros.

$h_2 =$ Abstand des Wasserspiegels von der Ober- kante der Aus- flußöffnung in m	Breite der Ausflußöffnung $b = 0,2$ m						$b = 0,6$ m	
	Höhe der Ausflußöffnung $a = h_1 - h_2$ in m							
	0,01	0,02	0,03	0,05	0,10	0,20	0,002	0,02
0,02	0,695	0,660	0,639	0,616	0,596	0,572	0,643	—
0,03	0,689	0,659	0,641	0,620	0,600	0,578	0,642	0,593
0,04	0,684	0,659	0,640	0,623	0,603	0,582	0,642	0,595
0,06	0,677	0,657	0,639	0,626	0,607	0,587	0,641	0,599
0,10	0,667	0,655	0,637	0,630	0,611	0,592	0,639	0,602
0,20	0,655	0,649	0,634	0,631	0,615	0,598	0,635	0,605
0,30	0,650	0,645	0,632	0,630	0,616	0,600	0,633	0,607
0,40	0,646	0,642	0,631	0,629	0,617	0,602	0,631	0,607
0,60	0,641	0,638	0,630	0,627	0,617	0,604	0,629	0,607
1,00	0,629	0,632	0,627	0,625	0,615	0,605	0,626	0,605
1,50	0,617	0,620	0,621	0,619	0,611	0,602	0,623	0,602
2,00	0,613	0,613	0,613	0,613	0,607	0,601	0,620	0,602
3,00	0,609	0,608	0,607	0,606	0,603	0,601	0,615	0,601

Wird der Wasserlauf durch eine Bretterwand aus stärkerem Holz abgesperrt, dann ist die Oeffnung von außen mit einer Holzraspel nach Abbil. 273

Abbildung 273.



abzuschragen. In jedem Falle ist es empfehlenswert, die Abmessungen des rechtwinkligen Ausschnittes nach den Angaben der obigen Tabelle zu wählen, da der von ihr gebrachte Ausflußwert μ den angestellten Versuchen gut entspricht.

Der Abstand h_2 der Oberkante der Ausflußöffnung vom Wasserspiegel wird 1 bis 2 m oberhalb der Oeffnung bestimmt, sobald der Abfluß dem Zuflusse gleich ist, d. h. sobald der „Beharrungszustand“ im Oberwasser eingetreten ist. Zu diesem Zwecke überträgt man die Höhenlage der Ober-

*) g ist die Beschleunigung durch die Schwerkraft $= 9,81$.

kante an ein Pfählchen, das in der angegebenen Entfernung von dem Einbaue geschlagen wird, bezeichnet die Stelle an ihm durch einen Einschnitt oder wählt dessen Kopf als Nullstrich und bestimmt mittels eines Meterstockes die Entfernung bis zum Wasserspiegel. Die Höhenübertragung geschieht entweder durch Einwägung (s. Abschnitt B.) oder ganz einfach mit Hilfe des Wassers, sobald dessen Spiegel beim Einlassen gerade in Höhe der Oberkante steht.

Beispiel. In einem kleinen unregelmäßigen Graben soll die sekundlich abfließende Wassermenge Q ermittelt werden. Die eingebaute Absperrrwand aus dünnen Brettern hat eine Ausflußöffnung mit $a = h_1 - h_2 = 0,20$ m und $b = 0,2$ m, ferner ist $h_1 = 0,50$ m und $h_2 = 0,30$ m.

Lösung. Es ist $Q = \frac{2}{3} \mu \cdot b \cdot \sqrt{2g} (h_1^{3/2} - h_2^{3/2})$. Da der Abstand des Wasserspiegels von der Oberkante der Ausflußöffnung $h_2 = 0,30$ m beträgt, ist nach Zahlentafel 2 $\mu = 0,600$, also $\frac{2}{3} \mu = 0,400$. Es ist demnach

$$\begin{aligned} Q &= 0,4 \cdot 0,2 \cdot \sqrt{2g} \cdot (0,50^{3/2} - 0,30^{3/2}) \\ &= 0,08 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81} \cdot (0,354 - 0,164) \\ &= 0,08 \cdot 4,429 \cdot 0,190 \\ &= 0,067 \text{ cbm.} \end{aligned}$$

B. Mittelbare Bestimmung der Wassermenge.

Nach der allgemeinen Formel zur Berechnung der Abflußmenge (s. S. 233)

$$Q = F \cdot v$$

wird der wasserführende Querschnitt F stets durch Messung bestimmt, während die Geschwindigkeit v gleichfalls durch unmittelbare Beobachtung gewonnen oder aber nach Erfahrungssätzen abgeleitet wird.

1. Ermittlung der Querschnittsfläche.

Ein unregelmäßig gestaltetes Flußbett wird durch Einwägung oder Peilung gemäß den Ausführungen auf Seite 95 usw. aufgenommen. Die Berechnung von F erfolgt rasch auf grund des gezeichneten Querschnittes mit Hilfe eines Flächenmessers (I. Teil, S. 195) oder einer Harfe (I. Teil, S. 201). Anderenfalls

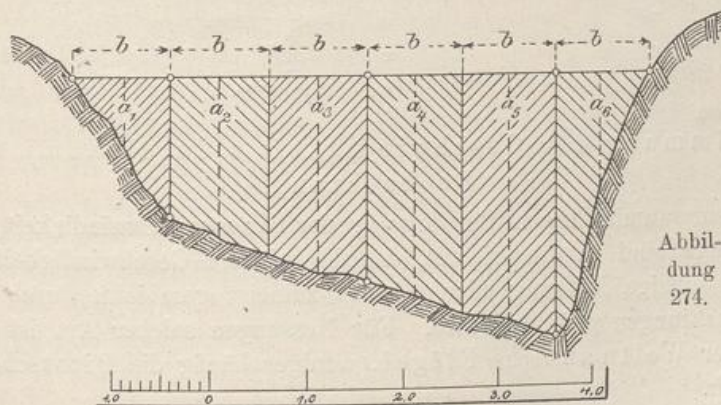


Abbildung
274.

kann der wasserführende Querschnitt in eine Anzahl Trapeze von gleicher Breite b zerlegt (Abbil. 274) und deren Inhalt aus den mittleren Wassertiefen $a_1, a_2 \dots$

und der Breite b abgeleitet werden. Bei der Verwendung von Millimeterpapier wird durch das farbige Netz in einfachster Weise ein Querschnitt in gleichbreite Flächenstreifen zerlegt.

Nach Abbildung 274 ist

$$F = a_1 \cdot b + a_2 \cdot b + a_3 \cdot b + a_4 \cdot b + a_5 \cdot b + a_6 \cdot b \\ = b(a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6).$$

Die Längen der mittleren Tiefen sind mit Zirkel und Maßstab (I. Teil, S. 127) ermittelt; man erhält, wenn $b = 1,0$ m ist:

$$F = 1,0(0,70 + 1,63 + 2,00 + 2,23 + 2,52 + 1,20) \\ = 10,28 \text{ qm.}$$

Regelmäßige, meist trapezförmig gestaltete Querschnitte, die bei Neuanlagen Verwendung finden und auch bei gut unterhaltenen Wasserläufen vorkommen, lassen sich nach einer allgemein üblichen Formel berechnen. Wenn unter $1:x$ das Böschungsverhältnis, unter t die Wassertiefe und unter s die Sohlenbreite (Abbil. 275) verstanden wird, ist die Querschnittsfläche

$$F = (x \cdot t + s) \cdot t.$$

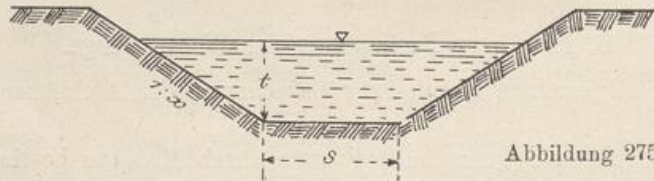


Abbildung 275.

Beispiel. Die Sohlenbreite eines Wasserlaufes sei $s = 0,5$, die Wassertiefe $1,0$ m und das Böschungsverhältnis $1:0,5$ oder $1:1$, $1:1\frac{1}{2}$, $1:2$, $1:3$, $1:4$ und $1:5$, sonach $x = 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 3,0, 4,0$ bzw. $5,0$, so ist

bei $x = 0,5$ m	der wasserführende Querschnitt	$F = (0,5 \cdot 1,0 + 0,5) \cdot 1,0 = 1,0$ qm
„ $x = 1,0$ m	„ „ „	$F = (1,0 \cdot 1,0 + 0,5) \cdot 1,0 = 1,5$ „
„ $x = 1,5$ m	„ „ „	$F = (1,5 \cdot 1,0 + 0,5) \cdot 1,0 = 2,0$ „
„ $x = 2,0$ m	„ „ „	$F = (2,0 \cdot 1,0 + 0,5) \cdot 1,0 = 2,5$ „
„ $x = 3,0$ m	„ „ „	$F = (3,0 \cdot 1,0 + 0,5) \cdot 1,0 = 3,5$ „
„ $x = 4,0$ m	„ „ „	$F = (4,0 \cdot 1,0 + 0,5) \cdot 1,0 = 4,5$ „
„ $x = 5,0$ m	„ „ „	$F = (5,0 \cdot 1,0 + 0,5) \cdot 1,0 = 5,5$ „

2. Bestimmung der Geschwindigkeit v durch unmittelbare Beobachtung.

Die zur unmittelbaren Bestimmung der Wassergeschwindigkeit dienenden Meßwerkzeuge sind so eingerichtet, daß die mittlere Geschwindigkeit entweder durch eine einzige Messung oder, wie es zumeist geschieht, durch zahlreiche Einzelbeobachtungen gefunden wird. Für Messungen solcher Art ist in großem Umfange der Woltmannsche Flügel, weniger häufig die Pitotsche*) Röhre gebräuchlich.

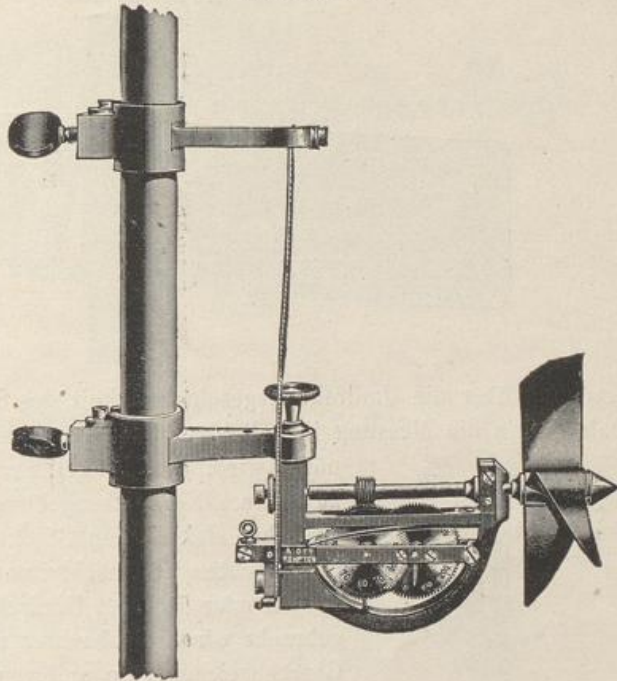
*) Siehe: Bd. I „Der Wasserbau“, I. Teil, S. 74 oder Bd. VIII „Die Bodenmelioration“, I. Teil, S. 127.

a) Flügel nach Woltmann.

α) Einrichtung.

In einem Rahmen (Abbil. 276) ist auf einer wagerecht gelagerten, leicht drehbaren Achse ein Schaufelrad mit schraubenförmig gekrümmten Flächen befestigt, das durch das fließende Wasser in Umdrehungen versetzt wird. Letztere werden mittels einer auf einer Achse angebrachten Schnecke auf ein Zählwerk übertragen und hier abgelesen. Aus der Anzahl der Umdrehungen läßt sich die Größe der Wassergeschwindigkeit feststellen. Der Flügel wird an einer lotrecht gestellten Stange unter Wasser gebracht, wobei das Schaufelrad der Strömung entgegengehalten wird. Mit Hilfe einer Schnur kann das Zählwerk in und außer Tätigkeit gesetzt werden.

Abbildung 276.



Bei der Ausführung einer Messung wird der Flügel nach Ablesung des Zählwerkes in die gewünschte Tiefe des Flußlaufes gestellt und das Zählwerk, sobald das Schaufelrad eine der Wassergeschwindigkeit entsprechende gleichmäßige Bewegung angenommen hat, durch Hochziehen der Schnur eingerückt. Die Zeitdauer der Messung wird an einer gewöhnlichen Taschenuhr festgestellt oder besser an einem Zeitmesser nach Abbil. 277. Hier werden durch einen Druck auf die Krone zwei Zeiger in Gang gesetzt, von denen der größere Fünftel-Sekunden, der kleine Minuten angibt; ein zweiter Druck bringt beide Zeiger zum Stehen, ein dritter führt sie auf Null zurück.

Abbildung 277.



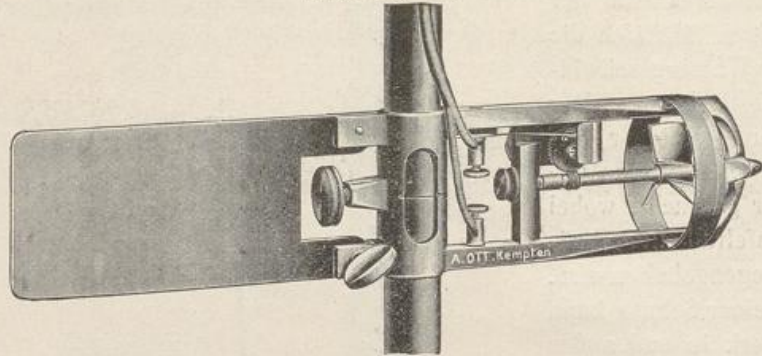
Sobald die Messung beendet ist, wird das Zählwerk durch Nachlassen der Schnur ausgerückt, der Flügel aus dem Wasser gehoben und der neue Stand des Zählers ermittelt.

Bei der vorbeschriebenen einfachen Vorrichtung gestaltet sich das Meßverfahren ziemlich zeitraubend und wird in großen Wassertiefen sehr schwierig und umständlich. Die Verwendung sol-

cher „Taschenflügel“, die, wie auch die weiter beschriebenen Flügel, von den bekannten Fein-Werkstätten A. Ott in Kempten-Bayern in hervorragender Güte geliefert werden, bleibt daher auf kleine Gewässer beschränkt und auch da, wenn die Wassergeschwindigkeit den Betrag von 0,10 m/sek nicht unterschreitet.

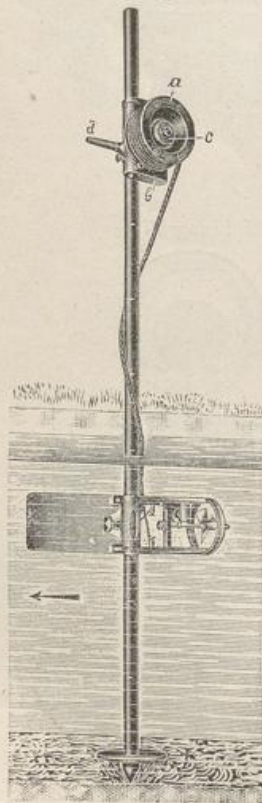
In der Regel sind die Flügel mit elektrischer Zeichengebung versehen, die gemeinsam mit der Stromquelle beim Beobachter aufgestellt ist und ohne Unter-

Abbildung 278.



brechung über die Umdrehungsgeschwindigkeit des Schaufelrades Aufschluß gibt. Dabei kann die Messung in beliebiger Tiefe vorgenommen werden, ohne daß es

Abbildung 279.



nötig wird, den Flügel zur Ablesung aus dem Wasser zu heben. Die Zeichengebung erfolgt gewöhnlich an einer einfachen elektrischen Glocke, die mittels einer am Flügel angebrachten Stromschlußvorrichtung nach jeder 25sten, 50sten oder 100sten Umdrehung des Flügels zum Tönen gebracht wird. Beobachtet man die Zeit, die von einem Glockenzeichen zum anderen verstreicht, so wird hieraus die Anzahl der Umdrehungen in 1 Sekunde, ferner auch die Wassergeschwindigkeit, wie später noch anzugeben ist, berechnet.

Für größere Arbeiten haben die genannten Werkstätten A. Ott-Kempten besondere Meßausrüstungen geschaffen, bei denen auf elektrischem Wege die erforderlichen Beobachtungen selbsttätig erfolgen und auf ein Papierband übertragen werden. Ueber diese Vorrichtungen soll hier nicht berichtet werden; es sei vielmehr auf die Mitteilungen von A. Ott: *Moderne Instrumente der Hydrometrie*, Kempten 1913, verwiesen.

Einen elektrischen Flügel kleiner Abmessung zeigen die Abbildungen 278 und 279. Der Flügel gleitet an der mit einer Teilung versehenen Stange, an die er festgeklemmt werden kann, und ist mit einem Steuerrade verbunden, um die stets einzuhaltende Stellung des Schaufelrades winkelrecht zum Durchflußquerschnitt zu unterstützen. Vom Rahmen des Flügels geht

eine Leitungsschnur zu einer kleinen Trommel a (Abbil. 279), die auf einem Metallgehäuse b sitzt und zum Aufwickeln der Leitungsschnur dient. Im Ge-

Abbildung 280.

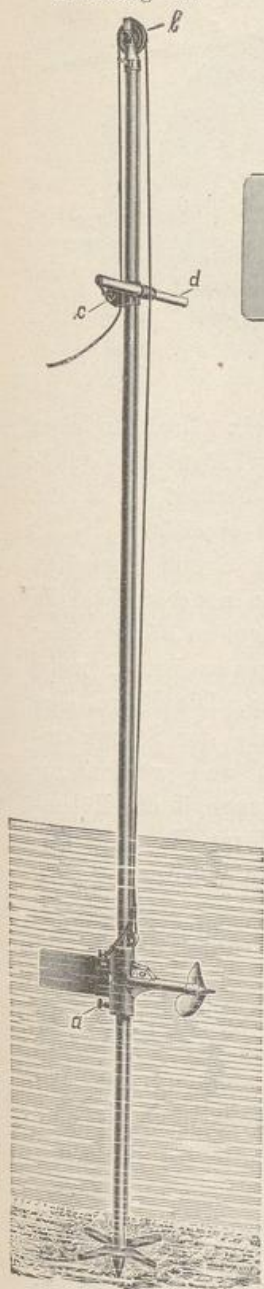
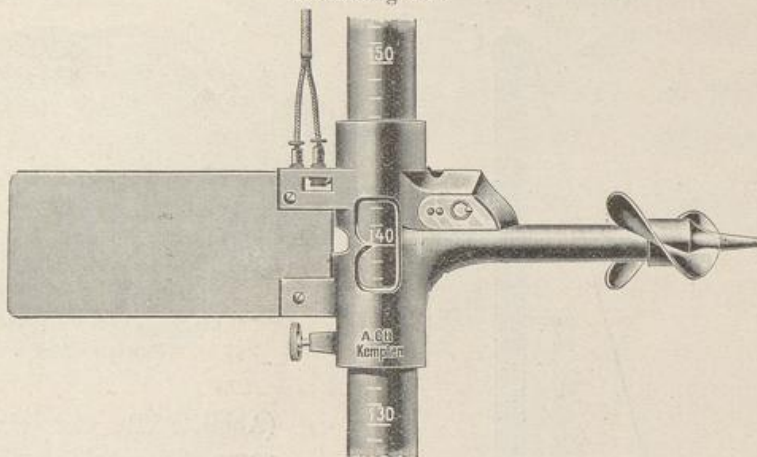


Abbildung 281.



häuse b sitzt ein Trockenelement; c ist eine kleine elektrische Glocke, während d ein kurzer Hebel ist, der die richtige Stellung des Flügels unter Wasser anzeigt.

Beim Gebrauch wird der Flügel an bestimmter Stelle der Stange festgeklemmt, die eine Grundscheibe (Abbil. 279) gegen Versinken im weichen Boden trägt. Sind fortlaufende Beobachtungen auszuführen, so muß die Stange jedesmal zwecks Einstellung des Flügels in neuer Höhenlage aus dem Wasser gehoben werden. Dies läßt sich vermeiden bei den größeren und daher genügend schweren Flügeln, die meist lose auf die Stange gesteckt und mittels eines über das obere Ende laufenden Seiles gehoben und gesenkt werden. Eine Vorrichtung solcher Art ist in der Abbil. 280 zu sehen, zu der im größeren Maßstabe der Flügel nach Abbildung 281 gehört.

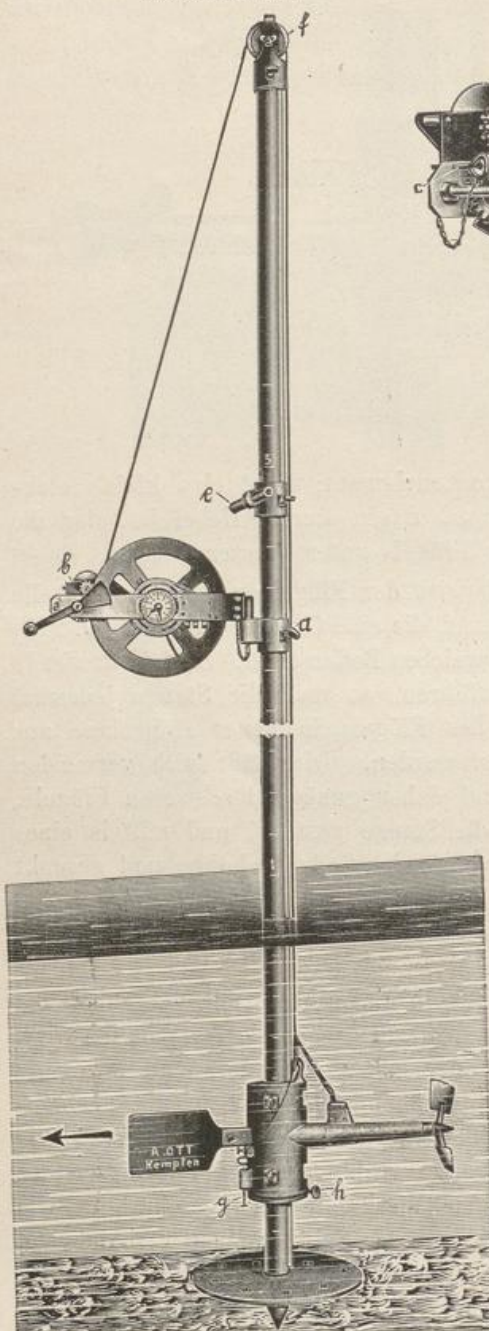
Der Flügel hängt an einem Drahtseil, das über die Rolle b läuft und durch die Seilklemme c festgehalten wird. An der Teilung der Stange läßt sich die lotrechte Bewegung des Flügels, der im übrigen mittels der Schraube a eingestellt werden kann, ablesen. Um eine Drehung des Flügels auf der runden Stange zu verhindern, ist auf dieser der ganzen Länge nach eine Vierkante angebracht. Die Stange wird an einem mit der Seilklemme c verbundenen, etwa 0,5 m langen Richthebel d gehalten, mit dem zugleich

die Stellung des Flügels in der Stromrichtung (s. o.) überwacht wird.

Schwerere Flügelnstrumente sind mit der Seilklemme nicht leicht zu handhaben, weshalb in solchen Fällen besondere Aufwindtrommeln verwendet werden, siehe die Abbildungen 282 und 283. Die Trommeln zeigen an der Seite

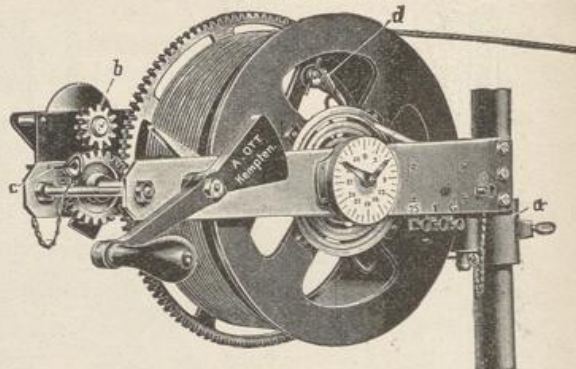
ein Zifferblatt, an dem die Tauchtiefe des Flügels auf Zentimeter genau abgelesen werden kann. Eine bemerkenswerte Vorkehrung ist hier ein Grundtaster g

Abbildung 282.



sie leicht gehoben oder gesenkt wird. Die Flügelstangen sind auf ihrer ganzen Länge von Zentimeter zu Zentimeter durchbohrt und mit einer Bezifferung ver-

Abbildung 283.



(Abbil. 282), der ein Glockenzeichen veranlaßt, sobald der Flügel die Grundscheibe der Stange berührt, d. h. die Sohle des Flußlaufes erreicht.

Neben den auf Grund gestellten Flügelstangen hat in neuerer Zeit die Verwendung der Flügel an hängender Stange nach Dr. Epper immer mehr Verbreitung gefunden. Die Flügel sind an dem unteren Ende der Stange unverrückbar befestigt und werden zur Messung samt der Stange in der Höhenlage verschoben. Hierzu dienen besondere Stangenhalter, die in zwei Arten, als „Halter mit Hebelsprung“ und als „Halter mit Windwerk“ hergestellt werden.

Bei der ersteren Einrichtung (Abbildung 284) besteht der Halter aus einem die Stange mantelförmig umschließenden, etwas länglichen Gehäuse mit einem Klappdeckel a, der durch einen einzigen Zug an einem Riegel b geöffnet und geschlossen werden kann. In diesem Gehäuse wird die Stange in beliebiger Höhenlage selbsttätig festgehalten durch einen Kniehebel c, bei dessen Niederdrücken mit der Fußspitze

sehen, deren Nullpunkt am oberen Ende der Stange liegt. Der Lochreihe in der Flügelstange entspricht an dem Haltergehäuse ein gleichlaufender, je nach der Größe des Halters 25 cm, 40 oder 60 cm langer Schlitz, neben dem die entsprechende Teilung und eine Bezifferung aufgetragen ist. Zur Lotrechtstellung der Stange ist am Halter eine Dosenwage (I. Teil, S. 82) befestigt.

Das Ganze ruht auf einem kräftigen Brett, das beim Gebrauche mit einem entsprechend großen Stein beschwert und entlang eines wagerecht angeordneten Steges an die Meßstelle geschoben wird.

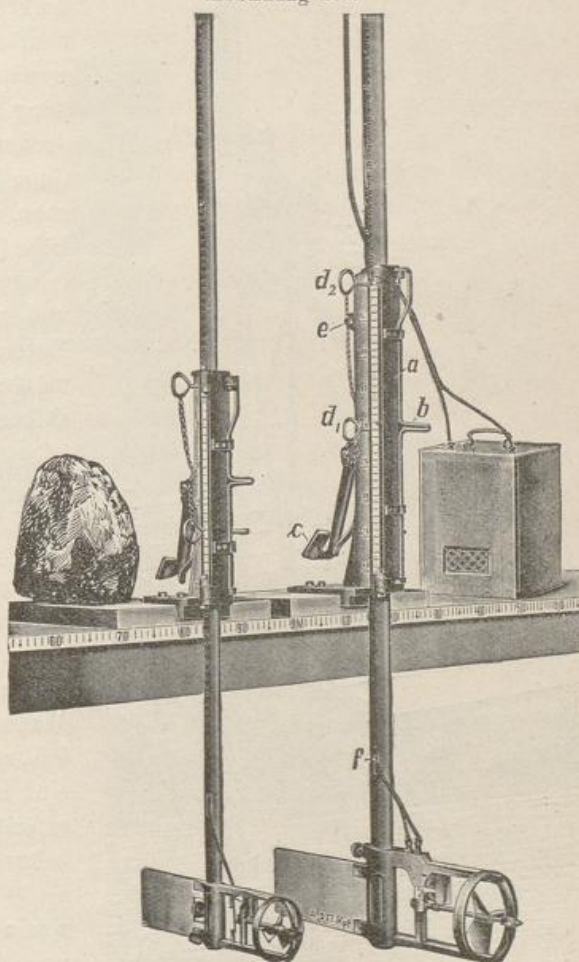
Ein Halter mit Windwerk wird gemäß der Abbildung 285 ausgeführt. Er besteht aus einem sehr standhaften, zusammenlegbaren Stabgestell BCD,

dessen abnehmbarer Kopf A mit einer Winde versehen ist. Die Flügelstange, die hier, wie meist bei allen größeren Flügeln, einen spitzeiförmigen Querschnitt zeigt, ist mit einer Zentimeter-Teilung und passender Bezifferung versehen und hat in Abständen von je 5 cm Querlöcher erhalten. Sie wird mittels der beiden Riegel r in zwei lotrecht übereinander liegende Führungen des Gestelles gedrückt und durch die Klemmbacken M und M₁ oder, wenn nötig, durch Stifte in ihrer Höhenlage gehalten. Mit der oberen Klemmbacke M₁ ist ein in gleicher Weise geteiltes dünnes Stahlrohr von 2,5 m Länge fest verbunden, das parallel der Flügelstange durch Führungen am Halter hindurch abwärts geht und mit seinem unteren Ende an dem von der schmalen Windentrommel herabhängenden Drahtseile befestigt ist. Mit Hilfe der Kurbel K läßt sich bei gelöster unterer Klemmbacke M die Flügelstange nach Belieben verschieben, wobei eine Kurbeldrehung genau 20 cm entspricht.

Bei größeren Wassertiefen und starker Spannung wird das untere Ende der Stange durch Spannseile versichert, die in Oesen der Hülse H (Abbil. 285)

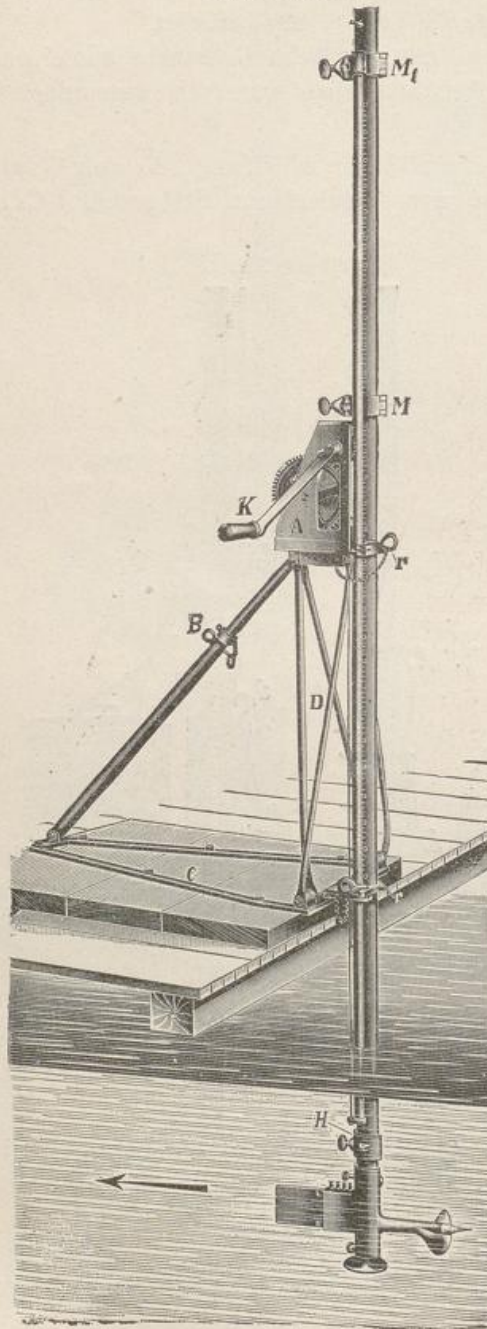
Schewior, Das Feldmessen II.

Abbildung 284.



eingehängt werden. Die mit der zuletzt beschriebenen Einrichtung versehenen Flügel haben einen großen elektrischen Grundtaster G (Abbil. 286) erhalten, um das Aufstoßen des Flügels auf der Sohle des Flußlaufes sofort anzuzeigen.

Abbildung 285.



β) Eichung.

Die Beziehung der sekundlichen Flügelumdrehungen zur Wassergeschwindigkeit wird durch Gleichungen angegeben, deren Form durch eingehende Versuche festgestellt ist. Wenn die Flügelschaufeln vollkommen schraubenförmig gekrümmt wären und die Bewegung der Flügelachse ohne jede Reibung erfolgte, dann würde jede Umdrehung einem Wasserwege gleich der Ganghöhe des Schaufelrades entsprechen. Wäre k das Maß für die Ganghöhe (in Metern), n die Zahl der Schaufelumdrehungen (in einer Sekunde) und v die Wassergeschwindigkeit (in Metern für 1 Sekunde = m/sek), dann müßte die allgemeine Gleichung bestehen:

$$v = k \cdot n.$$

Selbst bei sorgfältigster Ausführung bleiben gewisse kleine Fehler und geringe Reibungen bestehen, die zusammen eine Verzögerung in dem Umlaufe des Schaufelrades hervorrufen. Der Einfluß macht sich aber in der Regel nur bei sehr geringen Wassergeschwindigkeiten, etwa unter 0,5 m/sek geltend, so daß für diese eine Erweiterung der obigen Gleichung erforderlich wird. Die hierfür meist bekannte Formel heißt:

$$v = a \cdot n + \sqrt{b n^2 + c},$$

worin a , b und c Festwerte sind, die von der Ganghöhe des Schaufelrades, von der Bauart des Flügels und von den auftretenden Reibungswiderständen abhängen.

Beim Ankauf eines Flügels werden von den Werkstätten, unter denen diejenigen von A. Ott in Kempten-Bayern als erste gelten, die beiden Gleichungen

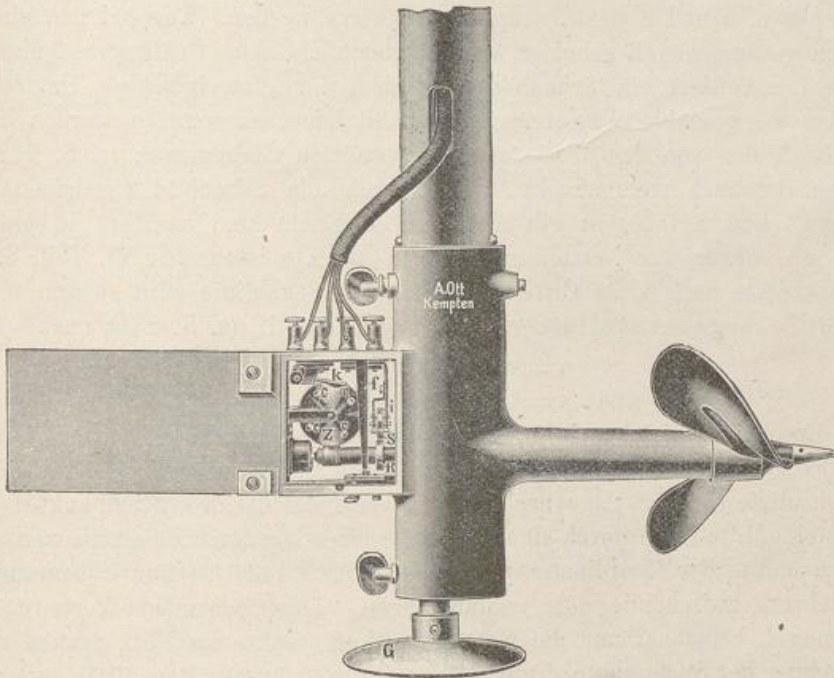
mit den genannten Festwerten, die nach einem Musterflügel in einwandfreier Weise festgestellt werden, bekannt gegeben. Dabei wird gleichzeitig mitgeteilt, von welcher Umdrehungszahl ab die einfachere Form in Betracht kommt. So besagen z. B. die Angaben:

$$\text{I. } n < 1,9; v = 0,212 n + \sqrt{0,0036 n^2 + 0,0012}$$

$$\text{II. } n > 1,9; v = 0,275 n,$$

daß bei einer Umdrehungszahl n kleiner als 1,9 die Gleichung I. Gültigkeit hat, in der a , b , c die Beträge 0,212 bzw. 0,0036 bzw. 0,0012 erhalten haben, während die Gleichung II. für n größer als 1,9 nach $v = 0,275 \cdot n$, also mit $k = 0,275$, zur Anwendung gelangt. An der Uebergangsstelle $n = 1,9$ liefern beide Gleichungen selbstverständlich das gleiche Ergebnis.

Abbildung 286.



In gewissen Fällen, beispielsweise bei der Abfassung von Gutachten in Streitfällen, oder bei der Uebergabe oder Abnahme von Kraftanlagen, Turbinenwerken usw. (s. a. u.), wird es stets angezeigt sein, eine amtliche Nachprüfung der Gleichungen durch die zuständige Stelle vornehmen zu lassen. Für eine solche „Eichung“ kommen in Deutschland vor allem die „Kgl. Versuchsanstalt*) für Wasserbau und Schiffbau“ in Berlin, Schleuseninsel im

*) Die Anstalt ist das ganze Jahr über geöffnet, doch wird in größeren Zwischenräumen die Fahrinne der Anstalt ausschließlich für Untersuchungen des Schiffbaues benutzt, so daß zu diesen Zeiten Flügeleichungen nicht ausgeführt werden können. Die Gebühr für die Eichung eines Schaufelrades beträgt 50,00 Mark, außerdem 3,00 Mark an Stempelabgaben für das Prüfungszeugnis.

Tiergarten, und die „Hydrometrische Prüfungsanstalt*) der Kgl. Technischen Hochschule“ in München in Betracht. Die Eichung erfolgt gewöhnlich durch „Fahrten“ in stillstehendem Wasser, durch Schleppversuche, und wird von der Prüfungsanstalt in München in der allgemein gehaltenen Gleichung

$$v = k(1 - \beta) \cdot n + \sqrt{(k \cdot \beta)^2 \cdot n^2 + v_0^2}$$

zum Ausdruck gebracht. Auch hier sind k , β und v_0 bei der Prüfung ermittelte Festwerte.

Die Kgl. Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin gibt in dem Prüfungszeugnisse zwei Gleichungen (s. o.) an, die folgende Form haben:

$$\text{I. } v = a + b \cdot n + c \cdot n^2$$

$$\text{II. } v = a + b \cdot n,$$

wobei sowohl für I., wie für II. entsprechend der Umdrehungsanzahl n besondere Werte für a , b und c bzw. a und b beigelegt werden. Die bei den einzelnen Fahrten gewonnenen Ergebnisse werden gleichfalls dem Prüfungszeugnisse beigegeben, außerdem ein Schaubild, aus dem für eine beliebige Umdrehungsanzahl n die gesuchte Wassergeschwindigkeit leicht entnommen werden kann.

Nach den von den Werkstätten mitgeteilten Gleichungen (s. S. 242) wird für den Gebrauch stets zweckmäßig ebenfalls ein Schaubild gezeichnet. Man benutzt hierzu am besten ein farbiges Liniennetz und beziffert in passender Weise die wagerechte Netzteilung nach n als Abscissenachse (I. Teil, S. 140), die senkrechte nach v als Ordinatenachse. Die Schaulinie wird sodann zunächst für die Uebergangsstelle der Gleichung I. und II. (s. S. 243) nach

$$v = a \cdot n + \sqrt{b \cdot n^2 + c}$$

$$\text{und } v = k \cdot n,$$

deren Ergebnisse gleich sein müssen, eingerechnet und durch einen Nadelstich kenntlich gemacht. Hierauf bestimmt man noch für das Ende und etwa die Mitte der Schaulinie die Punktlage nach II. und verbindet die drei Stichpunkte: Uebergangsstelle-Mitte-Ende durch eine Linie, die eine Gerade ist. Sodann werden vom Anfangspunkte des Koordinatensystems (I. Teil, S. 140) bis zur Uebergangsstelle für mehrere zwischenliegende n nunmehr die entsprechenden Werte nach der Gleichung I. berechnet und die Geschwindigkeitspunkte im Netz gestochen. Die Verbindung der Stichpunkte ergibt eine sanft gekrümmte Bogenlinie, die an der Uebergangsstelle in die frühere gerade Schaulinie übergeht.

Für die einfache Berechnung des Wurzel Ausdruckes wird von den Werkstätten A. Ott den Gleichungen eine Zahlentafel (s. S. 245 unten) beigelegt, durch die die Rechnung sehr erleichtert wird.

Beispiel. Für die auf Seite 243 angegebenen Flügelgleichungen

$$\text{I. } n < 1,9; v = 0,212 n + \sqrt{0,0036 n^2 + 0,0012}$$

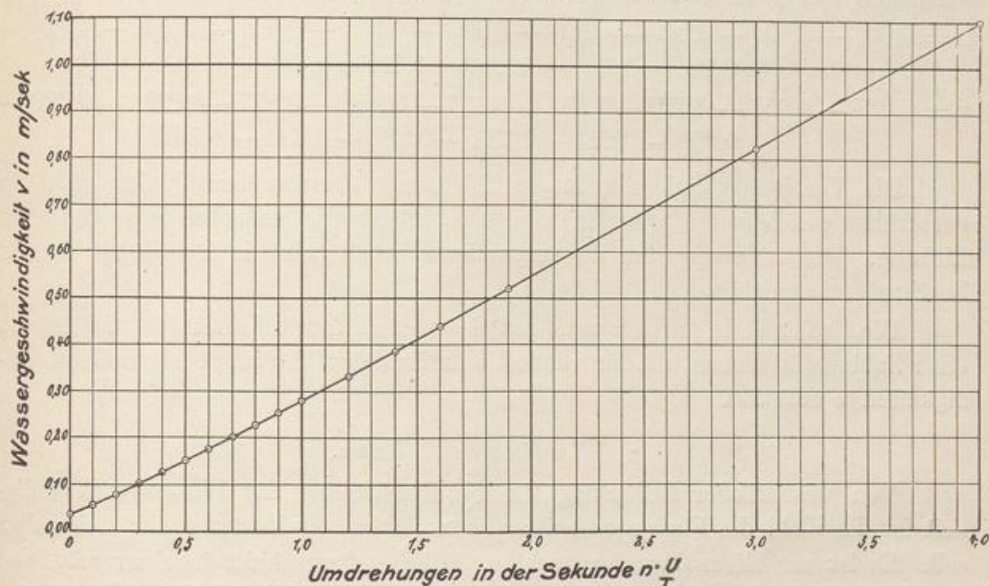
$$\text{II. } n > 1,9; v = 0,275 n$$

ist das Schaubild der Eichung zu zeichnen.

*) Die Anstalt ist während des ganzen Jahres mit Ausnahme der Zeit von Anfang August bis Mitte Oktober geöffnet. Die Kosten der Eichung einer Schaufel betragen 50,00 Mark mit Einschluß des Prüfungszeugnisses.

Das in Abbildung 287 dargestellte Netz ist wagerecht nach n , senkrecht nach v — mit dem Nullpunkte links — beziffert.

Abbildung 287.
Schaubild der Eichung
für den Flügel Nr. 3458 von A. Ott-Kempton.



Die Punktlage der Schaulinie an der Uebergangsstelle ist die gleiche; für $n = 1,9$ erhält man nach:

$$\begin{aligned} \text{Gl. I. } v &= 0,212 n + \sqrt{0,0036 n^2 + 0,0012} \\ &= 0,212 \cdot 1,9 + \sqrt{0,0036 \cdot 1,9^2 + 0,0012} \\ &= 0,403 + 0,119 \\ &= 0,522 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gl. II. } v &= 0,275 \cdot n \\ &= 0,275 \cdot 1,9 \\ &= 0,522 \text{ m.} \end{aligned}$$

Der Wurzel Ausdruck wird der nachstehenden Zahlentafel für 1,9 entnommen.

n	0	5	n	0	5
0,0	0,035	0,035	1,0	0,069	0,072
0,1	0,035	0,036	1,1	0,075	0,077
0,2	0,037	0,038	1,2	0,080	0,083
0,3	0,039	0,040	1,3	0,085	0,088
0,4	0,042	0,044	1,4	0,091	0,094
0,5	0,046	0,048	1,5	0,096	0,099
0,6	0,050	0,052	1,6	0,102	0,105
0,7	0,054	0,057	1,7	0,108	0,111
0,8	0,059	0,062	1,8	0,113	0,116
0,9	0,064	0,067	1,9	0,119	0,122
1,0	0,069	0,072	2,0	0,125	0,128

Für den weiteren Verlauf der Schaulinie, die hier nur bis $n = 4,0$ gezeichnet werden soll, werden zu $n = 3,0$ und $n = 4,0$ die Geschwindigkeiten ermittelt, die sich ergeben zu

$$v_3 = 0,275 \cdot 3,0 \quad \text{und} \quad v_4 = 0,275 \cdot 4,0 \\ = 0,825 \text{ m.} \quad \quad \quad = 1,100 \text{ m.}$$

Die Geschwindigkeitspunkte werden in das Netz eingetragen und verbunden. Mit Hilfe der vorstehenden Zahlentafel werden sodann die Werte der Gleichung I. berechnet, und zwar ist für:

$$n = 0,00 \quad - 0,10 \quad - 0,20 \quad - 0,30 \quad - 0,40 \quad - 0,50 \quad - 0,60 \quad - 0,70 \quad - 0,80 \quad - \\ \quad \quad \quad 0,90 \quad - 1,00 \quad - 1,20 \quad - 1,40 \quad - 1,60 \quad - 1,90 \\ v = 0,035 \quad - 0,056 \quad - 0,079 \quad - 0,103 \quad - 0,127 \quad - 0,152 \quad - 0,177 \quad - 0,202 \quad - 0,229 \quad - \\ \quad \quad \quad 0,255 \quad - 0,281 \quad - 0,334 \quad - 0,388 \quad - 0,441 \quad - 0,522.$$

Die Verbindungslinie der in die Zeichnung übertragenen Punkte gibt mit der früher gezeichneten Geraden von $n = 1,9$ ab die gesuchte Schaulinie der Eichung. Die Ablesung der Wassergeschwindigkeit wird in der Regel bis auf Zentimeter ausreichen.

Die Zahlenwerte (siehe vorstehend) können auch mit Vorteil der Aufstellung einer Zahlentafel dienen, die für runde Umlaufzahlen n die zugehörigen Geschwindigkeiten v aufweist.

γ) Das Meßverfahren.

Von wesentlicher Bedeutung für die Ermittlung der Wassergeschwindigkeit ist die Wahl des Flußquerschnittes, in welchem die Messung vor sich gehen soll. Es ist vor allem darauf zu achten, daß der Querschnitt in einer möglichst regelmäßigen, nahezu geraden, von Stauwirkungen unbeeinflussten Flußstrecke liegt, die von Einbauten, Inseln und Pflanzenwuchs frei ist, bei allen Wasserständen dieselbe Querschnittsform zeigt und dieselbe Lage des Stromstrichs („Der Wasserbau“, Bd. I, S. 46) hat und eine möglichst unveränderliche Sohle sowie ein gleichmäßiges Gefälle aufweist. Die Messungen sind stets mit großer Sorgfalt auszuführen; das gilt nicht allein für die Bestimmung der Wassergeschwindigkeit, sondern insbesondere auch für die Aufnahme der Querschnittsfläche des Flußlaufes, über die schon Seite 95 und 99 das Erforderliche mitgeteilt ist.

Je nach der Genauigkeit, die man der in Betracht kommenden Arbeit zugrunde zu legen hat, ist das einzuschlagende Verfahren mehr oder minder einfach.

1. Punktmessung. Das beste Ergebnis erzielt man durch Feststellung der an einzelnen Stellen des Flußquerschnittes herrschenden Wassergeschwindigkeit, indem man in nicht weit voneinander abstehenden Lotrechten 1, 2, 3 (Abbil. 288) dicht über der Fußsohle, in zwei oder mehr Punkten zwischen Sohle und Wasserspiegel, sodann schließlich nahe unter diesem je eine Geschwindigkeitsmessung vornimmt. Bei der Auswahl der Meß-Lotrechten ist auf die Gestaltung des Flußbettes Rücksicht zu nehmen; man verlege sie in die Brechpunkte der Ufer und der Sohle (Abbil. 288), stets eine von ihnen aber in den Stromstrich. Es ist daher angebracht, den Querschnitt, wenn auch vielleicht nur roh, vorher aufzunehmen und aufzutragen, um hiernach die Lage der Lotrechten einzurichten. In keinem Falle sollte planlos vorgegangen werden.

Gleichzeitig mit den Geschwindigkeitsmessungen erfolgt in der Regel die genaue Aufnahme des wasserführenden Querschnittes, die sich beide sehr einfach vollziehen, wenn von einem Messungssteg*) (s. a. S. 97) die Arbeiten geleitet werden können. Längs eines gespannten Meßbandes oder einer Peilleine (s. S. 98) werden die Flügelbeobachtungen in den ausgewählten Lotrechten vorgenommen. In der Regel wird an der Sohle begonnen, nur wenn hier starker Sandtrieb herrscht, wird dicht unter der Wasseroberfläche angefangen und nach unten zu gearbeitet. Die Meßpunkte einer Lotrechten sollen um nicht weniger als den

Abbildung 288.

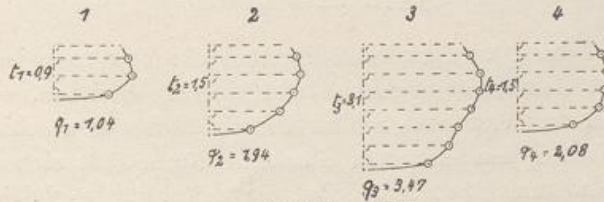
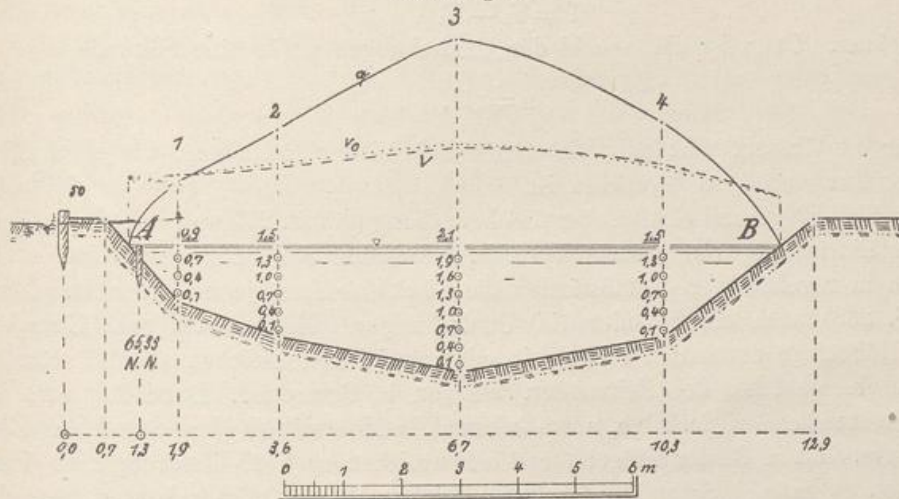


Abbildung 289.

Durchmesser des Schaufelrades, dagegen um nicht mehr als etwa 1 m, im Mittel also um etwa 0,5 bis 0,6 m abstehen.

Der Flügel wird auf der Stange in gewünschter Höhenlage winkelrecht zum wasserführenden Querschnitt gehalten und, wenn es sich um die einfache Einrichtung nach Abbil. 276 handelt, für jeden Meßpunkt zur Entnahme der Umdrehungen aus dem Wasser gehoben. Die Messung soll in jedem Punkte bei ruhiger Strömung wenigstens 1 Minute, bei unruhigem Wasser hingegen 3 bis 5 Minuten dauern. Hierbei wird beim Anziehen der Schnur (s. S. 237) durch einen Druck auf die Krone der Zeitmesser H (Abbil. 277) in Gang gebracht,

*) Ueber schwierigeren Aufnahmen siehe: „Der Wasserbau“ von S. Deutsch, Bd. I des Handbuches des Bauingenieurs, S. 44.

nach Verlauf der obigen Zeit durch Nachlassen der Schnur der Flügel und durch einen zweiten Druck auf die Krone der Zeitmesser außer Tätigkeit gesetzt, worauf die Zahl der Umdrehungen U und die Zeitdauer T (in Sekunden) bestimmt wird. War die Ablesung vor dem Eintauchen des Flügels ins Wasser U_1 , nach der Messung U_2 , so beträgt die Zahl der Umdrehungen:

$$U = U_2 - U_1.$$

Die Zeitdauer T wird am Zeitmesser (Abbil. 277) sofort abgelesen; bei Benutzung einer gewöhnlichen Taschenuhr wird aus T_1 und T_2 der Ablesung beim Anziehen bzw. Nachlassen der Schnur

$$T = T_2 - T_1$$

berechnet. Dann ist die Anzahl der Umdrehungen n für eine Sekunde

$$n = \frac{U}{T},$$

wofür die Wassergeschwindigkeit v entsprechend der Erfahrung, wie oben näher ausgeführt wurde, zu berechnen ist.

Sind Flügel mit elektrischer Glockengebung (Abbil. 279 und weiter) versehen, einer Einrichtung von großem Vorteile, wie schon Seite 238 gesagt ist, so ertönen in regelmäßigen Zeitabständen die Glockenzeichen, je nach der Anordnung (s. S. 238) nach 25, 50 oder 100 Umdrehungen. Man wartet nach Einnahme der Höhenlage durch den Flügel ein oder zwei Glockenzeichen ab und setzt am Ende eines solchen den Zeitmesser, wie vor, in Bewegung. Dann läßt man das Glockenzeichen wiederholen, etwa viermal, und ermittelt den Stand des Zeitmessers. Ist z. B. der Flügel für Glockenzeichen nach 25 Umdrehungen eingerichtet, so hat das Schaufelrad bei vier Zeichen $U = 100$ Umdrehungen gemacht; die dazu gebrauchte Zeit sei T Sekunden, dann ist die Umdrehungszahl

$$n = \frac{100}{T}.$$

Bei einiger Uebung wird zweckmäßig auch die Zeit nach jedem einzelnen Glockenschlage am Zeitmesser abgelesen und niedergeschrieben, ohne den Zeitmesser abzustellen, was erst zum Schluß der Beobachtung geschieht. Aus den Zeitabständen zwischen den einzelnen Glockenschlägen läßt sich ein Aufschluß über die Wasserbewegung gewinnen. Sind die Zeitabstände gleich, so hat man es mit einer gleichmäßigen Wassergeschwindigkeit zu tun, und man kann sich mit einer Beobachtung von etwa einer Minute begnügen. Im anderen Falle ist, was oft eintritt, die Wassergeschwindigkeit unregelmäßig, und die Messung muß auf eine längere Zeit, 3 bis 5 Minuten, ausgedehnt werden, um einen möglichst genauen Mittelwert zu erhalten.

Die letztbeschriebene Beobachtung bietet auch den Vorteil, daß Störungen im Gange der Flügel leicht erkannt werden. Erfolgen die Glockenzeichen in stark verschiedenen Zeitabständen, so zeigt entweder das Schaufelrad oder die elektrische Leitung Mängel. Man hebt den Flügel aus dem Wasser und untersucht, ob etwa Gras, Laub, Aeste oder ähnliches den Gang des Flügels beeinträchtigt. Falls dies nicht zutrifft, kann der Fehler nur an der elektrischen Leitung liegen, deren Verbindungen genau nachzusehen sind. Bei längerer Arbeit in sehr kalkhaltigem Wasser wird der Stromübertrag zwischen Feder und Zahn-

rad (Abbil. 278) bisweilen durch eine dünne Kalkschicht unterbrochen, die mit der Messerspitze vorsichtig wegzuschaben ist. Wird ein Nachlassen der Stromquelle wahrgenommen, so ist diese durch eine neue elektrische Zelle (Element) zu ersetzen.

Ist in sehr schmutzigem oder sandigem Wasser gemessen worden, so ist der Flügel nach dem Gebrauch in reinem Wasser auszuspülen, was wohl stets möglich ist.

Was über die sonstige Behandlung, z. B. bezüglich des Oelens und der Reinhaltung, gilt, wird beim Ankauf des Flügels in einer Anweisung von den Werkstätten bekannt gegeben.

Das Messungsergebnis wird für jede Lotrechte in ein entsprechendes Feldbuch niedergeschrieben, in das auch weiter die Wassergeschwindigkeiten eingetragen werden. Während der Messung ist, worauf besonders hingewiesen sei, streng auf eine eintretende Aenderung der Wasserspiegelhöhe zu achten, da die Ermittlungen durch ein Steigen oder Fallen des Wasserspiegels wesentlich beeinflusst werden. Der Wasserstand wird sehr einfach an einem Eichpflock beobachtet, den man in eine Einbuchtung des Ufers schlägt.

Beispiel 1. Für die Ermittlung der abgeführten Wassermenge ist der Querschnittsplan eines Bachlaufes (Abbil. 288) und das nachstehende Feldbuch gegeben.

Die Lotrechten sind nach einer rohen Feststellung (s. S. 246 unten) in die wesentlichen Brechpunkte des Bachbettes gelegt und ihrer Lage nach durch Längenmessung bekanntgegeben. Die Geschwindigkeitsbestimmungen wurden in der Nähe der Sohle und des Wasserspiegels, sonst in Abständen von 30 cm in den Lotrechten vorgenommen. Das Feldbuch enthält für die Meßpunkte jeder Lotrechten die Zahl der Umdrehungen n für eine Sekunde nach $n = \frac{U}{T}$ (s. o.)

Feldbuch zur Wassergeschwindigkeits-Messung.

Siehe Abbildung 288.

Meßpunkt	$n = \frac{U}{T}$	v/sek m	Meßpunkt	$n = \frac{U}{T}$	v/sek m
Lotrechte 1.			Lotrechte 3.		
0,10	2,98	0,82	0,10	4,04	1,11
0,40	4,80	1,32	0,40	5,42	1,49
0,70	4,62	1,27	0,70	6,04	1,66
Lotrechte 2.			1,00	6,84	1,88
0,10	2,55	0,70	1,30	7,31	2,01
0,40	4,40	1,21	1,60	7,35	2,02
0,70	5,24	1,44	1,90	6,73	1,85
1,00	5,68	1,56	Lotrechte 4.		
1,30	5,46	1,50	0,10	3,24	0,88
			0,40	5,13	1,41
			0,70	5,53	1,52
			1,00	5,68	1,56
			1,30	5,34	1,47

und daneben die entsprechende Wassergeschwindigkeit v/sek , die dem Schaubilde Abbil. 287 entnommen ist.

Die Unveränderlichkeit des Wasserspiegels (s. S. 249 Mitte) wurde während der Messung an einem Eichpflock beobachtet; der Wasserspiegel zeigte die gleichbleibende Höhe 65,33 m über N.N. (s. Abbil. 288).

Um die Wassermenge Q abzuleiten, werden die Geschwindigkeiten für jede Lotrechte aufgezeichnet, indem man als Abscissen die Tiefen, als Ordinaten die Geschwindigkeiten in den Meßpunkten annimmt, siehe die Abbild. 289. Werden sodann die Endpunkte der Ordinaten durch eine stetig verlaufende Linie verbunden, die bis zum Sohlenpunkt, nach oben bis zur Wagerechten durch den Wasserspiegelpunkt gezogen wird, so erhält man in jeder Zeichnung den Schnitt desjenigen Wasserkörpers, der in einer Sekunde durch die betreffende Lotrechte fließt. Wird der Inhalt dieser nach $q_1, q_2, q_3 \dots$ berechnet (Planimeter oder Harfe, s. I. Teil, S. 195 bzw. 201) und im Querschnittsplan (Abbil. 288) auf den Lotrechten vom Wasserspiegel aus nach oben abgetragen, werden weiter die Endpunkte dieser Strecken sowie die Berührungspunkte A und B des Wasserspiegels mit dem Ufer durch eine flüssige Linie verbunden, so stellt diese die „Wassermengenlinie“ q dar. Die von ihr und von dem Wasserspiegel AB eingeschlossene Fläche stellt die gesuchte Abflußmenge Q dar. Sie beträgt hier unter Berücksichtigung des Maßstabes

$$Q = 24,01 \text{ cbm.}$$

Die mittlere Wassergeschwindigkeit v im ganzen Querschnitt F des Flußlaufes läßt sich dann nach

$$v = \frac{Q}{F},$$

$$\text{hier zu} \quad v = \frac{24,01}{16,51} = 1,45 \text{ m}$$

bestimmen.

Vielfach wird aber nach dem eben geschilderten Vorgange die „Wassergeschwindigkeitslinie“ v gezeichnet, indem man die $q_1, q_2, q_3 \dots$ (s. o.) durch die bezüglichen Wassertiefen $t_1, t_2, t_3 \dots$ (s. Abbil. 289) teilt und nach

$$v_m = \frac{q}{t},$$

d. h. die mittlere Geschwindigkeit in der Lotrechten erhält, die sich hier nacheinander ergibt zu:

$$v_{m1} = \frac{q_1}{t_1} = \frac{1,04}{0,90} = 1,16 \text{ m}; \quad v_{m3} = \frac{q_3}{t_3} = \frac{3,47}{2,10} = 1,65 \text{ m};$$

$$v_{m2} = \frac{q_2}{t_2} = \frac{1,94}{1,50} = 1,29 \text{ m}; \quad v_{m4} = \frac{q_4}{t_4} = \frac{2,08}{1,50} = 1,38 \text{ m}.$$

Die gefundenen v_m werden auf den zugehörigen Lotrechten, wie oben die q , abgetragen und die Endpunkte dieser Strecken durch eine sich anschmiegende Linie verbunden. Die Lage der Linie in den Lotrechten durch die Berührungspunkte A und B wird durch Verlängerung der nachstehenden „Oberflächengeschwindigkeitslinie“ v_0 über die Lotrechten 1 bzw. 4 gewonnen. Wird die von dieser und dem Wasserspiegel begrenzte Fläche durch die Wasserspiegel-

breite AB geteilt, so erhält man gleichfalls die mittlere Durchflußgeschwindigkeit v , die im vorliegenden Beispiel

$$v = \frac{15,60}{11,20} = 1,39 \text{ m}$$

beträgt und mit der oben berechneten (s. S. 250) $v = 1,45 \text{ m}$ ziemlich gut übereinstimmt. Man erhält durch dieses Verfahren auch eine gewisse Probe für die richtige Ermittlung der Wassermenge Q , die sich nach F und dem eben berechneten v nochmals ergibt, hier zu

$$Q = F \cdot v = 22,95 \text{ cbm},$$

während nach Seite 250 unmittelbar $Q = 24,01 \text{ cbm}$ gewonnen wurde.

Zur Veranschaulichung der Strömungsverhältnisse pflegt man stets die „Oberflächengeschwindigkeitslinie“ v_0 (Abbil. 288) in dem Querschnittsplane darzustellen. Man trägt die Geschwindigkeit des Wasserspiegels v_0 aus den Schnitten der Abbil. 289 auf den Lotrechten ab und zieht, wie oben angegeben, eine Verbindungslinie. Schließlich wird bisweilen noch das Verhältnis berechnet:

$$b = \frac{v}{v_{0,gr}} = \frac{\text{Mittlere Durchflußgeschwindigkeit}}{\text{Größte Oberflächengeschwindigkeit}}$$

wobei die größte Oberflächengeschwindigkeit dem Querschnittsplan (Abbil. 288) entnommen wird, und

$$c = \frac{\left[q \cdot \frac{v_m}{v_0} \right]^*}{[q]} = \text{der Mittelwert aus den Verhältnissen } \frac{v_m}{v_0} \text{ in den einzelnen}$$

Lotrechten.

Die Kenntnis der beiden Größen b und c ist von Bedeutung, wenn zur Berechnung der Abflußmenge des fraglichen Flußquerschnittes, z. B. bei Hochwasser, nur Messungen der Oberflächengeschwindigkeit vorliegen, was mit Rücksicht auf die stark beschränkte Zeit oft vorkommt. In derartigen Fällen wird meist nur das im Stromstriche gelegene $v_{0,gr}$ beobachtet (siehe hierüber S. 254); dann ergibt sich bei den sonst bekannten Abmessungen des Querschnittes

$$v = b \cdot v_{0,gr}$$

und

$$Q = F \cdot v.$$

Ist es dagegen möglich, die Oberflächengeschwindigkeits-Messungen über den ganzen Querschnitt auszudehnen, so wird im Querschnittsplan (Abbil. 288) nach den Ergebnissen die v_0 -Linie gezeichnet und mit Hilfe dieser nach

$$v_m = c \cdot v_0$$

die v -Linie (Abbil. 288) und hieraus $Q = F \cdot v$ abgeleitet, in der Weise, wie oben mitgeteilt wurde.

Beispiel 2. Etwas größere Abmessungen zeigt der Flußlauf nach Abbil. 290. Die Schnitte in den Lotrechten (s. Abbil. 289) sind hier unmittelbar in den Querschnittsplan eingetragen. Gezeichnet ist nur die „Wassermengenlinie“ q , die zusammen mit dem Wasserspiegel gemäß Seite 250 die Durchflußmenge

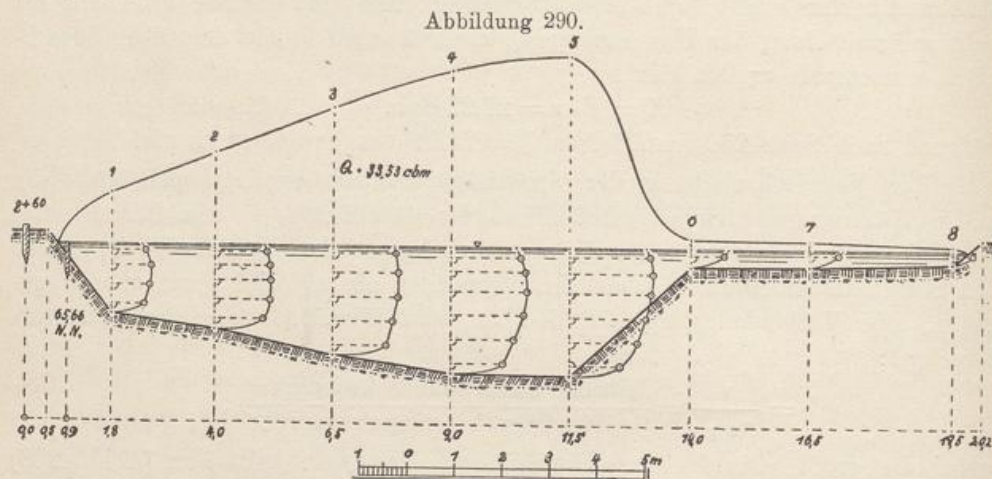
*) Die Klammer $[\]$ bedeutet die Summe aller $q \cdot \frac{v_m}{v_0}$ bzw. im Nenner die Summe aller q .

$$Q = 33,53 \text{ cbm}$$

begrenzt. Die mittlere Durchflußgeschwindigkeit ist hier nach

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{33,53}{27,71} = 1,21 \text{ m}$$

berechnet.



Bei der geringen Wassertiefe in den Lotrechten 6, 7 und 8 wurden die Geschwindigkeitsmessungen nach dem Einpunkt-Meßverfahren vorgenommen, siehe hierüber Seite 253.

2. Fahrtmessung. Entsprechend der Beziehung $v_m = \frac{q}{t}$ nach Seite 250

erhält man $q = v_m \cdot t$, so daß es ohne weiteres zugänglich erscheint, anstelle der Einzelbeobachtungen in den Lotrechten eine Verschmelzung der Messungen eintreten zu lassen, dahingehend, daß die mittlere Geschwindigkeit der Lotrechten unmittelbar beobachtet wird. Dann ist nur die Wassertiefe t mit v_m zu vervielfältigen, um nach $q = v_m \cdot t$ die Wassermengenlinie q gemäß Seite 250 zu erhalten.

Dieses Meßverfahren läßt sich sehr einfach mit Hilfe der in Abbil. 282 dargestellten Flügelanordnung durchführen. Vorausgesetzt wird, daß eine größere Flußtiefe und eine mäßige Wassergeschwindigkeit vorhanden sind.

Der Flügel wird an der Stange mit gleichförmiger Geschwindigkeit vom Wasserspiegel bis zur Sohle und umgekehrt geführt. Aus der Gesamtzahl der auf diesem Wege ermittelten Schaufelumdrehungen und der hierzu erforderlichen Zeit (Zeitmesser Abbil. 277) wird die mittlere Geschwindigkeit zu der Lotrechten

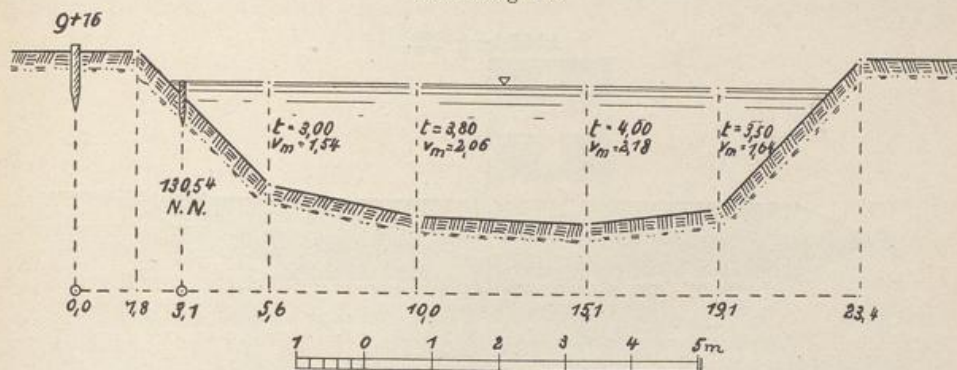
$$v_m \text{ gemäß } \frac{U}{T}$$

nach einem Schaubilde bestimmt und mit der Wassertiefe dem Querschnittsplane beifügt (Abbildung 291).

Eine einwandfreie Messung wird jedoch nur dann erzielt, wenn die Seiltrommel (Abbil. 282) mit einer Ablaufvorrichtung b (Abbil. 283) versehen ist,

die die Senkungsgeschwindigkeit des Flügels selbsttätig regelt*). Auch hier muß selbstverständlich an einem Eichpflocke der Wasserstand während der Messung beobachtet werden (s. S. 249).

Abbildung 291.



3. Einzelne Punktmessungen. Kann man sich mit einer geringeren Genauigkeit begnügen, so wird statt des eingehenden Punkt-Meßverfahrens (siehe S. 246) oder seiner Verschmelzung nach Seite 252 in jeder Lotrechten die vereinfachte Punktmessung durchgeführt.

Beim Dreipunkt-Verfahren, das hier die beste Näherung gibt, wird in 0,17, 0,50 und 0,83 der Wassertiefe t jeder Lotrechten die Flügelbeobachtung vorgenommen. Es ist dann:

$$v_m = \frac{1}{3} (v_{0,17} + v_{0,50} + v_{0,83}).$$

Die Zweipunkt-Messung findet bei 0,2 t und 0,8 t (gerechnet von der Sohle) statt, woraus sich ergibt:

$$v_m = \frac{1}{2} (v_{0,2} + v_{0,8}).$$

Bei kleineren Wasserläufen und Wassertiefen kann auch die Einpunkt-Messung mit Vorteil benutzt werden, wo in 0,67 der Wassertiefe t (gerechnet von der Sohle) unmittelbar v_m gefunden wird.

Die Bemessung der Abflußmenge erfolgt im übrigen nach den früheren Ausführungen, siehe Seite 250 usw.

Wie schon aus Seite 252 zu ersehen ist, wird eins dieser Näherungsverfahren auch da am Platze sein, wo die geringe Wassertiefe weitere Messungen überflüssig oder unmöglich macht.

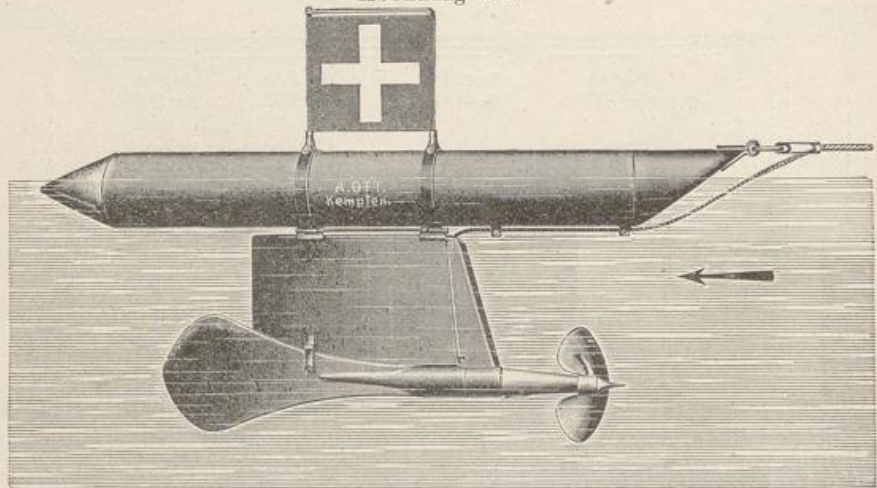
Hier sei noch der „Schleppflügel“ (Abbil. 292) erwähnt, der bei rasch verlaufenden Hochwassern, wo nicht genügend Zeit ist, eine vollständige Messung durchzuführen, wertvolle Dienste leistet. Vielfach kann in solchen Fällen nur die Oberflächengeschwindigkeit im Stromstrich gemessen werden.

Das eigentliche Gehäuse des Flügels hängt an einem walzenförmigen Schwimmkörper mit hochgezogener Spitze, der mittels eines Längsseiles, z. B.

*) Die Senkungsgeschwindigkeit beträgt etwa 1 m in der Minute.

von einer Brücke usw., im Stromstriche eines in seinen Abmessungen bekannten Flußquerschnittes festgehalten wird. Falls die Beobachtungen noch an anderen Stellen des gleichen Querschnittes vorgenommen werden sollen, kann durch seitliche Querseile der Schleppflügel in seinen verschiedenen Lagen sichergestellt

Abbildung 292.



werden. Eine Fahne auf dem Schwimmkörper macht die jeweiligen Stellungen des Schleppflügels sichtbar, die gegebenenfalls durch besondere Messungen (siehe „Der Wasserbau“, Bd. I, S. 47) festzulegen sind.

Was hier zur Ermittlung der Abflußmenge Q beiträgt, ist bereits auf Seite 251 durch die Einführung der beiden Größen b und c erörtert worden.

4. Oberflächenschwimmer. Mit unter Umständen genügend großer Genauigkeit läßt sich die Durchflußgeschwindigkeit und damit auch die Wassermenge durch Verwendung einfacher „Oberflächenschwimmer“ ermitteln. Ist mit einem solchen die Oberflächengeschwindigkeit im Stromstriche zu v_0 gefunden, so ist nach Wagner die mittlere Durchflußgeschwindigkeit v des ganzen Querschnittes näherungsweise:

$$v = 0,705 v_0 + 0,01 v_0^2.$$

Vorausgesetzt wird eine gut regelmäßig gestaltete gerade Flußbettstrecke mit ruhiger Wasserströmung und möglichst Windstille.

Als Oberflächenschwimmer gelten eine gewöhnliche Flasche oder eine metallene Hohlkugel, die durch Einschütten von Schrotkörnern oder Wasser so weit beschwert werden, daß sie bis auf einen kleinen Teil ins Wasser tauchen. Auch ein Stück Holz mit angebundenem Stein kann Verwendung finden.

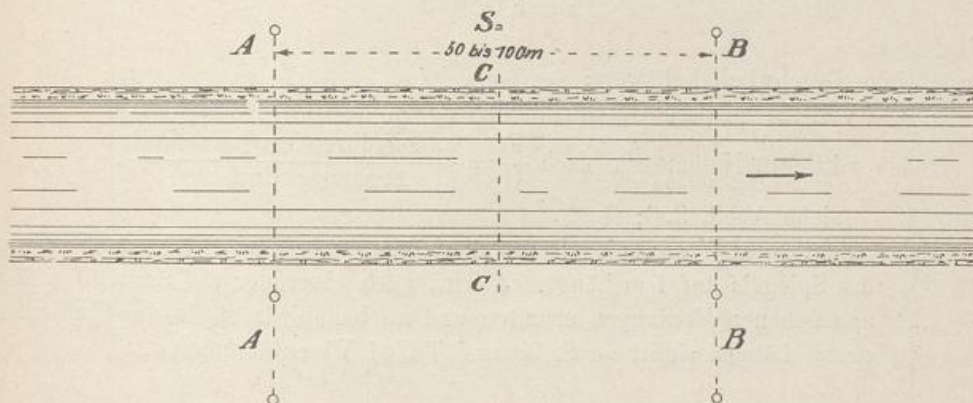
Bei der Messung werden senkrecht zur Stromrichtung zwei Querschnitte AA und BB der Abbildung 293 in einer Entfernung S von 50 bis 100 m abgesteckt und die Enden durch Fluchtstäbe (I. Teil, S. 14) bezeichnet. Etwa 10 bis 20 Schritt oberhalb des Querschnittes AA wird der Schwimmer in den Stromstrich geworfen und die Zeit T beobachtet, die dieser zur Zurücklegung der Strecke S bedarf. Man erhält die Oberflächengeschwindigkeit zu

$$v_0 = \frac{S}{T}$$

Zur Sicherheit wird unter Beobachtung eines Eichpflockes (s. S. 249) die Messung wiederholt und aus den Ergebnissen das Mittel berechnet. Ist dieses v_0 , so erhält man, wie oben angegeben, die mittlere Durchflußgeschwindigkeit zu

$$v = 0,705 v_0 + 0,01 v_0^2.$$

Abbildung 293.



Der wasserführende Querschnitt F wird entweder in der Mitte bei C C gemessen oder am Anfange und Ende der Strecke S bestimmt und gemittelt eingeführt. Die Wassermenge ist, wie gewöhnlich:

$$Q = F \cdot v.$$

5. Tiefenschwimmer. Für geringe Wassertiefen werden auch „Tiefenschwimmer“ verwendet, mit deren Hilfe die mittlere Wassergeschwindigkeit für jede Lotrechte, ähnlich wie auf Seite 252, sofort gefunden wird. Die einfachste Form ist ein 10 cm starker in seiner Längsrichtung durchbohrter Holzpflöck (Abbil. 294), in dem ein Eisenstab befestigt wird. Eine besondere Vorrichtung ist ein Rohr (Abbil. 295) aus Metall, das aus mehreren Teilen mit Boden

Abbildung 294.

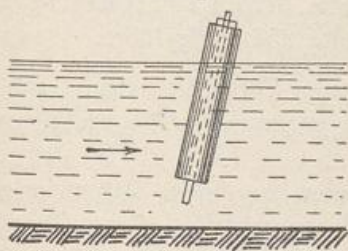
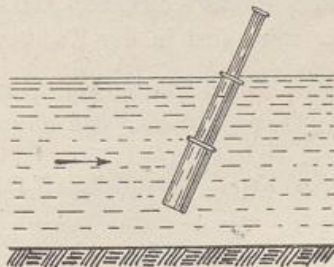


Abbildung 295.



und Deckel besteht und je nach der Tiefe des Wasserlaufes zu verschiedenen Längen wasserdicht zusammengeschraubt werden kann. Die Tiefenschwimmer sind so zu beschweren, daß ihre Tauchtiefe etwa $\frac{7}{8}$ der Wassertiefe beträgt. Um eine mittlere Durchflußgeschwindigkeit des ganzen Querschnittes zu erhalten,

werden die Messungen auch hier in verschiedenen Entfernungen vom Ufer vorgenommen, im übrigen wird, wie auf Seite 250 usw., verfahren.

b) Bestimmung der Geschwindigkeit durch Rechnung.

Die Geschwindigkeit des Wassers läßt sich unter gewissen Voraussetzungen durch Rechnung aus Erfahrungssätzen ableiten. In der allgemeinen Geschwindigkeitsformel

$$v = c \cdot \sqrt{R \cdot J}$$

bedeutet:

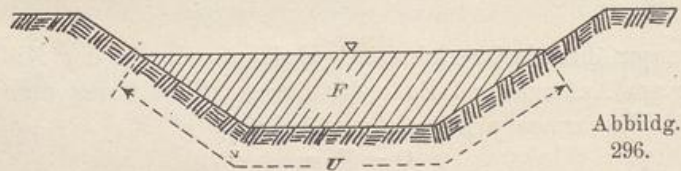
c einen Geschwindigkeitswert;

v, wie vor, die mittlere Geschwindigkeit;

R den mittleren Halbmesser nach $\frac{F}{U} = \frac{\text{wasserführender Querschnitt}}{\text{benetzter Umfang}},$

siehe Abbil. 296;

J das Gefälle des Wasserspiegels auf die Längeneinheit (m), d. h. die Senkung des Spiegels auf 1 m Länge. J wird nach einer der auf Seite 99 u. 269 angegebenen Messungen erhalten und an beliebiger Stelle des Flußlaufes einem Längenschnitt (s. S. 99 und Tafel V) entnommen.



Abbildg.
296.

Der Geschwindigkeitswert c ist eine von R und der Beschaffenheit des Flußbettes abhängige Größe und wird in Deutschland in der Regel nach den älteren Angaben von Kutter oder nach den neueren Untersuchungen von Ganguillet und Kutter bestimmt.

Die ältere Formel nach Kutter gibt nach:

$$c = \frac{100 \sqrt{R}}{a + \sqrt{R}}$$

für Flußbette verschiedener Art die Zahlenwerte der „Rauhigkeitsgrade“ a an. Letztere sind in der Zahlentafel 3 (Seite 257) aufgeführt.

Auf Grund zahlreicher fremder und eigener Versuche haben Ganguillet und Kutter gefunden, daß c auch durch ein geringes Gefälle nicht unwesentlich beeinflusst wird.

Die beiden Schweizer Ingenieure gelangten zu einem allgemein gültigen Ausdrucke für den Geschwindigkeitswert, der zurzeit für offene Gerinne weit verbreitet ist. Hiernach ist

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{J}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}}$$

Zahlentafel 3.

Zahlenwerte für a zur Berechnung des Geschwindigkeitswertes c nach der älteren Formel von Kutter.

Klasse	Art des Bettes	a
I.	Reiner, glatter Zement, halbkreisförmiger Querschnitt, oder glatt gehobelte Bretter, rechtwinkliger Querschnitt	0,12
II.	Reiner Zement, rechtwinkelig, Zement mit $\frac{1}{3}$ Sand, halbkreisförmiger Querschnitt	0,15
III.	Gut gefügte Bretter, rechtwinkliger Querschnitt	0,20
IV.	Gewöhnliche raube Bretter, sorgfältig hergestelltes Backstein- und rein gearbeitetes Quadermauerwerk	0,25
V.	Gewöhnliches Backsteinmauerwerk und Bohlenwände	0,35
VI.	Gewöhnliches Mörtelmauerwerk mit gespitzten Steinen	0,45
VII.	Bestocktes Bruchsteinmauerwerk, Sohle etwas mit Schlamm bedeckt, rechtwinkliger Querschnitt	0,55
VIII.	Rauhmauerwerk mit schlammiger Sohle, rechtwinkliger Querschnitt	0,75
IX.	Älteres Mauerwerk, moos- und pflanzenfrei, mit schlammiger Sohle, rechtwinkliger Querschnitt	1,00
X.	In felsigen Boden, Sohle unter 1,50 m breit, wenig Wasserpflanzen	1,25

und damit die allgemeine Geschwindigkeitsformel:

$$v = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{J}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}} \cdot \sqrt{R \cdot J}.$$

Neben den bekannten Bezeichnungen v , R und J bedeutet n den Rauigkeitsgrad, der aus der nachstehenden Zahlentafel 4 zu entnehmen ist.

Die Berechnung des Geschwindigkeitswertes c ist sehr zeitraubend und umständlich. In seinem Werke: „Bewegung des Wassers in Kanälen und Flüssen“, Verlag Paul Parey, Berlin 1904, gibt Kutter eine zeichnerische Darstellung der Formel, die eine einfache und schnelle Ermittlung von c für beliebige Rauigkeitsgrade ermöglicht. Die Geschwindigkeit v wird sodann nach $v = c\sqrt{RJ}$ durch weitere Rechnung erhalten.

Ein unmittelbares Ablesen der Geschwindigkeit gestattet die vom Verfasser gezeichnete Tafel 8 der „Hilfstafeln zur Bearbeitung von Meliorationsentwürfen und anderen wasserbautechnischen Aufgaben“*) desselben Verlages für gleichfalls beliebige Rauigkeitsgrade n . Es wird dort unter Einführung des mittleren Halbmessers R das Ergebnis für kleinste und größte Gefälle in wenigen Augenblicken gewonnen.

In neuester Zeit ist auf grund eingehender Messungen durch den Amerikaner Fortier der Nachweis geliefert worden, daß die Rauigkeitsgrade n für

*) Siehe Anmerkung auf Seite 261.

Schewior, Das Feldmessen II.

Zahlentafel 4.

Rauhigkeitsgrad n nach der neueren Formel von Ganguillet und Kutter.

Klasse	Art des Bettes	n	$\frac{1}{n}^{*)}$
1.	Sehr glatte Kanäle, von fein gehobeltem Holze, mit Stahl geschliffenem Zement	0,010	100
2.	Kanäle von Brettern	0,012	83
3.	Kanäle von Quader- und Backsteinen (Ziegeln)	0,015	67
4.	Kanäle von Brettern mit angebrachten Abflußschwerungen und Kanäle von Bruchsteinen	0,0175	57
5.	Kanäle in Erde mit ebener Sohle und gemauerten Seitenwänden, sorgfältig unterhalten, Wasser ohne Sinkstoffe	0,020	50
6.	Ganz reine Gewässer in Erde, Letten usw. ohne Steine, ohne Wasserpflanzen, ohne Unregelmäßigkeiten, mit sorgfältiger Unterhaltung	0,025	40
7.	Etwas unregelmäßige und nicht sorgfältig unterhaltene Gewässer, hier und da mit Steinen an der Sohle oder hier und da mit Wasserpflanzen	0,030	33
8.	Gewässer mit grobem Schotter, Geschieben, Wasserpflanzen usw., unregelmäßig, schlecht unterhalten	0,035	29

Gräben in erheblich weiteren Grenzen sich bewegen, als sie Kutter in seinem vorerwähnten Werke angibt. Die Untersuchungen haben insbesondere gezeigt, daß die Wasserpflanzen, die gerade in kleinen Gräben sehr häufig auftreten, die Strömung des Wassers sehr ungünstig beeinflussen. Die von Fortier vorgeschlagenen Rauhigkeitswerte n sind in der folgenden Zahlentafel 5 aufgeführt

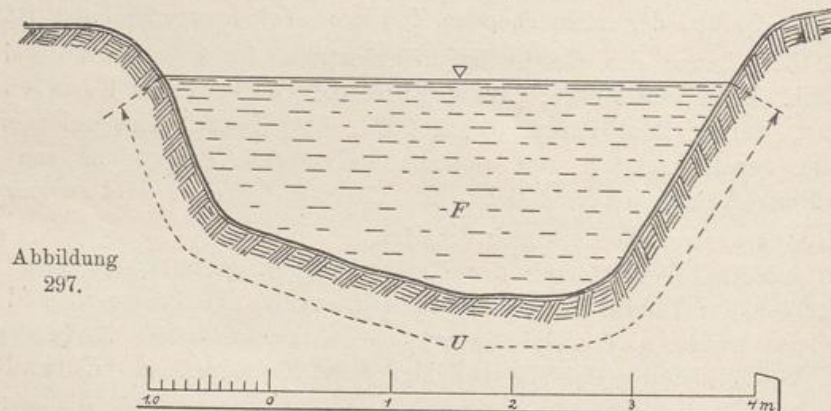


Abbildung
297.

Die Geschwindigkeitswerte c werden im übrigen nach der neueren Formel von Ganguillet und Kutter (S. 256 unten) bestimmt.

*) Die Werte $\frac{1}{n}$ sind auf ganze Zahlen abgerundet.

Zahlentafel 5.

Rauhigkeitswerte n für Gräben und Bäche nach Fortier.

Klasse	Art des Bettes	n	$\frac{1}{n}^*)$
1.	Vorzüglich unterhaltene regelmäßige Gräben in fester Erde, das Bett durch Sinkstoffe geglättet und schlüpfrig gemacht	0,0175	57
2.	Gut unterhaltene, pflanzenfreie Gräben, teilweise durch Sinkstoffe geglättet	0,020	50
3.	Gräben in gutem Zustande, Böschungen mit Sinkstoffen bekleidet und mit gelegentlichen Pflanzenbüscheln, oder bestehend aus losem Kies, und in diesem Falle frei von Pflanzenwuchs	0,0225	44
4.	Mittelmäßige Unterhaltung, einzelne scharfe Biegungen, Böschungen und Sohle mit Sinkstoffen und niedrigen Pflanzen bekleidet, oder bestehend aus losem Kies mit kleineren Steinen bis höchstens 5 cm Durchmesser	0,025	40
5.	Wenig guter Zustand, unregelmäßige Böschungen und Sohle, Kies und lose Steine in den Vertiefungen, oder Böschungen und Sohle aus grobem Kies oder unregelmäßig gelagerten Steinbrocken, oder, wenn die steinfreie Erde eingeschnitten, mit glatten Böschungen, der Wasserraum teilweise gefüllt mit Wasserpflanzen	0,0275	36
6.	Ziemlich schlechte Unterhaltung, entweder das Bett teilweise mit losen Steinen bedeckt, oder die glatten Böschungen und Sohle mit Grasbüscheln und sonstigen Wasserpflanzen bewachsen, oder Unkräuter in das Wasser hineinhängend	0,030	33
7.	Kleine Gräben mit unebenem Bett oder Gräben in gutem Zustande, jedoch teilweise mit Wasserpflanzen gefüllt	0,035	29
8.	Gräben halb voll Wasserpflanzen	0,040	25
9.	Kleinere Gräben, zu zwei Drittel voll Wasserpflanzen	0,050	20

Entsprechend den hier gegebenen Ausführungen wird es nicht schwer fallen, die Abflußmengen in natürlichen und künstlich angelegten Wasserläufen festzustellen; trotzdem mögen zwei Beispiele zur weiteren Erläuterung dienen.

Beispiel 1. In einem unregelmäßigen, schlecht unterhaltenen Bache sind an verschiedenen Stellen die Querschnitte ermittelt und die Höhen des Wasserstandes bestimmt (s. S. 99). Die Aufnahme zeigt unter anderen den Querschnitt nach Abbil. 297, das Wasserspiegelgefälle beträgt $J=1\text{‰}$. Es ist unter Annahme eines Rauhigkeitsgrades $n=0,035$ (neuere Formel von Ganguillet und Kutter) die Wassermenge zu bestimmen, die der gegebene wasserführende Querschnitt in 1 Sekunde abführt.

*) Die Werte $\frac{1}{n}$ sind auf ganze Zahlen abgerundet.

Lösung. Erforderlich ist zunächst die Geschwindigkeit v , die mit der gegebenen Querschnittsfläche F multipliziert die Wassermenge Q ergibt.

Nach der allgemeinen Geschwindigkeitsformel (S. 256) ist

$$v = c \sqrt{R \cdot J}.$$

In dieser Formel ist

R der mittlere Halbmesser und $= \frac{F}{U}$, hier $\frac{12,25}{6,35} = 1,93$;

J das Gefälle auf die Längeneinheit (1 m), hier $= 0,001$;

c der Geschwindigkeitswert.

Nach Ganguillet und Kutter (Seite 256) ist

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{J}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}}$$

Setzt man die Werte für n , R und J in die Formeln ein, so erhält man:

$$\begin{aligned} v &= \frac{23 + \frac{1}{0,035} + \frac{0,00155}{0,001}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{0,001}\right) \frac{0,035}{\sqrt{1,93}}} \cdot \sqrt{1,93 \cdot 0,001} \\ &= \frac{23 + 28,57 + 1,55}{1 + (23 + 1,55) \frac{0,035}{1,389}} \cdot \sqrt{0,00193} = \frac{53,12}{1 + \frac{0,859}{1,389}} \cdot 0,044 \\ &= \frac{53,12}{1,618} \cdot 0,044 = 32,8 \cdot 0,044 \\ &= 1,44 \text{ m.} \end{aligned}$$

Es ist sodann die gesuchte Wassermenge:

$$\begin{aligned} Q &= F \cdot v \\ &= 12,25 \cdot 1,44 \\ &= 17,64 \text{ cbm.} \end{aligned}$$

Beispiel 2. Ein regelmäßig ausgebauter, sorgfältig unterhaltener Bewässerungsgraben zeigt eine Sohlenbreite $s = 0,7$ m, eine größte Wassertiefe $t = 0,60$ m, die Böschungsanlage $1 : 1\frac{1}{2}$ (Abbil. 298) und das Gefälle 3‰ . Es ist die Wassermenge zu ermitteln, die der Graben bei dem Rauigkeitsgrad $n = 0,025$ (S. 258) abführt.

Abbildung 298.



Lösung. Es ist allgemein $Q = F \cdot v$. Hierbei ist

$$\begin{aligned} F &= (1,5t + s)t \text{ nach Seite 236} \\ &= (1,5 \cdot 0,6 + 0,7) 0,6 \\ &= 1,60 \cdot 0,6 \\ &= 0,96 \text{ qm.} \end{aligned}$$

Die Geschwindigkeit ist $v = c \cdot \sqrt{R \cdot J}$, dabei

$$R = \frac{F}{U} = \frac{F}{s + 2 \sqrt{t^2 + (1,5t)^2}} = \frac{F}{s + 2t \sqrt{3,25}} = \frac{0,96}{2,86} = 0,34$$

$$J = 0,003 \text{ m (auf 1 m)}$$

$$c = 31,2 \text{ für } n = 0,025 \text{ nach Seite 256,}$$

$$\text{demnach ist } v = c \cdot \sqrt{R \cdot J} = 31,2 \sqrt{0,34 \cdot 0,003} = 1,00 \text{ m}$$

$$\text{und } Q = F \cdot v = 0,96 \cdot 1,00 \\ = 0,960 \text{ cbm.}$$

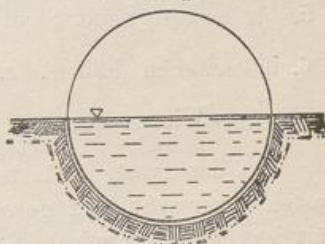
Sehr oft ist die Aufgabe so gestellt, daß zu einer gegebenen Wassermenge Q die Abmessungen eines Flußbettes gesucht werden. Die Lösung ist nur durch Versuchsrechnung möglich. Um diese sehr umständliche und zeitraubende Arbeit zu sparen, hat Kutter in dem schon genannten Werke (siehe S. 257) für eine Reihe häufig vorkommender trapezförmiger Querschnitte mit der Böschung $1:1\frac{1}{2}$ die Wassermengen und Geschwindigkeiten in Zahlentafeln zusammengestellt. Letztere sind nach den Rauigkeitsgraden $n = 0,025, 0,030$ und $0,035$ für Gefälle bis 3‰ geordnet.

Das gleichfalls Seite 257 aufgeführte Tafelwerk*) des Verfassers gestattet die unmittelbare Entnahme der Wassermengen für kleinste und größte Querschnitte mit den Böschungen $1:0, 1:1, 1:1\frac{1}{2}, 1:2$ und $1:3$. Die Tafeln umfassen die Rauigkeitsgrade $n = 0,025$ und $n = 0,030$ und die Gefälle $J = 0,05\text{‰}$ bis 100‰ .

c) Günstigster Querschnitt des Wasserlaufes.

Die Geschwindigkeit des Wassers erleidet, wie schon Seite 233 gesagt ist, durch die Reibungswiderstände an den Wandungen des Bettes und an der Luft eine Verminderung, die nach einschlägigen Beobachtungen mit der Größe des benetzten Umfanges U (Abbil. 296) wächst und mit der Größe des Wasserquerschnittes F abnimmt. Für die Bewegung des Wassers wird demnach von verschiedenen Querschnitten derjenige der günstigste sein, bei dem — ein gleicher Fassungsraum vorausgesetzt — der benetzte Umfang den kleinsten Betrag erreicht. Unter

Abbildung 299.



*) Hilfstafeln zur Bearbeitung von Meliorationsentwürfen und anderen wasserbautechnischen Aufgaben. Umfassend: Drainrohrweiten; Wassermengen in den Gräben $1:0, 1:1, 1:1\frac{1}{2}, 1:2$ und $1:3$; Wassergeschwindigkeit in Gerinnen und Gräben mit beliebigem Querschnitte und Rauigkeitsgrade; Querschnittsflächen, Böschungflächen und Grabenbreiten; Durchflußmengen in kurzen, vollaufenden Rohrleitungen; Abflußmengen für Ueberfallwehre, Grundwehre, Schleusen und Brücken; Staulängen und Stauhöhen. Aufgestellt und herausgegeben von G. Schewior. Verlag Paul Parey, Berlin 1907.

Die Tafeln sind durch den Herrn Minister für Landwirtschaft, Domänen und Forsten in Preußen, durch den Herrn Minister des Innern im Großherzogtum Hessen-Darmstadt, durch den Herrn Staatssekretär des Reichskolonialamtes und durch das k. k. österreichische Ackerbauministerium für den Gebrauch empfohlen. Nach dem technischen Mitgliede der kgl. Württembergischen Regierung Baurat Fauser („Meliorationen“, Verlag Göschen-Leipzig 1913, I. Teil, S. 72) sind von sämtlichen Tafeln „vor allem diejenigen von Schewior als für kulturtechnische Zwecke sehr brauchbar zu bezeichnen“.

allen möglichen Querschnitten ergibt der Halbkreis, dessen Mittelpunkt in den Wasserspiegel fällt, den „günstigsten“ oder „vorteilhaftesten“ Querschnitt (Abbil. 299). Diesem am nächsten kommen die regelmäßigen n -Ecke (Abbil. 300 bis 302), wenn der Wasserspiegel durch den Mittelpunkt des eingeschriebenen Kreises geht.

Für Holz-, Stein- oder Blechkanäle wird eine der obigen Formen sich anwenden lassen, nicht aber für Gräben in Erde. Für diese ist die trapezförmige Anordnung nach Abbil. 302 zweckmäßig, jedoch mit flacheren Böschungen, als hier das regelmäßige Sechseck zeigt.

Abbildung 300.

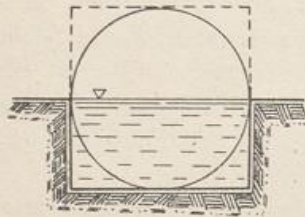
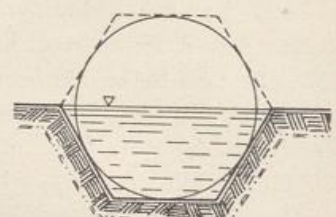


Abbildung 301.



Abbildung 302.



Die Stärke der Neigung der Böschungen hängt von der Festigkeit des Stoffes ab, in dem das Gerinne angelegt oder eingeschnitten ist. Ueblich sind folgende Böschungsverhältnisse:

1. für Bretter, Beton und Mörtelmauerwerk 1:0 (Abb. 300);
2. für Futtermauern 1:0,5;
3. für Steinpflaster, Trockenmauerwerk und feste Erde mit Uferbefestigung 1:1;
4. für feste Erde ohne Uferbefestigung 1:1½;
5. für lockere Erde, Sand und dergl. { 1:2;
1:3;
6. in seltenen Fällen, z. B. bei Regelung der Vorflut in Wiesentälern { 1:4;
1:5;

Da der „vorteilhafteste“ Querschnitt bisweilen die geringsten Ausführungskosten verursacht, soll gezeigt werden, wie dieser für beliebige Böschungsverhältnisse gefunden wird. Bezeichnet s die Sohlenbreite, t die Wassertiefe und

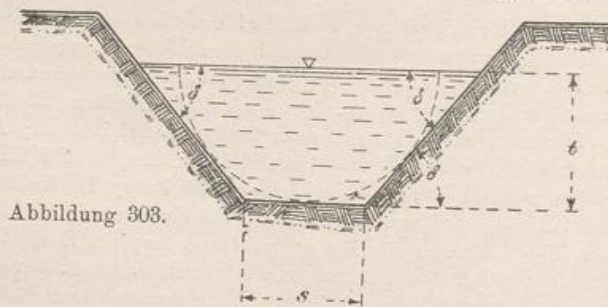


Abbildung 303.

δ den Böschungswinkel, d. h. die Neigung der Böschung gegen die Wagerechte (Abbil. 303), so ist für diesen:

$$(1) \quad t = \sqrt{\frac{F \cdot \sin \delta}{2 - \cos \delta}}$$

$$(2) \quad s = \frac{F}{t} - t \cotg \delta$$

$$(3) \quad \frac{t}{s} = \frac{1}{2} \cotg \delta/2$$

$$(4) \quad R = \frac{F}{U} = \frac{t}{2}$$

Für die gewöhnlichen Böschungsanlagen ergeben sich nach (3) folgende Beziehungen:

Böschungs- verhältnis	Böschungswinkel δ			Verhältnis der Wassertiefe zur Sohlenbreite $\frac{t}{s}$
	°	'	"	
1:0	90	00	00	0,500
1:0,5	63	26	06	0,809
1:1	45	00	00	1,209
1:1 $\frac{1}{2}$	33	41	24	1,648
1:2	26	33	54	2,120
1:3	18	26	06	3,061
1:4	14	02	10	4,009
1:5	11	18	35	5,165

Beispiel 1. Ein Wasserlauf soll mit einem Böschungswinkel $\delta = 26^\circ 33' 54''$ (Böschung 1:2) für eine sekundliche Wassermenge $Q = 4,00$ cbm angelegt werden. Der „günstigste“ Querschnitt und das Gefälle sind zu berechnen unter der Bedingung, daß die Geschwindigkeit des Wassers $v = 0,8$ m/sek beträgt (Abbildung 304).

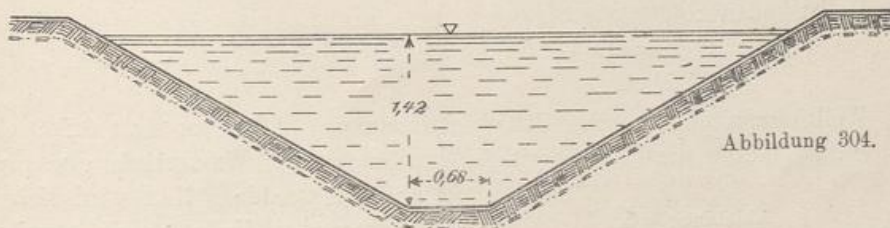


Abbildung 304.

Lösung. $F = \frac{Q}{v} = \frac{4,00}{0,8} = 5,0 \text{ qm}$

$$t = \sqrt{\frac{F \cdot \sin \delta}{2 - \cos \delta}} = \sqrt{\frac{5,0 \cdot 0,4472}{2 - 0,8944}} = 1,42 \text{ m}$$

$$s = \frac{F}{t} - t \cotg \delta = \frac{5,0}{1,42} - 1,42 \cdot 2,0000 = 0,68 \text{ m.}$$

Zur Berechnung des Gefälles J führt man die Geschwindigkeitsformel auf Seite 256 ein:

$$v = c \sqrt{R J}, \text{ woraus}$$

$$J = \frac{v^2}{c^2 R}.$$

Hierbei ist nach Seite 263 $R = \frac{t}{2} = 0,71$ und c versuchsweise $= 37,0$ nach S. 256, wenn der Rauigkeitsgrad zu $n = 0,025$ angenommen wird.

$$\begin{aligned} \text{Es ist also: } J &= \frac{0,8^2}{37,0^2 \cdot 0,71} = \frac{0,64}{971,99} \\ &= 0,00066 \\ &= 0,66 \text{ ‰.} \end{aligned}$$

Der Geschwindigkeitswert war zu $c = 37,0$ versuchsweise angenommen worden. Da J zu $0,66 \text{ ‰}$ ermittelt ist, ändert sich der zugehörige Wert von c nach $37,1$. Der Einfluß auf das Endergebnis ist aber belanglos, so daß hier die nochmalige Berechnung von J unterbleiben kann.

Beispiel 2. Für einen Entwässerungsgraben mit $1\frac{1}{2}$ facher Böschungsanlage ist der „vorteilhafteste“ Querschnitt zu suchen. Die Zuflußmenge beträgt $0,280 \text{ cbm}$, das einzuhaltende Gefälle $J = 0,002$ (2 ‰).

Lösung. Nach Zahlentafel S. 263 ist:

$$\frac{t}{s} = 1,648, \text{ daraus } t = 1,648 s.$$

Nimmt man schätzungsweise $s = 0,3 \text{ m}$ an, so ergibt sich
 $t = 1,648 \cdot 0,3 = 0,49 \text{ m}.$

Zur Berechnung der von den vorstehenden Abmessungen abgeführten Wassermenge Q ermittelt man v .

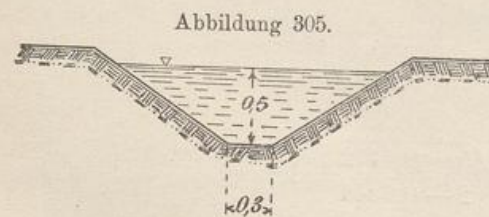
$$\begin{aligned} v &= c \sqrt{R \cdot J}, \text{ hierbei } R = \frac{t}{2} = 0,245, J = 0,002 \\ &= 23,2 \sqrt{0,245 \cdot 0,002}, \text{ wo } c \text{ für } n = 0,030 \text{ bestimmt ist} \\ &= 0,51 \text{ m.} \end{aligned}$$

Es ist sodann:

$$\begin{aligned} Q &= F \cdot v = t(s + 1,5 t) \cdot v = 0,49(0,3 + 0,74) \cdot 0,51 \\ &= 0,260 \text{ cbm.} \end{aligned}$$

Wollte man eine genaue Uebereinstimmung ($0,280 \text{ cbm}$ statt $0,260 \text{ cbm}$) erhalten, so müßte die Sohlenbreite und hiernach die Wassertiefe etwas vergrößert werden. Man wird sich im vorliegenden Falle damit begnügen,

nur die Wassertiefe von $t = 0,49$ auf $0,50 \text{ m}$ zu erhöhen. Man erhält alsdann den in Abbil. 305 dargestellten Grabenschnitt.



Die Berechnung ist, wie man aus beiden Beispielen ersieht, ziemlich umständlich. Es wird deshalb auf die an mehreren Stellen (S. 257 und 261) erwähnten Hilfstafeln des Verfassers verwiesen, die den günstigsten oder vorteilhaftesten Querschnitt unmittelbar anzeigen.

Oft ist man allerdings genötigt, bei der Bemessung des Wasserquerschnittes von anderen Gesichtspunkten auszugehen. So wird es vielfach unmöglich sein, einem Graben die vorteilhafteste Tiefe zu geben, z. B. bei Bewässerungsgräben oder bei Werkkanälen (Mühlenzuleitern usw., s. unten), wo es sich empfiehlt, das Wasser möglichst hoch zu halten, oder wegen schlechten Untergrundes oder aus anderen Gründen mehr. Immerhin ist es zweckmäßig, nicht erheblich von der günstigsten Form abzuweichen, weil dadurch die Reibungswiderstände erhöht werden

3. Messungen für Kraftanlagen.

a) **Allgemeines.** Fällt ein Körper vom Gewicht P den Höhenunterschied h frei herab, so hat er eine Arbeit A geleistet, deren Betrag aus Kraft mal Weg, demnach

$$A = P \cdot h$$

sich berechnet. Als Maß für die Arbeit gilt das Meterkilogramm (mkg). Wird dieses für die Zeiteinheit (1 Sekunde = sek) angegeben, so erhält man die „Arbeitsleistung“ in mkg/sek.

Die Natur hat im Wasser, wenn dieses in einem Flußbette gesammelt wird, eine Quelle stetiger Arbeitsleistung geschaffen, die für mannigfache Zwecke in besonderen Kraftanlagen der Technik nutzbar gemacht wird. Denkt man sich in einem Flußlaufe einen natürlichen oder mit Rücksicht auf die örtlichen Verhältnisse einen künstlich hergestellten Wasserfall (Abbil. 306), so wird von diesem eine sekundliche Wassermenge Q in Kubikmeter geliefert, die einem Gewichte von $1000 \cdot Q$ kg gleichkommt. Bei einer Fallhöhe h in Metern ergibt sich eine Arbeitsleistung

$$A = 1000 \cdot Q \cdot h \text{ mkg/sek,}$$

Abbildung 306.

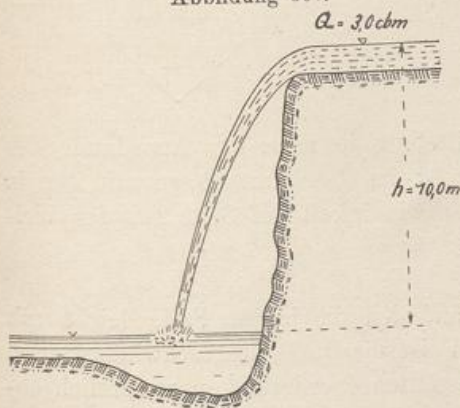
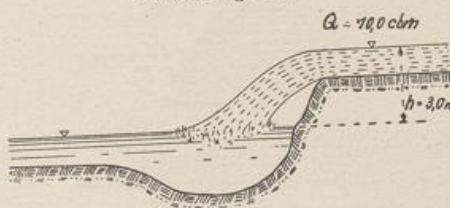


Abbildung 307.



die in der Regel bei größerem Ausmaße in „Pferdestärken“ ausgedrückt wird. Setzt man diese

$$PS = 75 \text{ mkg/sek,}$$

so erhält man

$$A = \frac{1000 \cdot Q \cdot h}{75} PS.$$

Die Arbeitsleistung bleibt dieselbe bei entsprechender Aenderung der Größen Q und h , d. h. es kann eine kleinere Wassermenge von entsprechend größerer Höhe herabfallen und umgekehrt, wie es die beiden Abbildungen 307 und 306 zeigen. In beiden Fällen beträgt die Arbeitsleistung $A = 1000 \cdot Q \cdot h = 30000$ mkg/sek. Für die technische Ausnutzung ist allerdings die Verschiedenheit von Q und h von einschneidender Bedeutung.

Bei der Umsetzung der Wasserkraft in nutzbare Arbeit mit Hilfe der Kraftmaschine geht ein Teil der Arbeitsleistung A verloren. Das Verhältnis der von der Maschine gelieferten Pferdestärken zu denen des Wasserstromes heißt der „Wirkungsgrad“ und wird mit η bezeichnet, so daß die endgültige „Nutzleistung“ N_e sich bestimmt nach

$$N_e = \eta \cdot \frac{1000 \cdot Q \cdot h}{75} \cdot \text{kgm/sek},$$

wobei η je nach der Art und Ausführung der Kraftmaschine, Wasserräder und Turbinen, verschieden groß ausfällt, im Mittel aber zu etwa 0,75 anzunehmen ist.

Die Wassermenge Q , die von einem Werkkanal oder einer Rohrleitung zum Kraftwerk geführt wird, ist auch hier abzuleiten aus der Größe des wasserführenden Querschnittes F und der in diesem herrschenden Durchflußgeschwindigkeit des Wassers v . Für die Gleichung (s. S. 233)

$$Q = F \cdot v$$

sind demnach F und v zu ermitteln. Die Anlage der Werkkanäle wird mit Rücksicht auf den besonderen Zweck so geregelt, daß bei geringen Abmessungen eine große Wassermenge zum Abfluß gebracht wird, während das zur Verfügung stehende Gefälle möglichst der Wasserkraft nutzbar gemacht wird. Aus diesem Grunde werden möglichst günstige Querschnitte mit glatten Wandungen gewählt, auf die schon Seite 262 näher hingewiesen wurde. Vielfach kommen einfache Formen, ein rechteckiger oder ein geböschter, an der Sohle abgerundeter Querschnitt (Abbil. 308), bei ganz geringen Abmessungen auch wohl ein dreieckiger Querschnitt (Abbil. 309) zur Ausführung, deren Flächeninhalt sich unschwer

Abbildung 308.

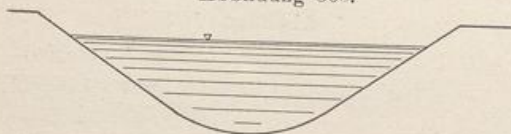
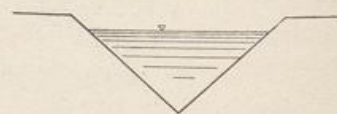


Abbildung 309.



feststellen läßt. Für Röhren ist die Ermittlung je nach der Anordnung des Querschnittes recht verschieden. Hierüber ist im Zusammenhange mit der in Rohrleitungen sich entwickelnden Wassergeschwindigkeit auf Seite 272 das Weitere zu verfolgen.

b) Flügelmessungen. Mit Rücksicht auf den in jedem Falle leicht mit großer Schärfe zu ermittelnden Betrag für F ist die Durchflußgeschwindigkeit v , da von ihr die Zahl der zur Verfügung gestellten Pferdestärken wesentlich abhängt, stets mit großer Sorgfalt zu bestimmen. Das meist angewandte Verfahren sind Flügelmessungen, worüber Seite 237 usw. Näheres nachzulesen ist. Für die Werkkanäle haben sich die nachstehenden „Querfahrten“ mit einem oder mehreren Flügeln besonders bewährt.

Der wasserführende Querschnitt (Abbil. 310) wird in wagerechte Streifen $f_1, f_2, f_3 \dots$ von der Höhe $h_1, h_2, h_3 \dots$ zerlegt, worauf in der Mittellinie jedes Streifens die mittlere Geschwindigkeit $v_1, v_2, v_3 \dots$ beobachtet wird. Hierzu führt man den Flügel in gleichmäßiger Bewegung von einem Ufer

zum anderen und bestimmt für jede solche Fahrt die sekundliche Wassergeschwindigkeit der Streifen ähnlich, wie S. 252 für lotrechte Fahrten angegeben wurde. Durch dieses Verfahren wird, was bei Wasserkraftanlagen sehr wichtig ist, an Zeit wesentlich gespart. Da die Werkkanäle meist wenig breit sind, wird die

Abbildung 310.



Messung am besten von einem wagerecht gelegten*) Steg aus vorgenommen. Der Flügelhalter wird mit einer sekundlichen Schnelligkeit von 0,10 bis 0,20 m in stets gleicher Höhe zur Stegoberfläche geführt, indem der Leiter der Arbeit den Flügel mit einer Schnur am Gestänge gleichmäßig durchs Wasser zieht, während ein Gehilfe mit dem Flügel schrittweise vorgeht. Die Messung gestaltet sich bequemer, wenn man den Flügel, am besten an hängender Stange (Abbil. 284), mit einem kleinen Wagen in Verbindung bringt, den man den Steg entlang in den verschiedenen Wasserschichten führt. Muß, was wenig bequem ist, von einem Nachen aus gemessen werden, so ist die Flügelstange zwischen zwei Auslegebalken derart zu befestigen, daß zwischen Flügel und Nachen ein Raum von wenigstens 2 m verbleibt, um den Einfluß des Aufstauens am Nachen auszuschalten. Die Ueberfahrt ist mit gleichmäßiger Schnelligkeit vorzunehmen; dies kann oft durch je ein Querseil an den beiden Seiten des Nachens gut erreicht werden. Wichtig ist, daß jede schaukelnde Bewegung vermieden wird, da sonst die Messung ungünstig beeinflußt wird. Die Richtung des zu messenden Querschnittes wird am besten durch ein Seil angegeben, das man etwa 30 bis 50 cm über den Wasserspiegel spannt.

Die sekundliche Wassermenge läßt sich sehr einfach aus den wagerechten Wasserkörpern nach

$$Q = f_1 \cdot v_1 + f_2 \cdot v_2 + f_3 \cdot v_3 + \dots$$

berechnen, wo nach Abgreifen der mittleren Längen $l_1, l_2, l_3 \dots$ aus dem Querschnitte und mit den Höhen $h_1, h_2, h_3 \dots$ die Flächenstreifen $f_1 = l_1 \cdot h_1$ usw. eingesetzt werden (Abbil. 310).

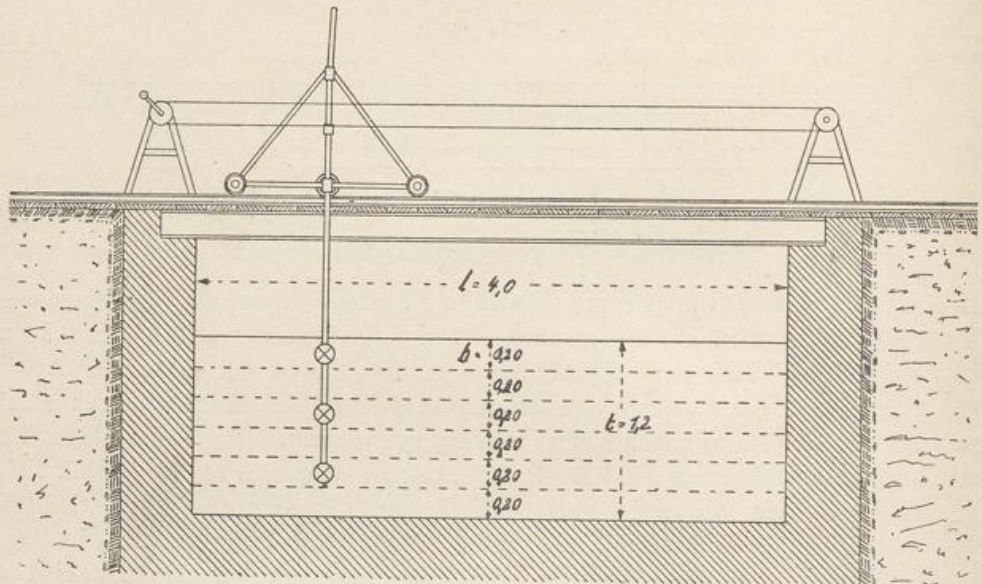
Eine besondere Anordnung, die vornehmlich vor Turbinenkammern eine sehr rasche Durchführung der Messung ermöglicht, wird von den Werkstätten A. Ott in Kempten-Bayern gemäß Abbil. 311 empfohlen.

Der Stangenhalter wird auf einen Schlitten oder Rollwagen gesetzt und mit Hilfe eines endlosen Seiles hin- und hergezogen. Am Wagen ist ein elektrischer Schalter angebracht, der bei Annäherung des Flügels an die Uferwand den Stromkreis unterbricht, damit nur die während der eigentlichen Fahrt erfolgten Umdrehungen der Flügelschaukel verzeichnet werden. Letztere werden

*) Hilfsmittel siehe Seite 12.

an einem elektrischen Zähler festgestellt. Arbeiten in besonders wichtigen Fällen mehrere Flügel (Abbil. 311 zeigt drei Flügel) übereinander, so ist für jeden eine Zählvorrichtung vorhanden.

Abbildung 311.



Die Tiefe t (Abbil. 311) des Wasserquerschnittes wird in gleiche Höhen h geteilt und jeder Streifen für sich befahren, wenn nur ein Flügel vorhanden ist. Der Zähler beginnt sofort zu arbeiten und verzeichnet die Flügelumdrehungen, bis der Wagen am anderen Ufer anlangt. Hier wird durch selbsttätige Unterbrechung der Zähler ausgeschaltet und der Flügel um h verschoben, worauf der Vorgang im umgekehrten Wege vor sich geht und sofort.

Ist für einen Wasserstreifen die Fahrtzeit T , die Umdrehungszahl N , also $n = \frac{N}{T}$ (s. S. 248), bei einer gleichen Länge des Streifens l (Abbil. 311) und der gleichen Höhe h , so ist der sekundlich durchfließende Wasserkörper eines Streifens:

$$q = v_n \cdot h \cdot l.$$

Die Wassergeschwindigkeit v_n des Streifens wird nach der geltenden Flügelgleichung (s. S. 242) berechnet. Zieht man die einzelnen Wasserkörper $q_1, q_2, q_3 \dots$ zusammen, so erhält man die ganze Durchflußmenge

$$\begin{aligned} Q &= q_1 + q_2 + q_3 + \dots \\ &= h \cdot l \cdot v_1 + h \cdot l \cdot v_2 + h \cdot l \cdot v_3 + \dots \\ &= h \cdot l (v_1 + v_2 + v_3 + \dots) \end{aligned}$$

Sobald mit mehreren Flügeln beobachtet wird, ist die Zahl der Wassermeßstreifen durch die Zahl der Flügel teilbar zu machen, und letztere müssen einen solchen Abstand voneinander haben, daß kein Streifen doppelt befahren wird.

Beispiel. Gemäß Abbil. 311 beträgt die Breite des Werkkanals, somit die Länge der Wasserstreifen $l = 4,0$ m und die Wassertiefe $t = 1,2$ m, deren Be-

ständigkeit, wie stets bei derartigen Beobachtungen (s. S. 249), an einer Stau-
marke an der Mauer festgestellt wurde. Bei $h = 0,2$ m ist die Zahl der Schichten
 $\frac{1,2}{0,2} = 6$, so daß die Anordnung von drei Flügeln zwei Querfahrten nötig machte.
Die erste Fahrt dauerte rd. 100 Sekunden, die zweite nach Verschiebung des
Flügels um $h = 0,2$ m rd. 110 Sekunden mit folgendem Ausweis.

Wasser- streifen	Anzahl der Flügel-Um- drehungen N	Zeit der Fahrt T sek	$n = \frac{N}{T}$	$v^*)$	Bemerkungen
f_1	585	100	5,85	1,61	
f_2	1138	110	10,35	2,85	
f_3	915	100	9,15	2,52	
f_4	858	110	7,80	2,14	
f_5	645	100	6,45	1,77	
f_6	528	110	4,80	1,32	

Für $l = 4,0$ m, $h = 0,2$ m berechnet sich

$$\begin{aligned}
 Q &= l \cdot h \cdot (v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5 + v_6) \\
 &= 4,0 \cdot 0,2 (1,61 + 2,85 + 2,52 + 2,14 + 1,77 + 1,32) \\
 &= 9,768 \text{ cbm.}
 \end{aligned}$$

c) Schirmmessungen. Die Durchflußgeschwindigkeit kann auch unmittelbar mit einem „Schirm“ nach den Angaben von Andersen bestimmt werden, wenn es sich um ein rechteckiges Gerinne aus Holz, Eisen oder Beton handelt. Eine Platte, die auf einer Rollbahn gelagert wird und den ganzen Querschnitt des Gerinnes möglichst genau ausfüllt, wird winkelrecht zur Flußrichtung in den Werkkanal gehängt. Hier wird sie mit der mittleren Geschwindigkeit des Wassers fortgetragen, so daß sich mit Hilfe eines Zeitzählers der Lauf für eine Sekunde berechnen läßt. Die Messung geht, wie bei der oben beschriebenen Querfahrt mit drei Flügeln, in wenigen Minuten vor sich: sie bedingt hier aber ein Gerinne von mindestens 15 m Länge, das der Platte entsprechend sehr sorgfältig hergestellt werden muß. Der Schirm ist auch nur für eine Zuflußgeschwindigkeit bis 1,3 m zu empfehlen, da bei größerem Ausmaße der Fehler in der Zeitbestimmung die Wassermenge zu ungünstig beeinflußt.

d) Gefällmessung. Die Größe des Höhenunterschiedes h (Abbil. 306) wird am sichersten mit Hilfe der Fernrohrwage (S. 99) gewonnen. Als Ausgang der Messung dienen der Ober- und Unterwasserspiegel, die an einer ruhigen, von Wellen freien Stelle beobachtet werden. Bei größeren Wasserkraftanlagen wird vielfach eine Nische im Ufer oder ein an der Sohle mit dem Wasser in Verbindung stehender Schacht aus Mauerwerk oder Holz gewählt, in denen einfache Pegel (Abbil. 312, 313, 313a und S. 271) untergebracht werden. Diese Vorrichtungen dienen auch dazu, um fortlaufende regelmäßige Beobachtungen des

*) v ist nach dem Schaubilde S. 245 bestimmt.

Abbildung 312.

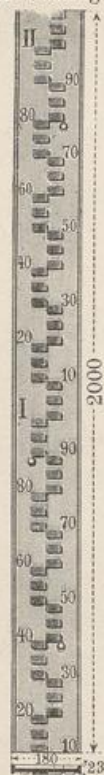


Abbildung 313.

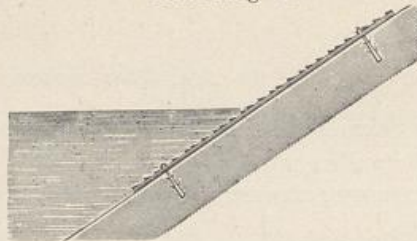


Abbildung 315.

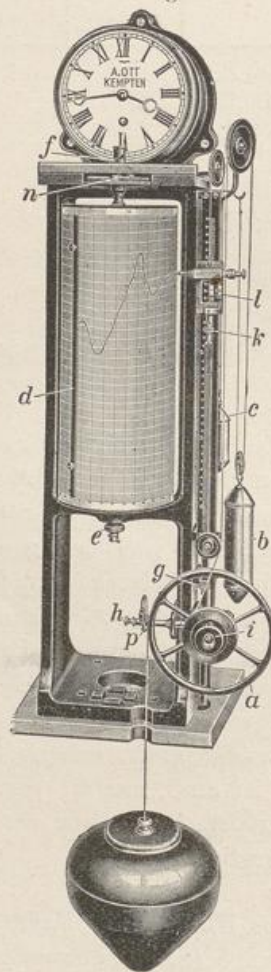


Abbildung 313 a. Abbildung 314.

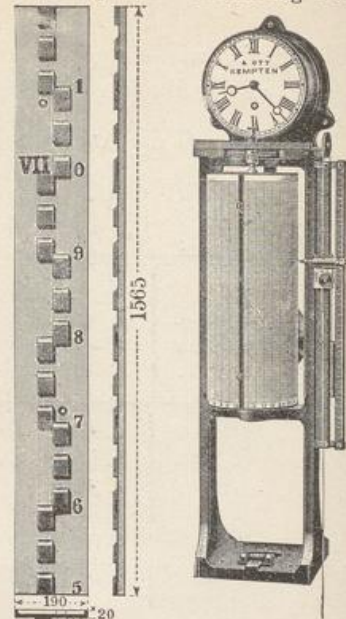
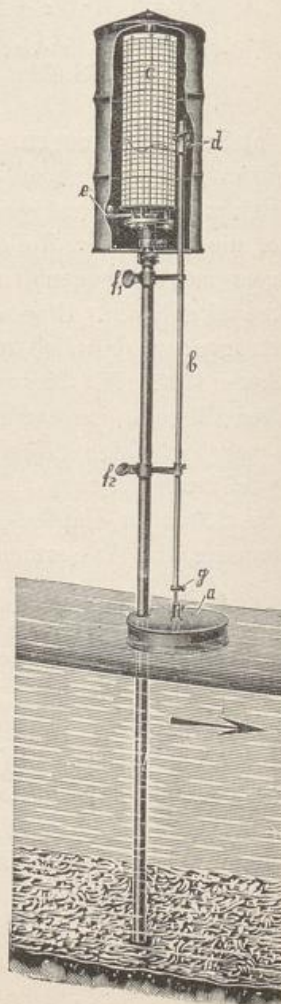


Abbildung 316.



Wasserhaushaltes und Abflußverlaufes vornehmen zu können, die in gut geleiteten Betrieben nicht außer acht gelassen werden dürften. Für letztere Zwecke werden oft, um die lästigen Pegelablesungen zu vermeiden, selbstschreibende Pegel angebracht. Zwei übliche derartige Einrichtungen sind in den Abbildungen 314 und 315 zu sehen. Sie bestehen

im wesentlichen aus einem Schwimmer (Abbil. 315), der mittels eines Drahtes und einer Schreibvorrichtung die Höhenlage*) des Wasserspiegels ununterbrochen auf eine Papierteilung überträgt. Das Papier ist um eine Trommel gelegt, die durch ein kräftiges Uhrwerk gedreht wird. Ein Auswechseln der Papierstreifen erfolgt entsprechend der Einrichtung nach 24 Stunden, $1\frac{3}{4}$ oder $2\frac{1}{2}$ Tagen, 1 oder 2 Wochen oder auch nach 1 Monat. Die Pegel werden unmittelbar über dem Schwimmerschacht aufgestellt und dann mit einem wetterfesten Häuschen umgeben, oder sie werden in dem Wasserkraftgebäude selbst untergebracht. Hierhin muß der Draht des ziemlich groß gewählten Schwimmers über Leitrollen geführt werden.

Für vorübergehende Beobachtungen ist ein Pegel der Abbil. 316 sehr geeignet. Der Schwimmer a wird mittels zweier feingelagerten Rollen an einem Stahlrohr geführt. Er trägt eine in zwei Haltern f_1 und f_2 laufende Schreibstange b, an der ein Schreibstift d verstellbar festgeklemmt ist. Die Aufzeichnung der Wasserspiegelhöhen geschieht mit einem Silberstift auf mit Baryt vorbereitetem Papier, sogen. Metallpapier; zum Schutz gegen Regen wird über die Schreibtrommel c eine Haube aus wasserdichtem Segeltuche gestülpt.

Wird das Wasser dem Kraftwerke in geschlossenen Rohrleitungen zugeführt, so kann weit einfacher der jeweilig zur Verfügung stehende Arbeitsdruck mit Hilfe eines geeigneten „Wasserdruckmessers“ (Manometer) an der in Frage kommenden Meßstelle zu jeder Zeit beobachtet werden.

C. Schätzung der Abflußmenge aus der Größe des Niederschlagsgebietes.

In vielen Fällen ist es nicht angängig oder auch nicht erforderlich, die Bedingungen zur Ermittlung der Abflußmenge nach den vorangehenden Abschnitten zu erfüllen. Dann können die von einem Flußlaufe abgeführten Wassermassen genähert aus der Größe des Niederschlagsgebietes (s. I. Teil, S. 180) unter Annahme einer Abflußmenge von der hier üblichen Flächeneinheit (1 qkm) abgeleitet werden. Obwohl das Ergebnis recht unsicher ist, wird diese Art der Bestimmung doch sehr oft ihrer Einfachheit wegen angewendet.

Die Menge des Abflusses ist abhängig von der geographischen Lage, der Größe, Form und Bodenbeschaffenheit des Niederschlagsgebietes, insbesondere aber von den auf das Gebiet fallenden Regen- und Schneemengen, sowie von den örtlichen Wärme- und Windverhältnissen. Die hiernach sich einstellenden Zuflußmengen werden unter Berücksichtigung der jeweiligen Umstände für das in betracht kommende Niederschlagsgebiet ermittelt. Näheres hierüber ist Bd. VIII: „Die Bodenmelioration“, I. Teil, Seite 148 usw. zu finden. Für die Bemessung kleiner Brücken und Durchlässe ist das Erforderliche auch in dem Werke des Verfassers: „Kleine Eisenbetonbrücken**“ (Seite 16 usw.) und

*) Die Höhenlage kann für eine beliebige Ausgangshöhe, am besten für N.N., eingerichtet werden.

**) Kleine Eisenbetonbrücken. Enthaltend Entwurf und Bau von Durchlässen, kleinen Brücken, Fußgängerstegen und Ueberleitungen mit Eisenbeton-Ueberbau. Leipzig 1912, Verlag von Bernh. Friedr. Voigt.

für die Vorflutgewinnung bei Röhrenentwässerungen in dessen Schrift: „Die Drainage“*) (S. 80 usw.) mitgeteilt.

IV. Wassermengen in Rohrleitungen.

Die Wasserführung in offenen Gerinnen mäßigen Umfanges, vornehmlich also in Gräben, erleidet nicht selten eine Aenderung dadurch, daß sie bei Kreuzungen mit Wegeanlagen oder mit anderen Wasserzügen in einen geschlossenen Schlauch, in Rohrleitungen, verlegt werden muß. Diese als Rohrdurchlässe oder als Unterleitungen auf dem Gebiete des Wege- und Grabenbaues**), dann in großem Maße in der Kulturtechnik**) bekannten Bauwerke kommen meist in geringer Länge vor und werden in ihrem wasserführenden Querschnitt, der „Lichtweite“, für die den jeweiligen Umständen entsprechenden größten abzuführenden Wassermengen eingerichtet. Wasserführungen dieser Art von erheblicher Länge, in der Regel mit weitverzweigtem Rohrnetz, bilden die Leitungen für Städtekanalisationen**), für Wasserversorgungen**) und für solche Bodenverbesserungen**), wo als besondere Aufgabe die Abführung des schädlichen Bodenwassers mit Hilfe der Röhrenentwässerung zu lösen ist. Lange einfache Leitungen, als Druckrohrleitungen, sind außerdem bei Wasserkraftanlagen**) anzutreffen, sofern die Zuführung der Wassermengen in offenen Gerinnen den Verhältnissen nicht entspricht.

1. Durchflußmengen in kurzen Leitungen.

Die Berechnung der Durchflußmenge erfolgt gemäß Seite 233 nach der dort verzeichneten allgemeinen gültigen Formel

$$Q = F \cdot v,$$

wobei die Geschwindigkeit in der Regel nach Erfahrungssätzen von Weisbach oder Darcy entwickelt wird.

In der übereinstimmenden Gleichung

$$v = \frac{\sqrt{2 \cdot g \cdot h}}{\sqrt{1 + e + k \frac{L}{d}}}$$

bezeichnet:

v , wie bekannt, die sekundliche Geschwindigkeit des Wassers in m;

g die Beschleunigung durch die Schwerkraft ($= 9,81$);

h die Druckhöhe in m, die in der Leitung verbraucht wird. Sie ist gleich dem Höhenunterschiede zwischen Oberwasserspiegel und Mitte der Ausflußöffnung, wenn das Wasser frei austritt; im übrigen bestimmt sie sich — dies ist meist die Regel — aus dem Höhenunterschiede zwischen Ober- und Unterwasserspiegel unter der Voraussetzung, daß der Ausfluß unter Wasser erfolgt, d. h. daß die Leitung voll läuft;

*) Die Drainage. Handbuch der Bodenentwässerung mittels unterirdischer Abzüge. Leipzig 1912, Verlag von Bernh. Friedr. Voigt.

**) Die entsprechenden Bände des Handbuchs des Bauingenieurs siehe Seite 228.

e einen Widerstandswert beim Einlauf des Wassers in das Bauwerk, unter gewöhnlichen Verhältnissen = 0,505;

k den Reibungswiderstand in der Leitung;

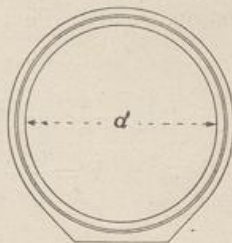
L die Länge des Bauwerkes in m;

d den inneren Durchmesser der Rohrleitung bei kreisrundem Querschnitte (Abbil. 317), in m.

Der Reibungswiderstand k wird von Weisbach und Darcy abweichend angegeben, jedoch ist das Ergebnis nur wenig verschieden.

a) Nach **Weisbach** ist k abhängig von der Geschwindigkeit des Wassers in der Leitung selbst und ist der nachstehenden Zahlentafel 6 zu entnehmen.

Abbildung 317.



Zahlentafel 6.

Werte für den Reibungswiderstand k nach Weisbach.

Ge- schwin- digkeit v =		Zehntel-Meter									
		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Ganze Meter	0	—	0,0443	0,0356	0,0317	0,0294	0,0278	0,0266	0,0257	0,0250	0,0244
	1,0	0,0239	0,0234	0,0230	0,0227	0,0224	0,0221	0,0219	0,0217	0,0215	0,0213
	2,0	0,0211	0,0209	0,0208	0,0206	0,0205	0,0204	0,0203	0,0202	0,0201	0,0200
	3,0	0,0199	0,0198	0,0197	0,0196	0,0195	0,0195	0,0194	0,0193	0,0193	0,0192
	4,0	0,0191	0,0191	0,0190	0,0190	0,0189	0,0189	0,0188	0,0188	0,0187	0,0187

b) **Darcy** macht die Größe für k von dem Rohrdurchmesser d abhängig und setzt:

$$k = 0,01989 + \frac{0,0005078}{d}.$$

Beispiel. Die Wassermenge ist zu bestimmen, die durch eine 10,0 m lange volllaufende Rohrleitung von $d = 0,5$ m Durchmesser abfließt, wenn eine Druckhöhe $h = 0,3$ m vorhanden ist.

Lösung nach Weisbach. Bei $Q = F \cdot v$ ist

$$F = \frac{d^2 \pi^*)}{4} = \frac{0,5^2 \cdot 3,14}{4} = 0,1964 \text{ m}^2$$

$$v = \frac{\sqrt{2 \cdot g \cdot h}}{\sqrt{1 + e + k \frac{L}{d}}} = \frac{\sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,3}}{\sqrt{1 + 0,505 + k \frac{10}{0,5}}}$$

Da k von der in der Rohrleitung sich entwickelnden Wassergeschwindigkeit abhängt, ist die Auflösung der Gleichung für v nur durch Versuchsrechnung zu erreichen. Wird aus der Zahlentafel 6 schon genähert $k = 0,0217$ entsprechend einer vorläufig gerechneten Durchflußgeschwindigkeit von 1,7 m angenommen, so ergibt sich:

*) $\pi = 3,14$.

Schewior, Feldmessen II.

$$v = \frac{2,426}{\sqrt{1,505 + 0,0217 \cdot 20}} = 1,74 \text{ m.}$$

Ein weiteres k für $v = 1,74 \text{ m}$ wird die Geschwindigkeit v kaum beeinflussen, so daß die Durchflußmenge endgültig berechnet werden kann zu

$$Q = F \cdot v = 0,1964 \cdot 1,74 \\ = 0,342 \text{ cbm.}$$

Lösung nach Darcy. Für $Q = F \cdot v$ ist wieder

$$F = \frac{d^2 \pi}{4} = \frac{0,5^2 \cdot 3,14}{4} = 0,1964 \text{ qm und}$$

$$v = \frac{\sqrt{2 \cdot g \cdot h}}{\sqrt{1 + e + k \cdot \frac{L}{d}}} = \frac{\sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,3}}{\sqrt{1 + 0,505 + 0,02091 \cdot \frac{10}{0,5}}} \\ = 1,75 \text{ m,}$$

wobei der Reibungswiderstand zu

$$k = 0,01989 + \frac{0,0005078}{d} = 0,01989 + \frac{0,0005078}{0,5} \\ = 0,02091$$

eingesetzt ist.

Hiernach ergibt sich

$$Q = F \cdot v = 0,1964 \cdot 1,75 \\ = 0,344 \text{ cbm,}$$

d. h. ein Betrag, der gegen den vorherigen nach Weisbach $Q = 0,342 \text{ cbm}$ nur wenig abweicht.

Für kurze Leitungen mit anderem als kreisförmigem Querschnitte kann die Wassergeschwindigkeit ebenfalls nach

$$v = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{1 + e + k \frac{L}{D}}}$$

Abbildung 318.

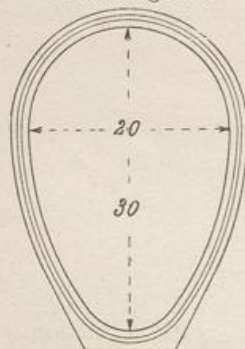


Abbildung 319.

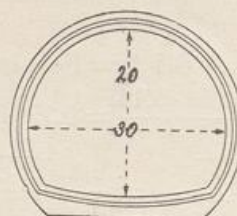
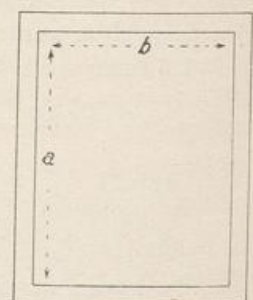


Abbildung 320.



bestimmt werden. Hierbei ist D ein mittlerer Durchmesser, der auch für k nach Darcy maßgebend ist und nach

$$D = \frac{4F}{U}$$

berechnet wird; F in qm ist der Flächeninhalt, U in m der Umfang des ganzen wasserführenden Querschnittes.

Derartige Leitungen werden zuweilen für Durchlässe angeordnet und zeigen einen „eiförmigen“ (Abbil. 318) oder „gedrückten“ (Abbil. 319) Durchflußquerschnitt. Bei der rechteckigen Form nach Abbil. 320, z. B. bei Plattendurchlässen, Kastenschleusen und Unterleitungen, gilt ebenfalls $D = \frac{4F}{U}$, womit nach Abbil. 320

$$D = \frac{2ab}{a+b}$$

leicht erhalten wird.

Für die üblichen Lichtweiten der angegebenen Rohrquerschnitte läßt sich aus der nachstehenden Zahlentafel 7 der Reibungswiderstand k nach Darcy entnehmen.

Zahlentafel 7.

Werte für D und F , dann für k nach Darcy.

Runde Röhren			Eiförmige Röhren				Gedrückte Röhren *)			
Durchmesser d	Querschnittsfläche F	k nach Darcy	Lichte Weite L. W.	Mittlerer Durchmesser $D = \frac{4F}{U}$	Querschnittsfläche F	k nach Darcy	Lichte Weite L. W.	Mittlerer Durchmesser $D = \frac{4F}{U}$	Querschnittsfläche F	k nach Darcy
m	qm		cm	m	qm		cm	m	qm	
0,075	0,0044	0,02666	20/30	0,23	0,0459	0,02210	20/30	0,23	0,0480	0,02210
0,10	0,0079	0,02497	25/37,5	0,29	0,0718	0,02164	25/40	0,30	0,0820	0,02158
0,12	0,0113	0,02412	30/45	0,35	0,1034	0,02134	40/50	0,45	0,1650	0,02102
0,15	0,0177	0,02328	35/52,5	0,41	0,1407	0,02113	45/60	0,50	0,2180	0,02091
0,175	0,0241	0,02279	40/60	0,46	0,1838	0,02099	60/70	0,65	0,3598	0,02067
0,20	0,0314	0,02243	45/67,5	0,52	0,2226	0,02087	80/100	0,89	0,6552	0,02046
0,225	0,0398	0,02215	50/75	0,58	0,2871	0,02077	100/120	1,11	0,9882	0,02035
0,25	0,0491	0,02192	60/90	0,70	0,4135	0,02062	.	.	.	.
0,30	0,0707	0,02158	66,7/100	0,77	0,5094	0,02055	.	.	.	.
0,35	0,0962	0,02134	70/105	0,81	0,5628	0,02052	.	.	.	.
0,40	0,1257	0,02116	80/120	0,93	0,7351	0,02044	.	.	.	.
0,45	0,1590	0,02102	93,3/140	1,08	0,9978	0,02036	.	.	.	.
0,5	0,1964	0,02091	100/150	1,16	1,1485	0,02033	.	.	.	.
0,6	0,2827	0,02074	.	.	.	.	.	.	.	.
0,7	0,3848	0,02062	.	.	.	.	.	.	.	.
0,8	0,5027	0,02052	.	.	.	.	.	.	.	.
0,9	0,6362	0,02045	.	.	.	.	.	.	.	.
1,0	0,7854	0,02040	.	.	.	.	.	.	.	.
1,1	0,9503	0,02035	.	.	.	.	.	.	.	.
1,2	1,1310	0,02031	.	.	.	.	.	.	.	.
1,3	1,3273	0,02028	.	.	.	.	.	.	.	.
1,4	1,5394	0,02025	.	.	.	.	.	.	.	.
1,5	1,7672	0,02023	.	.	.	.	.	.	.	.

*) Die Abmessungen entsprechen einem Preisverzeichnisse des Zementwarenerks Liebold u. Comp. in Holzminden.

Beispiel. Ein gemauerter Plattendurchlaß von $L = 10$ m Länge mit dem rechteckigen Querschnitte $1,0/1,2$ m hat mit einem Ueberdrucke $h = 0,3$ m eine Hochwassermenge schadlos abgeführt. Wie groß war die Wassermenge Q ?

Lösung. Es wird zunächst der mittlere Durchmesser

$$D = \frac{4F}{U} = \frac{4(1,0 \cdot 1,2)}{1,0 + 1,2 + 1,0 + 1,2} = \frac{4,8}{4,4} = 1,09 \text{ m}$$

berechnet. Dem $D = 1,09$ entspricht ein

$$k = 0,01989 + \frac{0,0005078}{1,09} = 0,02035.$$

Es ist sodann:

$$v = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{1 + e + k \cdot \frac{L}{D}}} = \frac{\sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,3}}{\sqrt{1 + 0,505 + 0,02035 \cdot \frac{10,0}{1,09}}} = 1,86 \text{ m.}$$

$$\text{Demnach ist } Q = F \cdot v = 1,86 \cdot 1,2 = 2,232 \text{ cbm.}$$

Um für eine gegebene Wassermenge Q die Rohrweite zu finden, eine Aufgabe, die sich sehr oft wiederholt, wird für runde Röhren die Gleichung (S. 273):

$$Q = F \cdot v = \frac{d^2 \pi}{4} \cdot \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{1 + e + k \cdot \frac{L}{d}}}$$

durch Umstellung in die Form

$$d = 0,6073 \sqrt[5]{[(1 + e)d + k \cdot L] \cdot \frac{Q^2}{h}}$$

gebracht, wo auf der rechten Seite d und k versuchsweise eingesetzt wird. Mit Hilfe des Reibungswiderstandes von Darcy gelangt man hier schneller zum Ziele als bei Anwendung von k nach Weisbach.

Beispiel. Unter einem Straßendamme wird infolge Anlage eines neuen Entwässerungsgrabens der Bau eines Röhrendurchlasses von 28 m Länge notwendig. Der Graben soll ein Gefälle von $J = 3,5$ ‰ erhalten und eine größte Wassermenge von 1,00 cbm in der Sekunde abführen. Im Oberwasser kann ohne Schädigung des angrenzenden Geländes ein Aufstau von 0,7 m eintreten. Es ist der Rohrdurchmesser d zu ermitteln und die Wassergeschwindigkeit, die sich in der Leitung wahrscheinlich entwickeln wird.

Lösung. Zur Ermittlung der Druckhöhe h sei darauf hingewiesen, daß sie gemäß Seite 272 den Höhenunterschied zwischen Oberwasser- und Unterwasserspiegel darstellt. Da das Bauwerk gewöhnlich im Gefälle des Wasserlaufes liegt, ist neben der Größe des Aufstaus im Oberwasser auch der Höhenunterschied des ungestauten Wasserspiegels vor und hinter dem Bauwerke zu beachten, der im vorliegenden Falle $0,0035 \cdot 28 = 0,098 = 0,1$ m beträgt. Die Druckhöhe würde sich hier demnach zusammensetzen aus dem zulässigen Aufstau im Oberwasser von 0,70 m und dem eben berechneten Höhenunterschiede, so daß $h = 0,7 + 0,1 = 0,8$ m ist. Würde der Durchlaß wagerecht verlegt und

damit das Gefälle des Grabens $J = 3,5 \text{ ‰}$ auf die Länge von $L = 28 \text{ m}$ unterbrochen, so wäre die Druckhöhe $h =$ dem im Oberwasser zulässigen Aufstau, hier also $0,7 \text{ m}$.

Die Rohrweite soll entsprechend der Aufgabe für die Druckhöhe $h = 0,8 \text{ m}$ ermittelt werden. Nach Seite 276 ist:

$$d = 0,6073 \sqrt[5]{[(1+e) \cdot d + k \cdot L] \cdot \frac{Q^2}{h}}$$

In der rechten Seite müssen d und k versuchsweise eingesetzt und nach dem Ergebnisse verbessert werden, wobei k nach Darcy aus Zahlentafel 7 gewählt wird. Nimmt man an, der Durchmesser d wäre genähert zu $0,7 \text{ m}$ gefunden, so ist $k = 0,02062$ und endgültig:

$$d = 0,6073 \sqrt[5]{[1,505 \cdot 0,7 + 0,02062 \cdot 28] \frac{1,0^2}{0,8}} \\ = 0,7 \text{ m.}$$

Die Wassergeschwindigkeit wird in einfachster Weise gefunden nach:

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{4 \cdot Q}{d^2 \pi} = \frac{4 \cdot 1,0}{0,49 \cdot 3,14} \\ = 2,60 \text{ m}$$

und gleichzeitig zur Sicherung der vorangegangenen Rechnung zu:

$$v = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{1+e+k \cdot \frac{L}{d}}} = \frac{\sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,8}}{\sqrt{1+0,505+0,02062 \cdot \frac{28}{0,7}}} \\ = 2,60 \text{ m.}$$

Die beiden nachstehenden Beispiele mögen die Anwendung der Formeln noch weiter erläutern.

Beispiel 1. Ein Bewässerungsgraben soll unter einem Bache durch eine Unterleitung (Düker) von 18 m Länge weitergeleitet werden. Der Höhenunterschied des Wasserstandes im Ober- und Untergraben ist zu ermitteln, wenn die sekundliche Wassermenge im Zuleiter $Q = 0,340 \text{ cbm}$ beträgt und der in eiförmigen Röhren auszubauende Düker eine lichte Weite von $40/60 \text{ cm}$ (s. Zahlentafel 7) erhält.

Lösung. Nach Zahlentafel 7 (S. 275) beträgt die Querschnittsfläche des eiförmigen Rohres $F = 0,1838 \text{ qm}$. Bei $Q = 0,340 \text{ cbm}$ ist demnach

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{0,340}{0,1838} = 1,85 \text{ m.}$$

Nun ist gemäß Seite 274

$$h = \frac{v^2}{2g} \left(1 + e + k \frac{L}{D} \right).$$

Setzt man nach Zahlentafel 7 den mittleren Durchmesser $D = 0,46 \text{ m}$ und das entsprechende $k = 0,02099$, ferner die anderen Werte in die Formel ein, so erhält man:

$$h = \frac{1,85^2}{19,62} \left(1 + 0,505 + 0,02099 \cdot \frac{18}{0,46} \right) \\ = 0,40 \text{ m.}$$

Beispiel 2. Aus einer Brunnenstube*) soll unter einer Straße das Abwasser einer Entwässerungsanlage durch eine Rohrleitung (glasierte Tonröhren) von 40 m Länge zu einem Vorflutgraben geführt werden. Bedingt durch verschiedene örtliche Verhältnisse ist die Leitung wagerecht einzubauen. Aus gleicher Rücksicht darf sich in der Brunnenstube ein Aufstau von höchstens 0,10 m bilden, hingegen fällt das Wasser in den Vorfluter frei herab. Wie groß ist der Durchmesser der Röhren zu wählen, wenn die nach der Brunnenstube zu entwässernde Fläche 115 ha beträgt und eine sekundliche Abflußmenge von 0,65 Liter (l) von 1 ha Fläche angenommen wird?

Lösung. Die aus der Brunnenstube sekundlich abzuführende Wassermenge beträgt $115 \cdot 0,65 = 75 \text{ l} = 0,075 \text{ cbm}$. Unter Annahme eines Näherungswertes für den Röhrendurchmesser von $d = 0,20 \text{ m}$ berechnet sich, da das Wasser frei in den Vorfluter hinabstürzt, die Druckhöhe aus 0,1 m (Hälfte des Rohrdurchmessers, s. S. 272) und 0,1 m (erlaubter Aufstau in der Brunnenstube) zu $0,1 + 0,1 = 0,2 \text{ m}$.

Die Versuchsrechnung mit $d = 0,2 \text{ m}$ und $h = 0,2 \text{ m}$ ergab für $Q = F \cdot v$, wobei v nach
$$v = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{1 + e + k \frac{L}{d}}}$$
 ermittelt worden ist, eine kleinere Wassermenge

als 0,075 cbm. Wird weiter der Durchmesser $d = 0,3 \text{ m}$ und sonach $h = 0,15 + 0,1 = 0,25 \text{ m}$ angenommen, so ergibt sich eine Geschwindigkeit von $v = 1,06 \text{ m}$, die mit $F = \frac{d^2 \pi}{4} = 0,0707 \text{ qm}$ (s. a. Zahlentafel 7) multipliziert genau die abzuführende Wassermenge $Q = 0,075 \text{ cbm}$ bewältigt.

Die Geschwindigkeit selbst wurde berechnet nach:

$$v = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{1 + e + k \frac{L}{d}}} = \frac{\sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,25}}{\sqrt{1 + 0,505 + 0,02158 \cdot \frac{40}{0,3}}} = 1,06 \text{ m}.$$

Die einfachste Lösung der vorstehenden und ähnlicher Aufgaben ermöglicht die Benutzung von Schaubildern, in denen die in Frage kommenden Größen durch Linien zur Darstellung gebracht werden. Eine Tafel dieser Art enthalten die auf Seite 261 genannten Hilfstafeln des Verfassers für runde, eiförmige und gedrückte Röhren in den üblichen Abmessungen für die Längen L von 1 bis 50 m, für Druckhöhen h von 0,1 bis 2,0 m und Wassermengen $Q = 0,002$ bis 3,5 cbm; hierbei ist der Widerstand k nach Darcy gewählt. Für k nach Weisbach sind die „Kurve tafeln zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit unter Druck liegender Bauwerke in Entwässerungs- und Bewässerungsgräben“ von F. Hürten, Verlag Paul Parey-Berlin 1897, aufgestellt.

*) Siehe: Die Bodenmelioration, II. Teil, Seite 67; Bd. IX im „Handbuche des Bauingenieurs“.

2. Wassermengen in langen Rohrleitungen.

Ist F der Flächeninhalt des wasserführenden Querschnittes eines Rohres, so ist die abgeführte Wassermasse

$$Q = F \cdot v.$$

Hierbei wird die Durchflußgeschwindigkeit v nach der allgemeinen, schon Seite 257 bekannt gegebenen Gleichung von Ganguillet und Kutter*)

$$v = c \cdot \sqrt{R \cdot J} = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{J}\right) \cdot \frac{n}{\sqrt{R}}} \cdot \sqrt{R \cdot J}$$

entwickelt. Für Gefälle $J \geq 0,0005$ (0,5 ‰ oder 1:2000) tritt jedoch in der Regel die einfachere Geschwindigkeitsformel nach Kutter ein:

$$v = c \cdot \sqrt{R \cdot J} = \frac{100 \sqrt{R}}{a + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{R \cdot J}.$$

Die Geschwindigkeitsformeln bleiben zutreffend, ob die Rohrleitung voll läuft, d. h. ob das Wasser unter Druck steht, oder ob die Leitung nur teilweise gefüllt ist, also das Wasser mit freiem Spiegel zum Abfluß gelangt.

Für das volllaufende **runde** Rohr (Abbil. 321) mit dem Durchmesser d ist der wasserführende Querschnitt

$$F = \frac{d^2 \pi}{4} \text{ und } R = \frac{F}{U} = \frac{d^2 \pi}{4 \cdot d \pi} = \frac{d}{4},$$

so daß je nach der gestellten Aufgabe die Größe Q , d oder J gesucht wird. Das Gefälle J wird dabei häufig in der Form

$$J = \frac{h}{l}$$

geschrieben, wo h den Höhenunterschied des Anfangs- und Endpunktes einer Rohrleitung von der Länge l (wagerecht gemessen) bedeutet. Unter Beachtung der angegebenen Formeln findet sich hiernach:

$$F = \frac{d^2 \pi}{4} = 0,786 d^2;$$

$$U = d \pi = 3,142 d;$$

$$R = \frac{F}{U} = 0,250 d;$$

$$v = c \cdot \sqrt{\frac{d}{4} \cdot \frac{h}{l}} = \frac{c}{2} \sqrt{d \cdot \frac{h}{l}}$$

$$Q = \frac{d^2 \pi}{4} \cdot c \sqrt{\frac{d}{4} \cdot \frac{h}{l}} = 0,393 \cdot c \cdot \sqrt{d^5 \cdot \frac{h}{l}}.$$

Bei teilweiser Füllung des Rohres (Abbil. 322) wird der wasserführende Querschnitt berechnet nach:

$$F = \left(\frac{w}{180^\circ} \cdot \pi - \sin w \right) \frac{d^2}{8},$$

Abbildung 321.

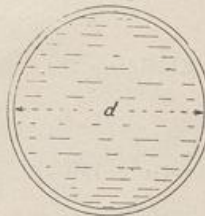


Abbildung 322.



*) Siehe auch: Weyrauch: Hydraulisches Rechnen. Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart 1909. — Gamann: Hydraulik und ihre Anwendung in der Kulturtechnik. Verlag Paul Parey, Berlin 1909.

weiter:

$$U = \frac{w \cdot \pi}{360^\circ} \cdot d$$

$$R = \frac{w \cdot \pi - \sin w \cdot 180^\circ}{w \cdot \pi} \cdot \frac{d}{4}$$

Aus diesen Beziehungen ist rechnermäßig festzustellen, daß die größte Wassermenge nicht bei vollständig gefülltem Rohre, sondern bei einem Füllwinkel (Abbil. 322) $w = \text{rd } 308^\circ$ — dies entspricht einer Füllhöhe $d_1 = 0,91 d$ — zum Abfluß gelangt. Die größte Wassergeschwindigkeit tritt dagegen bei einem Winkel $w = \text{rd } 257\frac{1}{2}^\circ$ ein.

In dem üblichen vollaufenden **eiförmigen** Rohre (Abbildung 323), bei dem die Kämpferlinie in $\frac{2}{3}$ der lichten Querschnittshöhe liegt, erhält man:

$$F = 4,594 r^2$$

$$U = 7,930 r$$

$$R = 0,579 r$$

$$v = 0,761 \cdot c \sqrt{r \cdot \frac{h}{l}}$$

$$Q = 3,496 \cdot c \sqrt{r^5 \cdot \frac{h}{l}},$$

wobei r der grundlegende Halbmesser des Rohrquerschnittes gemäß Abbil. 323 ist.

Die größte Wassermenge wird hier erreicht, wenn der Füllwinkel $w = \text{rd } 297\frac{1}{2}^\circ$ bei rd 0,94 der lichten Querschnittshöhe beträgt, die größte Durchflußgeschwindigkeit, wenn $w = \text{rd } 248\frac{1}{2}^\circ$ ist.

Ist der Querschnitt nur bis zur Kämpferhöhe gefüllt, so ist $F = 3,023 r^2$, $U = 4,788 r$ und $R = 0,631 r$.

Bei teilweiser Füllung (Abbil. 324) in der Entfernung y unter der Kämpferhöhe besteht für den Flächeninhalt des Wasserquerschnittes F_y die Gleichung:

$$F_y = r^2 \left[3,023 - 9 \arcsin \left(\sin = \frac{y}{3r} \right) \right] + r y \left[4 - 3 \sqrt{1 - \left(\frac{y}{3r} \right)^2} \right].$$

$$\text{Ferner ist } U_y = r \left[4,788 - 6 \arcsin \left(\sin = \frac{y}{3r} \right) \right], \text{ woraus}$$

$$R_y = \frac{F_y}{U_y}$$

abzuleiten ist.

Für anders geformte Rohrquerschnitte wird am raschesten eine Zeichnung im großen Maßstabe über die Größen F und U bzw. R unterrichten. Die Ausmessung kann mit Hilfe der im I. Teile angegebenen Flächen- und Längenmeßinstrumente vorgenommen werden.

Hierbei sei auch auf „Das Taschenbuch für Kanalisations-Ingenieure“ von Imhoff, Verlag von Oldenbourg-München und Berlin 1907, verwiesen, das eine reiche Auswahl abweichender Querschnittsformen unter Angabe einer sehr einfachen Berechnung von F , U und R bei voller oder teilweiser Füllung nachweist.

Abbildung 323.

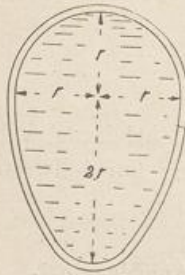


Abbildung 324.



Als Widerstandswerte a und n der auf Seite 279 mitgeteilten Geschwindigkeitsformeln haben sich die in der nachstehenden Zahlentafel 8 enthaltenen Zahlen bewährt.

Zahlentafel 8.

Mittlere Widerstandswerte a und n für die Geschwindigkeitsformeln von Ganguillet und Kutter.

Nr.	Art der Rohrwandung	a	n
1.	Neuer vollständig glattgeputzter Beton (Spiegelputz), glattgehobelter Holz, glatte Metallplatten ohne Ränder, z. B. neue eiserne Druckrohrleitungen	0,10	0,0109
2.	Älterer vollständig glattgeputzter Beton, sauberes glattes Quadermauerwerk oder ältere Metallplatten, z. B. ältere eiserne Druckrohrleitungen, Druckrohrleitungen in Eisenbeton	0,25	0,0125
3.	Ältere Zementrohre mit Rändern	0,35	0,0135
4.	Rauh zugeriebene ältere Betonputzflächen, gewöhnliches Schichten- oder Backsteinmauerwerk	0,50	0,015
5.	Ebene Betonflächen ohne Putz, gefugtes hammerrechtes Bruchsteinmauerwerk, Sohle etwas mit Schlamm bedeckt	0,70	0,017
6.	Alter Beton oder Mauerwerk mit schlammiger, unbefestigter Sohle; glatter Fels	1,00	0,020
7.	Sehr rauher Fels, schlammige Sohle mit wenig Wasserpflanzen	1,70	0,027

Hiernach beträgt bei der einfachen Kutterschen Formel (S. 279), unter Berücksichtigung, daß meist größere Gefälle als 0,5 ‰ vorliegen,

für Kanalisationsleitungen mit Zement- oder Tonrohren . . $a = 0,35$,

für Leitungen der Wasserversorgung $a = 0,25$;

für Wasserkraftanlagen ist je nach Art und Beschaffenheit der Rohrleitung vorzugehen.

Bei Röhren-Entwässerungen (Drainage) wird neuerdings nach dem Vorgange von Gerhardt*) für die kurzen Ton- oder Zementröhren mit $a = 0,30$ gerechnet.

Hier ist aber die bislang übliche Geschwindigkeitsformel

$$v = 3,59 c \sqrt{\frac{d \cdot h}{2 + d}}$$

noch sehr verbreitet, wo h das Gefälle in ‰ darstellt und c ein von Vincent eingeführter Widerstandswert ist. Nach diesem ist bei einem

Rohrdurchmesser $d = 4 \quad 5 \quad 6,5 \quad 8 \quad 10 \quad 13 \quad 16 \quad 18 \quad 21$ cm
der Widerstandswert $c = 0,71 \quad 0,75 \quad 0,78 \quad 0,80 \quad 0,83 \quad 0,86 \quad 0,88 \quad 0,90 \quad 0,92$

Die Auswertung der vorstehend bekannt gegebenen Formeln ist in allen Fällen äußerst umständlich und zeitraubend. Man hat deshalb für den ständigen

*) „Grundlehren der Kulturtechnik“, Paul Parey, Berlin 1909.

Gebrauch Zahlentafeln aufgestellt oder Schaubilder gezeichnet, denen die gewünschten Größen leicht entnommen werden können. Es seien erwähnt für allgemeine Zwecke: „Hydraulisches Rechnen“ von Weyrauch, Verlag von Konrad Wittwer-Stuttgart 1909, im einzelnen für Kanalisationen das schon erwähnte Taschenbuch von Imhoff (s. S. 280) und für Wasserleitungen der auf Seite 228 genannte Leitfaden von Heinemann. Für die besonderen Zwecke der Röhrenentwässerung werden die Hilfstafeln (s. S. 261) des Verfassers genannt, die eine Tafel für die Geschwindigkeitsformel nach Vincent enthalten, sowie eine Einzel-Tafel*) desselben Verfassers, die für $a = 0,30$ gemäß dem Vorschlage von Gerhardt aufgestellt ist.

F. Absteckarbeiten und Schlußvermessung.

A. Absteckarbeiten.

I. Allgemeines.

Die Aufgaben, die in das Gebiet der „Absteckung“ fallen, betreffen die Festlegung der Umrisse von Bauanlagen im Gelände, wobei durch gewisse Arbeiten diejenigen Punkte nach Lage und Höhe bestimmt und vorübergehend oder dauernd bezeichnet werden, die als Richtschnur für die Ausführung der geplanten Neuanlagen erforderlich sind.

1. Die Festlegung der Punkte wird bei wichtigen Bauten in der Regel auf Grund von Lage- und Höhenplänen vorgenommen, in denen der Verlauf der für die Anlage maßgebenden „Leitlinie“, „Mittellinie“, „Achslinie“ oder „Achse“ eingezeichnet ist und in denen alle näheren Bestimmungsstücke für die Absteckung enthalten sind. Für solche Fälle werden mittels „Vorarbeiten“ die in Betracht kommenden örtlichen Verhältnisse**) ermittelt und geklärt, wodurch die den Umständen entsprechende zweckmäßigste und wirtschaftlichste Linie bestimmt wird.

Die Vorarbeiten werden sehr oft zunächst als „Allgemeine Vorarbeiten“ durchgeführt, um ein überschlägliches Urteil über die in Aussicht genommenen Anlagen zu gewinnen und eine vorläufige Leitlinie festzusetzen. Hierzu genügen vielfach die von der Landesaufnahme hergestellten Karten (siehe I. Teil, S. 180), besonders die Meßtischblätter im Maßstabe 1:25000, in die beim Begange des Geländes die fraglichen Linien, siehe beispielsweise Tafel IX im I. Teile, eingetragen werden. Bedenken über die Höhenverhältnisse können am einfachsten unter Zuhilfenahme eines „Luftdruckmessers“ (s. S. 196) besei-

*) „Graphische Tafel für Drainrohrweiten“. Von G. Schewior. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt-Leipzig 1913.

**) Ueber die in Betracht kommenden Gesichtspunkte unterrichten die auf Seite 228 namentlich angegebenen Einzelbände des „Handbuches des Bauingenieurs“.

tigt werden, der auch dann meist genügt, wenn die Leitlinie in ihrer vorläufigen Lage auf grund von Karten ohne Höhenangaben, z. B. auch auf grund der Katasterkarten (s. I. Teil, S. 167) festgestellt wird, für die also noch besondere Höhenmessungen zu bewirken sind.

Wenn die durch die „Allgemeinen Vorarbeiten“ gewonnene vorläufige Leitlinie im wesentlichen den zu stellenden Anforderungen entspricht, wird sie in ihren einzelnen Teilen den örtlichen Verhältnissen völlig angepaßt, und es erfolgt sodann durch die „Ausführlichen Vorarbeiten“ eine entsprechend eingehende Aufnahme der in Frage kommenden Geländeoberfläche nach Lage und Höhe, so daß es schließlich nur noch unwesentlicher Abänderungen bedarf, um die endgültige Leitlinie zu erhalten. Diese wird unter Beachtung der ins Einzelne gehenden Gesichtspunkte (s. Anm.**) S. 282) in letzter Linie durch die „Entwurfsbearbeitung“ auf grund der Lage- und Höhenpläne festgestellt, wobei die technisch zweckmäßigste und mit Rücksicht auf die Ausführungskosten günstigste Linienführung gewählt wird. Zu den Entwurfsarbeiten gehören je nach der Art der zur Ausführung gelangenden Anlagen die Anfertigung von Längen- und Querschnitten, die Erdmassenberechnungen*) und die Entwürfe von Bauwerken**), so daß schließlich der „Kostenanschlag“ über alle vorzunehmenden Arbeiten und sonstigen Aufwendungen aufgestellt werden kann.

2. Bei kleineren Anlagen wird sehr oft, falls der tätige Ingenieur oder Techniker die nötige Sachkenntnis und Uebung besitzt oder falls die Leitlinie durch die Umstände vorgeschrieben ist, die endgültige Linie sofort im Felde abgesteckt, und es werden im Anschluß hieran die „Ausführlichen Vorarbeiten“ vorgenommen. Für diese kommt stets dasjenige Verfahren der Lage- und Höhenmessung in Betracht, das den gegebenen Verhältnissen am besten entspricht und hinreichend scharfe Ergebnisse gewährleistet. Mit großem Vorteile kann der „Schnellmesser“, auf dessen Vorzüge bereits Seite 129 hingewiesen ist, zu gemeinsamer Lage- und Höhenmessung herangezogen werden, vielfach auch in den Fällen, wo Lagepläne (Katasterpläne) vorliegen, für die die Höhenangaben meist mit Hilfe der „Fernrohrwagen“ (s. S. 50) ermittelt werden, wie dies beispielsweise bei kulturtechnischen Arbeiten in weitestem Umfange zu geschehen pflegt.

Die „Absteckung“ der endgültigen Leitlinie wird ins Feld aus dem Lageplane von festen Punkten oder von Linien übertragen, deren Uebereinstimmung mit der Oertlichkeit unzweideutig feststeht. Da die Leitlinien sich aus Geraden zusammensetzen oder zumeist aus Geraden, die durch Kreisbögen verbunden sind, so ist hier die Aufgabe zunächst dahin zu lösen, entweder die Brechpunkte der Geraden oder die Berührungspunkte der Geraden und Kreisbögen im Felde „abzustecken“ oder „abzusetzen“. Zwischen den so erhaltenen „Hauptpunkten“ wird noch weiter in den Geraden und Bögen eine beliebige Anzahl von „Kleinpunkten“ eingeschaltet, um der nachfolgenden Bauausführung einen sicheren Anhalt in kurzen Zwischenräumen zu verschaffen. Die Leitlinien sind zudem der Ausgang für alle Absteckungen der seitlichen Begrenzung

*) Siehe: Band XIII: „Der Erdbau“.

**) Siehe: Die anderen zuständigen Bände der Sammlung (S. 228).

der Neuanlagen, im besonderen auch der vorgesehenen Bauwerke, deren genauere Lage durch sogen. „Schnurgerüste“ (s. S. 342) in der Oertlichkeit noch weiter sichergestellt wird.

II. Absteckarbeiten für die Lage der Punkte.

1. Abstecken der Hauptpunkte in Leitlinien.

a) **Unmittelbare Absteckung im Felde.** Wie schon in der vorstehenden Einleitung hervorgehoben wurde, ist es oft möglich, die Leitlinie unmittelbar im Felde zu entwerfen und die „Hauptpunkte“, d. h. die Brechpunkte der Geraden und deren Berührungspunkte mit den Kreisbögen anzugeben. Dies wird in der Regel bei kleineren Anlagen zutreffen und da, wo die Verhältnisse die Lage der Leitlinie vorschreiben, sei es, daß die Oertlichkeit oder die Besitzverhältnisse, sei es, daß die technischen Maßnahmen weitere Lösungen ausschließen. Solche Fälle bieten beispielsweise kurze Straßen- und Wegeverbindungen, auch kleinere Wegenetze, wie sie etwa bei Güterteilungen und Verpachtungen vorkommen, dann die Anlagen von Wasserleitungen, Kanalisationen und Straßenbahnen, vornehmlich aber auch die Arbeiten der Kulturtechnik, wo über die Lage einzelner Drainleitungen, Bewässerungs- und Entwässerungsgräben und über Begradigungen kleiner Flußläufe, Bäche oder Gräben nicht selten sofort an Ort und Stelle endgültig entschieden wird. Sollte nach den weiter einsetzenden „Ausführlichen Vorarbeiten“, die die maßgebenden Lage- und Höhenpläne ergeben, eine Berichtigung der Leitlinie ratsam erscheinen, so kann ihre Abänderung leicht auf grund der im Felde vermarkten Hauptpunkte oder mit Hilfe besonderer Aufnahmelinien (s. S. 283) erfolgen.

b) **Absteckung nach dem Lageplan.** Letzteres trifft auch dann zu, wenn die endgültige Leitlinie nach den Unterlagen der „Ausführlichen Vorarbeiten“, wie es bei umfangreichen Bauentwürfen gewöhnlich geschieht, in die Oertlichkeit übertragen wird. Hier bildet entweder die vorläufig abgesteckte Leitlinie oder aber stets zweckmäßig ein besonderer Linienzug, in der Regel ein Vieleckszug (s. I. Teil, S. 69 und die Polygonzüge S. 75) die Grundlage für die Aufnahme und die weitere Absteckung. Die in Frage kommenden Hauptpunkte werden von diesen Aufnahmelinien im Felde abgesetzt und vermarkt, indem man die nötigen „Bestimmungsstücke“ auf dem Lageplan abgreift und diese, wenn Kreisbögen vorliegen auch deren Halbmesser, die meist runde Maße sind, in den Lageplan oder auch in besondere Absteckrisse einträgt.

c) Besteht die Leitlinie nur aus Geraden, so sind ihre Brechpunkte derart abzustecken, daß man sie rechtwinkelig von den Aufnahmelinien absetzt oder daß man die Schnittpunkte der Geraden oder deren Verlängerungen mit den Aufnahmelinien ermittelt. Kann auch von Grenzpunkten aus oder durch Schnitte der Leitlinie mit Grenzlinien eine Uebertragung erfolgen (s. Abbil. 181), so ist letztere nur dann sicher, wenn eine gute Uebereinstimmung der Karte und Oertlichkeit gefunden ist, was bei Benutzung z. B. älterer Katasterkarten als Lagepläne nicht immer zutrifft. Wenn das fragliche Gelände durch eine neue Lageaufnahme (s. z. B. S. 174 und I. Teil des Feldmessens) klargelegt wird, ist die verlangte Uebereinstimmung selbstverständlich vorhanden.

Beispiel 1. Die Rohrführung der Wasserleitung gemäß dem Lageplan in der **Tafel I** besteht aus Geraden, die unter Zugrundelegung einer Abzeichnung der Katasterkarte sofort im Gelände endgültig abgesteckt worden sind und als Unterlage der Höheneinwägung, siehe hierüber Seite 84, dienen. Die Lage der Hauptpunkte der Rohr-Leitlinie ist durch einfache Längenmessungen in den Grenzlinsen für den Lageplan eingemessen worden, nachdem (s. I. Teil, S. 177) eine ausreichende Uebereinstimmung der Katasterkarte und Oertlichkeit festgestellt worden ist.

Beispiel 2. Anders liegen die Verhältnisse in Abbil. 325. Letztere stellt einen verkleinerten Absteckriß für den im Bande IX des „Handbuchs des Bauingenieurs“ in **Tafel III** gezeichneten Drainage-Entwurf*) dar, der die Abteilungen 1 bis 4 enthält.

Der Hauptsammler a und der Nebensammler b der Abteilung 1 liegen in einer runden Entfernung von 8 m vom Wege und lassen sich leicht gemäß den Angaben auf Seite 339 rechtwinkelig von den Wegekanten absetzen. Dasselbe gilt auch für den Hauptsammler a der Abteilung 2, der von der nördlichen Grabenkante der Kreisstraße einen Abstand von durchweg 8 m erhält. Die kurzen offenen Gräben von der Ausmündung bis zum Vorflutgraben AA sind nach den Abstecklängen 20,5 bzw. 22,0 abzumessen. Alle Brechpunkte der Sammler werden als Hauptpunkte durch einfache Pfähle bezeichnet. Der erste und letzte Pfahl, d. h. der Pfahl am oberen Ende bzw. an der Ausmündung des Sammlers erhält als Aufschrift mit Rotstift die Sohlenhöhe des Sammlers an der betreffenden Stelle, z. B. bei der Abteilung 1 Sammler a die Höhe 48,74 bzw. 41,00.

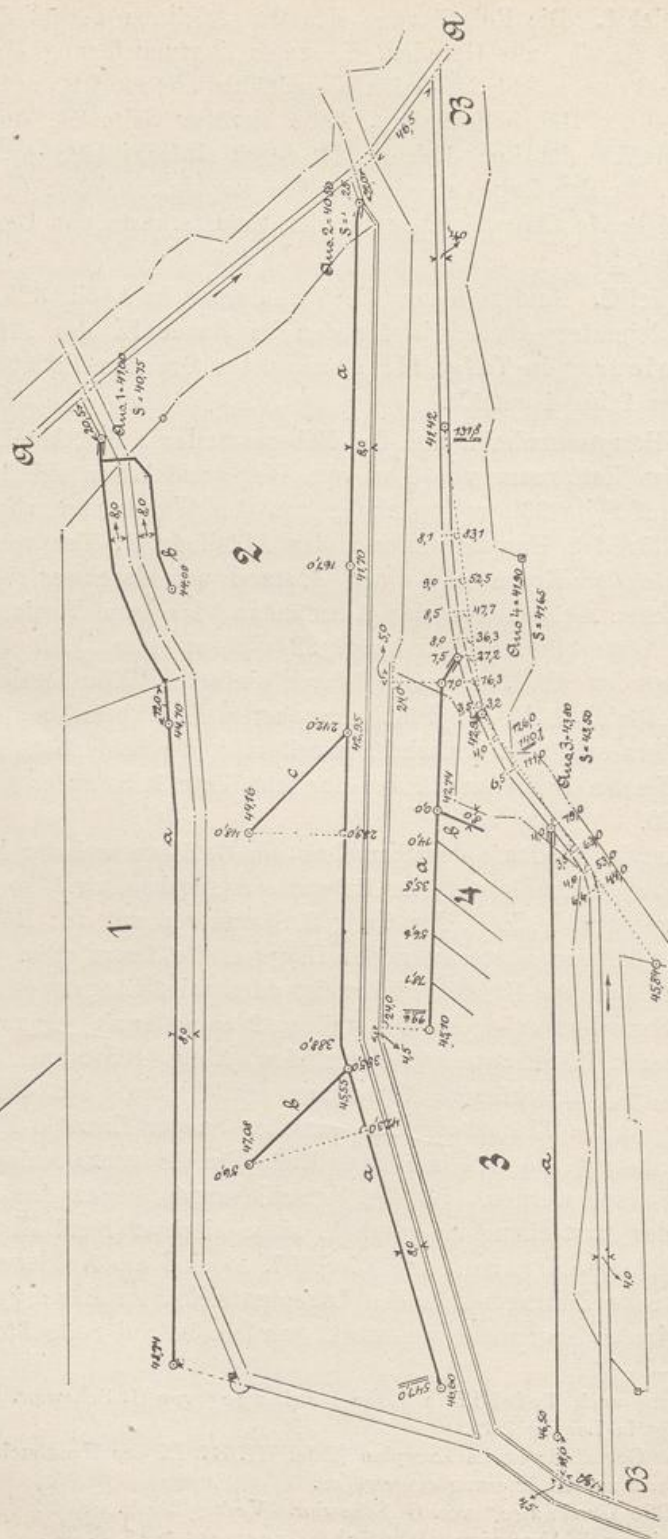
Findet im Verlaufe des Sammlers ein Gefällwechsel der Rohrleitung statt, dessen Höhe gleichfalls stets im Entwurfe angegeben wird, so sind auch diese Stellen durch Pfähle, z. B. Abteilung 2 Sammler a mit den Höhen 45,55, 42,95 und 41,70, bei der Absteckung der Hauptpunkte festzulegen. Die Abmessung solcher Gefällwechsel-Punkte wird meist durch eine Längenmessung in der Richtung des Sammlers erfolgen (s. Abteilung 2 Sammler a), wenn nicht andere Anhaltspunkte, z. B. Schnitte mit Grenzlinsen (Abtlg. 1 Sammler a bei der Sohlenhöhe 44,70**), eine kürzere Abmessung ermöglichen. Mit der Längenmessung kann aber oft die Absteckung der seitlichen Sauger Hand in Hand gehen, siehe z. B. Abteilung 4, so daß hierdurch Maße für die ganze Anlage in einfachster Weise gewonnen werden. Werden Verschiebungen gegen den eigentlichen Entwurf bei der Absteckung erforderlich, siehe hierüber Band IX S. 52 des Handbuchs und „Die Drainage“***), S. 97, so sind die Änderungen durch Messungen zwecks Eintragung in den Lageplan sicher zu stellen†). Wie die meist gleich verlaufenden Sauger abgesteckt werden, ist auf Seite 339 nachzulesen.

*) Siehe auch **Tafel II** in „Die Drainage“ von G. Schewior. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig 1912.

) Die Grenzlinie ist im Lageplan (Tafel III**, Bd. IX des Handbuchs) nicht enthalten; sie ist hier nur zur Erläuterung eingetragen.

*** „Die Drainage“ von G. Schewior. Verlag Bernh. Friedr. Voigt, Leipzig 1912.

†) Siehe auch Abschnitt: „Die Schlußvermessung“, S. 359.

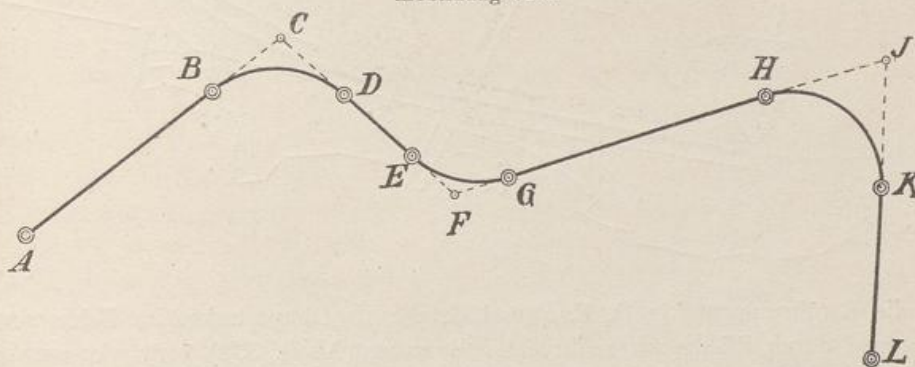


Die oberen Enden der kurzen Nebensammler b und c in der Abteilung 2 sind nach den im Absteckriß (Abbil. 325) verzeichneten Bestimmungsstücken abzusetzen und, wie oben gesagt, durch Pfähle zu bezeichnen.

Vor der Uebertragung der Sammler a in den Abteilungen 3 und 4 wird zunächst der neue Vorflutgraben BB abgesteckt, der auch zuerst herzustellen ist. Hierzu wird die nördliche Grabenkante des östlichen Endes mit dem Maße 19,0 und am Vorflutgraben AA mit 46,5 abgesetzt; sodann werden von den zwei Messungslinien, die die drei von der Höhenaufnahme der „Ausführlichen Vorarbeiten“ vorhandenen Pfähle mit den Höhen 45,84, 42,95 und 41,42 verbinden, einzelne Knickpunkte derselben Grabenkante, darunter auch die Ausmündungsstellen der beiden Sammler in den Abteilungen 3 und 4, rechtwinkelig abgetragen. Die südliche Kante des Vorfluters BB, der durchweg die gleiche Breite von 4,0 m hat, wird nach Seite 339 abgesteckt. Der Anfang des Sammlers in Abteilung 3 mit der Sohlenhöhe 46,50 ist von dem Knickpunkte der Kreisstraße mit 4,5 m und 18,0 m abzumessen, während das obere Ende des Hauptsammlers a der Abteilung 4 und ein Knickpunkt vor der Ausmündung rechtwinkelig von der Kreisstraße mit den Maßen 4,5 und 24,0 bzw. 5,0 und 24,0 festgelegt wird.

β) Bestehen die Leitlinien aus Geraden mit zwischenliegenden Kreisbögen (Abbil. 326), so könnten auch hier die Brechpunkte der Geraden durch Verlängerung der letzteren bis zum Schnitt ermittelt, z. B. die Brechpunkte C, F, abgesteckt werden. Dies kann geschehen, wenn die Brech- oder

Abbildung 326.

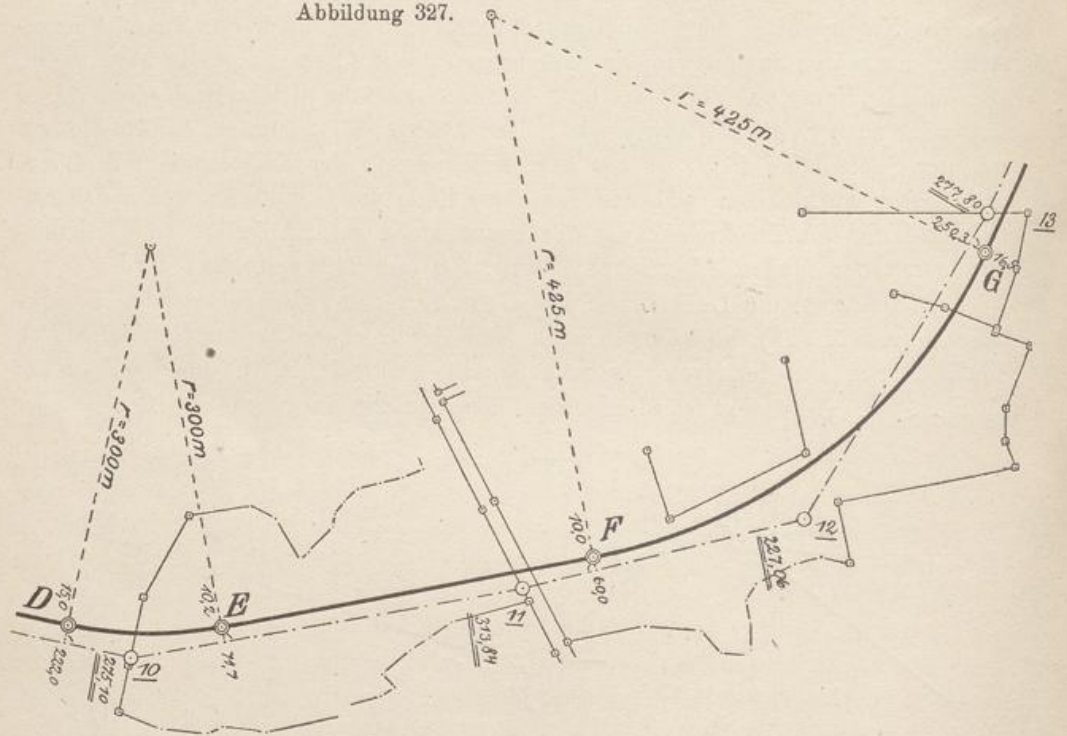


Schnittpunkte in der Oertlichkeit leicht zugänglich sind oder nicht zu weit von den „Berührungspunkten“ B, D bzw. E, G usw. abliegen. Meist wird man zunächst entweder die Berührungspunkte, z. B. B und D, oder, wenn es bequemer ist, in der Nähe von B und D liegende Punkte der Geraden AB und DE absetzen und dann bei der weiteren Absteckung des Kreisbogens (s. S. 307) die Lage der Berührungspunkte (B, D usw.) entsprechend dem dem Lageplane oder Absteckrisse entnommenen Halbmesser endgültig ermitteln, gemäß den obigen Angaben vermarken und von festen Punkten oder Grenzlinien einmessen.

Beispiel 1. Die Leitlinie der Zechenbahn, die in Tafel VII des I. Teiles des Feldmessens in den Umringsgrenzen dargestellt ist, besteht auf der dort angegebenen Strecke nach Abbildung 327 aus einer Geraden vor der Haltestelle

und zwei sich anschließenden Kreisbögen mit einem Halbmesser von 300 bzw. 425 m. Nach vorläufiger Absteckung der Leitlinie auf grund der „Allgemeinen Vorarbeiten“ erfolgte eine Aufnahme des Geländes in einer Breite von etwa 100 m zu beiden Seiten dieser Leitlinie, wozu als Grundlage ein Vieleckszug (siehe Tafel VII, I. Teil und die zu ergreifenden Maßnahmen ebendort S. 75 usw.) diente. Die Messung wurde in einem Lageplane und in Längs- und Querschnitten aufgetragen und die Leitlinie nach einigen unwesentlichen Verschiebungen endgültig entworfen. Ein Absteckungsriß (Abbil. 327) enthält die Bestimmungsstücke

Abbildung 327.



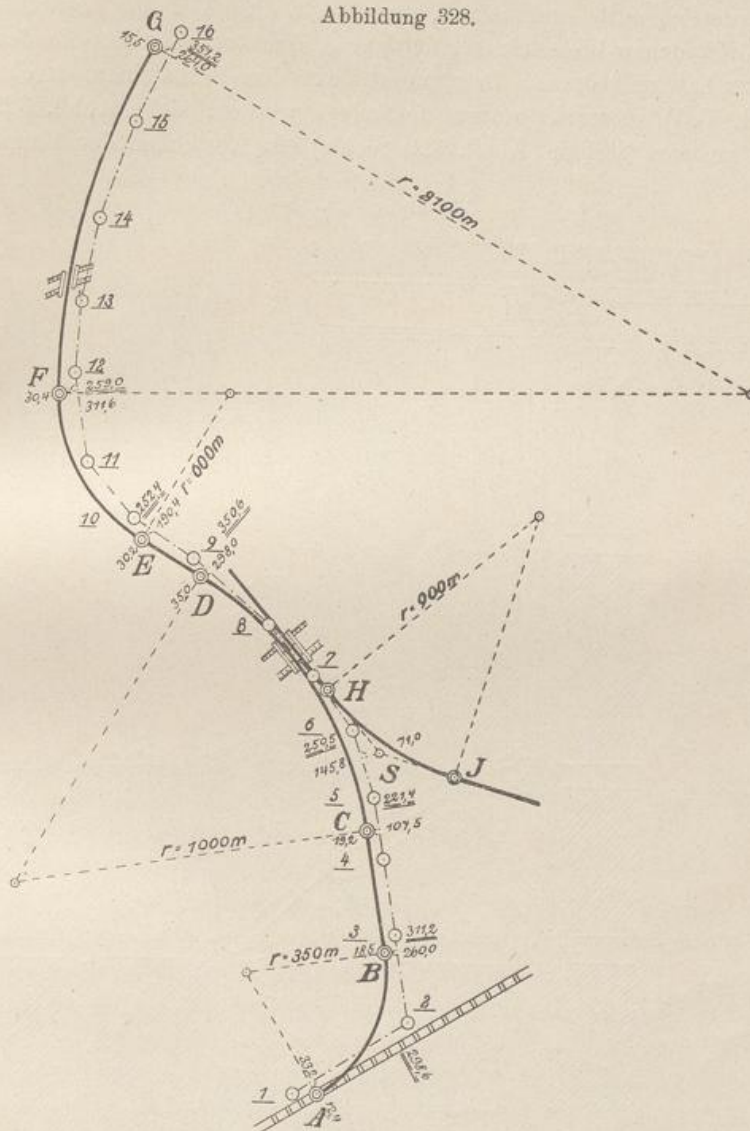
für die Berührungspunkte D, E, F und G, die als Hauptpunkte im Felde abgesetzt und durch Pfähle mit senkrechter Bohrung (Abbil. 332) vermarktet wurden. Nach dem Baue der Bahn erfolgte eine „Schlußvermessung“ und „Fortschreibung“*) der Außengrenzen und der Gebäude im Kataster (s. I. Teil, S. 175 und 177), worüber noch Seite 359 Einiges angegeben wird.

Beispiel 2. In gleicher Weise, wie vor, wurde bei der Festlegung der Zechenbahn auf Tafel IX des I. Teiles des Feldmessens verfahren. Ein Vieleckszug diente der Aufnahme des Geländes, der endgültigen Absteckung der Leitlinie, der Schlußvermessung und Fortschreibung. Gemäß Abbil. 328 kommen in Frage die Hauptpunkte A und B an der Hauptbahn, dann C, D, E und F, sowie der Endpunkt der Bahn G an der Zeche „Ignaz Liko“. Von der Leit-

*) Die „Fortschreibung“ erfolgt durch das Katasteramt (s. I. Teil, S. 175) auf grund einer von einem „vereideten Landmesser“ vorgenommenen Vermessung.

linie aus erfolgte außer der Absteckung des Bahnkörpers und der seitlichen Gräben die Brücke über die Oder und einige andere Bauwerke, darunter ein größerer massiver Durchlaß im Plinzgraben zwischen Kilometer 3 und 4.

Abbildung 328.

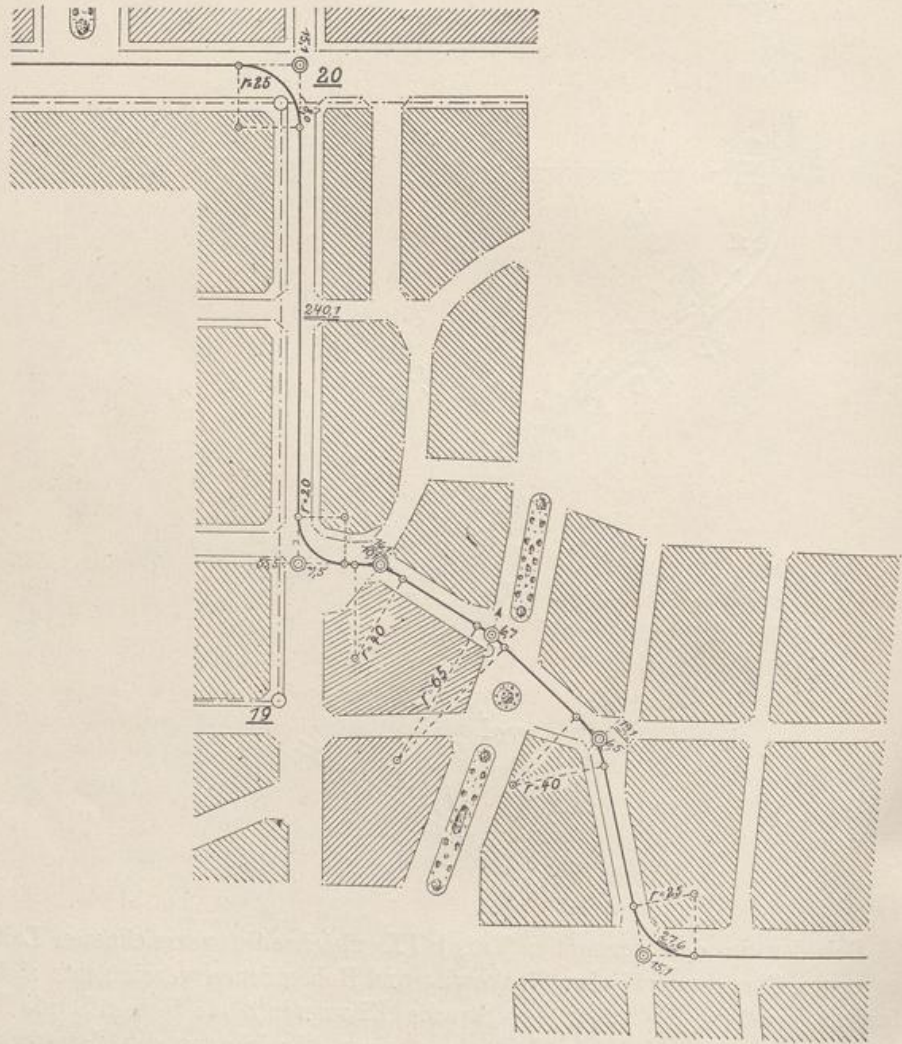


Bei der in der genannten Tafel IX gleichzeitig verzeichneten Leitlinie einer neuen Chaussee zwischen Benkowitz und Hohenbirken vereinfachte sich die Aufnahme insofern, als außer der Strecke Kilometer 3 bis 5 bestehende Wege benutzt wurden, die bereits im Lageplane, einer Abzeichnung der Katasterkarte, vorhanden waren. Der Teil zwischen Kilometer 3 und 5 wurde vom Vieleckszuge der Zechenbahn aus bearbeitet, von dem auch der Schnittpunkt S der Geraden an der Oderbrücke abgesetzt wurde. Im übrigen war die Leitlinie, wie gesagt, durch die für die Anlage benutzten Wege gegeben.

Schewior, Das Feldmessen II.

Beispiel 3. Nach den „Ausführlichen Vorarbeiten“ ist in einem Stadtplane größeren Maßstabes die Leitlinie für eine Straßenbahn entworfen worden. Die Uebertragung der Hauptpunkte geschah am Orte auf grund eines Absteckrisses, der die erforderlichen Bestimmungsstücke enthält. Ein Teil der Leitlinie konnte von einem vorhandenen Vieleckszuge, der zur Aufmessung des betreffenden Stadtteiles gedient hat und dessen Brechpunkte auf den Bordsteinen durch Bolzen (Abbil. 34, I. Teil) vermarktet waren, festgelegt werden, siehe Abbil. 329 links, während an anderen Stellen (Abbil. 329 rechts) ein Abstecken der Hauptpunkte

Abbildung 329.

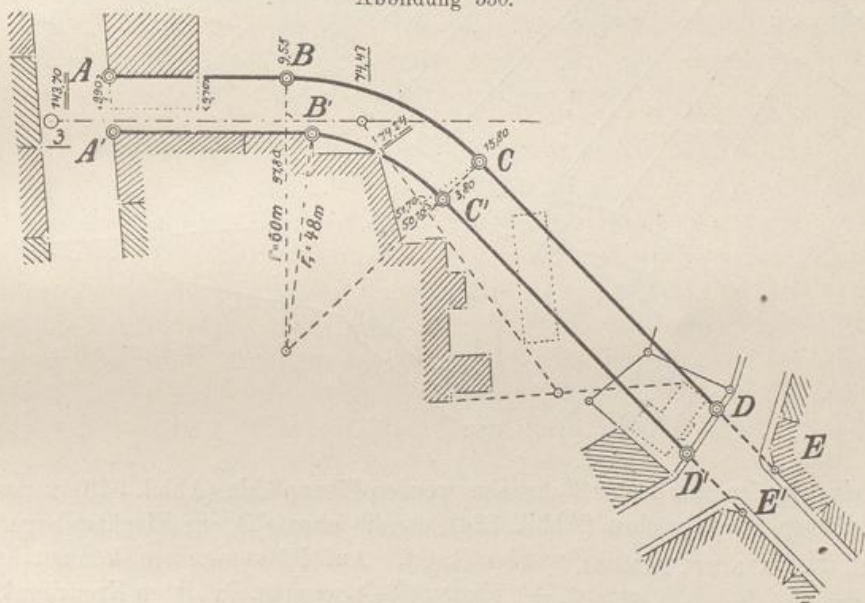


von Gebäudeecken, feststehenden Grenzlinien oder auch nur zwischen den Bordsteinen, doch auch hier sicher genug, möglich war. Die Punkte wurden, soweit angängig, durch Kreuzmarken im Pflaster, sonst durch kurze Eisenpfähle oder Gasrohre (siehe Seite 292) vermarktet.

Diese Art der Absteckung gilt auch für Kanalisationen, Wasser-, Gasrohr- und Kabel-Leitungen, wo schon die einfache Abmessung zwischen den Bordsteinen meist ausreicht.

Beispiel 4. Für den Straßendurchbruch nach Tafel IV im I. Teile des Feldmessens sind die beiden Baufluchtlinien in dem nach der Aufnahme der Tafel IV gezeichneten Lageplan eingetragen worden. Statt einer besonderen Leitlinie wurden hier die Hauptpunkte der Fluchtlinien gemäß den Bestimmungstücken des Absteckrisses (Abbil. 330) abgetragen. Von C und C' verlaufen die Fluchtlinien geradlinig bis zu den Hauseckpunkten E und E', so daß die Fluchtschnittpunkte D bzw. D' leicht hiernach zu bestimmen sind.

Abbildung 330.



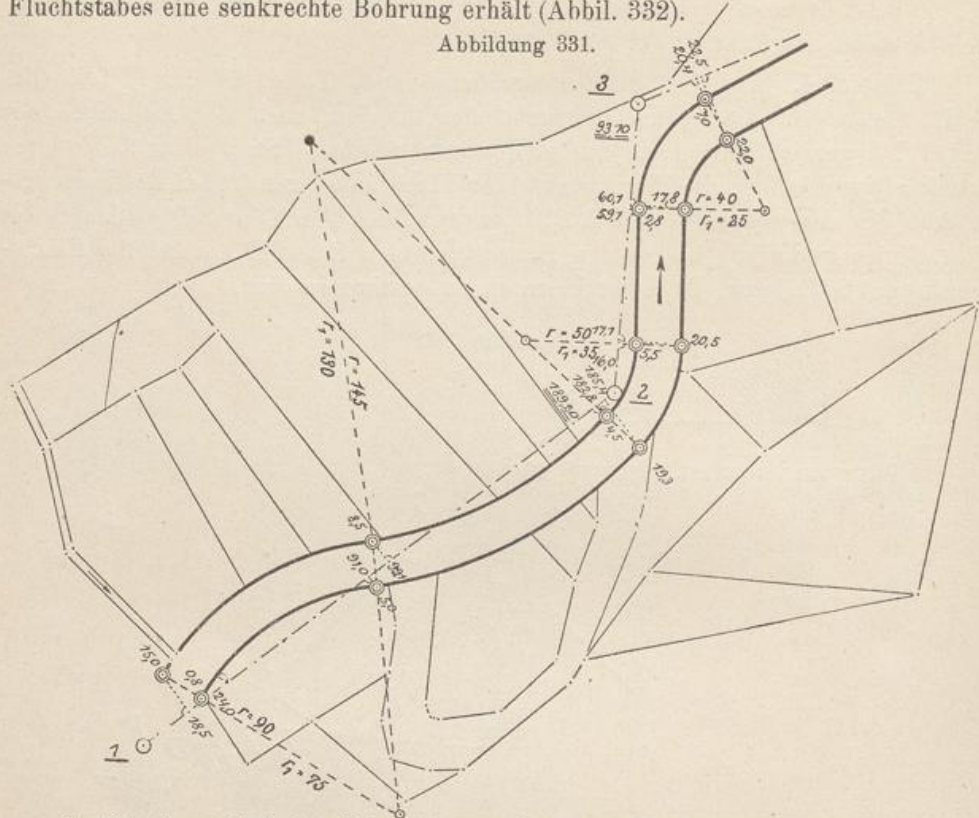
Die Absteckung der Baufluchten kann natürlich auch von einer Leitlinie aus vorgenommen werden, wie es z. B. bei der Anlage ganzer Straßennetze und auch bei Bebauungsplänen in der Regel geschieht.

Beispiel 5. Zur Begradigung eines Teiles des Trier-Baches in Tafel XV, Bd. X des Handbuches des Bauingenieurs „Die Bodenmelioration“, werden die Hauptpunkte zweier Kreisbögen und eines Korbbogens (siehe S. 318) gemäß Abbil. 331 von einem an dem Bachlaufe entlang führenden Vieleckszuge abgesetzt. Die Absteckung der Anlage erfolgt, wie bei allen Wasserläufen, nicht für die eigentliche Leitlinie, sondern aus nahe liegenden Gründen in der Regel für die beiden Uferlinien des Baches.

c) Vermarkung der Hauptpunkte. Die endgültig abgesteckten Hauptpunkte der Leitlinien werden je nach der Art und Bedeutung der Anlage entweder vorübergehend oder dauernd festgelegt. Eine Vermarkung nur während der Zeit der Bauausführung geschieht, wie bei den beiden Beispielen (S. 286 und 292), durch starke Pfähle, deren Kopf im freien Felde durch einen weißen oder roten

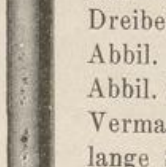
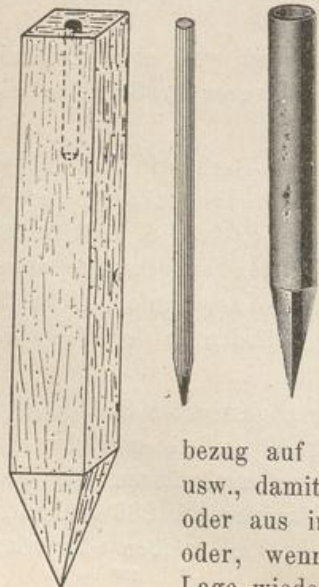
Anstrich gut sichtbar gemacht wird und zweckmäßig für die Aufnahme eines Fluchtstabes eine senkrechte Bohrung erhält (Abbil. 332). /

Abbildung 331.



In Straßen mit fester Fahrbahn werden Eisenpfähle (Abbil. 333) verwendet oder zugespitzte Gasrohre (Abbil. 334), in die ebenfalls ein Fluchtstab gesteckt

Abb. 332. Abb. 333. Abb. 334.



(+) eingemeißelt werden, in deren Kreuzpunkt bei den weiteren Absteckarbeiten Stäbe mit Hilfe kleiner Dreibeine (s. I. Teil, Abbil. 46 und 47) oder nach Abbil. 44 (I. Teil) oder von Doppelringen nach Abbil. 51 (I. Teil) gestellt werden. Eine dauernde Vermarkung wird entweder oberirdisch durch feste lange Steine mit Kreuzmarken (s. I. Teil, Seite 10 und 14), in Städten auch durch besondere Vorrichtungen (Abbil. 31, I. Teil), oder Bolzen (Abbil. 34, I. Teil), je nach den Umständen zudem auch unterirdisch durch Steine oder Röhren (Abbil. 26, 28 und 48, I. Teil) zweckmäßig erscheinen. Wichtig ist in jedem Falle die Einmessung der Punkte in bezug auf benachbarte feste Grenzpunkte, Grenzlinien, Gebäude usw., damit man sie zu jeder Zeit, z. B. bei Erneuerungsarbeiten oder aus irgend welcher anderen Veranlassung sofort auffinden oder, wenn die Merkzeichen abhanden gekommen sind, ihre Lage wieder herstellen kann.

Die Einmessung hat einen besonderen Wert, wenn eine örtliche Vermarkung der Leitlinie überhaupt nicht stattfindet, wie beispielsweise bei den Rohrführungen der Wasserleitung in Tafel I oder bei den Sammlern nach Abbildung 325, wo für beide Anlagen die Bestimmungsstücke der Absteckung auch einem späteren Aufdecken der Rohrstrecken dienen. Wie in einzelnen anderen Fällen die Einmessung vor sich geht, ist den Abbildungen 181 und 327 bis 331 zu entnehmen.

Sobald die Leitlinie nach Obigem in ihren Hauptpunkten festgelegt ist, gilt es (s. unten), zwischen diesen weitere Punkte einzuschalten, eine Aufgabe, die mit mehr oder weniger einfachen Mitteln und mehr oder weniger großem Zeitaufwande gelöst wird. Von wesentlichem Einflusse hierauf ist die Uebersichtlichkeit des Geländes, dann auch die Schärfe, mit der die Einschaltung der Zwischenpunkte vorzunehmen ist. Grundsätzlich zu unterscheiden sind aber die verhältnismäßig einfachen Absteckungen in Geraden von denjenigen in Bogenlinien, wie die nachstehenden Abschnitte ersehen lassen.

2. Einschalten von Zwischenpunkten in Geraden.

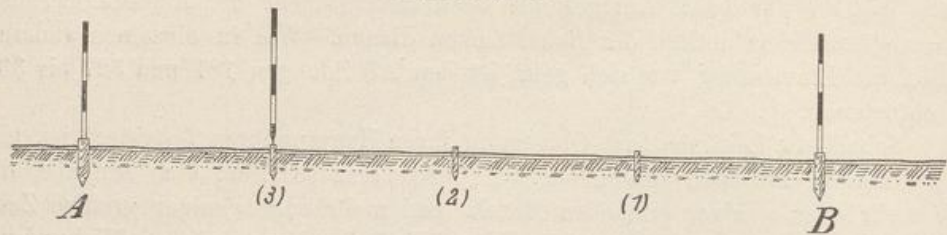
Schon im I. Teile des Feldmessens, Seite 19 usw., ist gezeigt worden, in welcher Weise gerade Linien in ihrem Verlaufe durch Fluchtstäbe sichtbar gemacht werden. Die dort mitgeteilten Vorkehrungen werden vielfach auch hier ausreichen, wenn die Einfügung von Zwischenpunkten mit nicht allzu großer Schärfe gefordert wird. Dies wird der Fall sein bei kulturtechnischen und wasserbautechnischen Arbeiten, bei der Anlage von Wasserleitungen und Kanalisationen, sowie bei einfacheren Wegebauten, wo die Zwischenpunkte durch Pflocke von einigen Zentimetern Stärke und entsprechender Länge in geringen Zwischenräumen, je nach Umständen bis zu 30 m und 20 m, selten 10 m herab, für die weitere Bauausführung vermarktet werden. Bei Straßenbauten, insbesondere bei Eisenbahnanlagen, auch Straßenbahnen, wo die Punktlage in der Regel mit der Genauigkeit bis zu einem Zentimeter erwünscht ist, kommt die Absteckung mittels eines Theodolits (s. I. Teil, S. 94) in Betracht oder mittels eines Schnellmessers (S. 129 usw.), der, wie schon der Seite 2 zu entnehmen ist, als das umfassendste Meßwerkzeug in der Bautechnik gilt. Die scharfe Bestimmung verlangt auch eine scharfe Punktbezeichnung, die man am besten durch einen Kopf eines Nagels, der in einen Pflock getrieben wird (Abbil. 98), erreicht.

a) Die beiden Hauptpunkte sind gegenseitig sichtbar.

α) **Einfluchten.** Die Einschaltung von Zwischen- oder „Kleinpunkten“ gestaltet sich einfach, wenn die beiden Hauptpunkte A und B der Geraden gegenseitig sichtbar sind und das Gelände zwischen ihnen ziemlich gleichmäßig verläuft. Sind A und B (Abbil. 335) durch lotrecht stehende Fluchtstäbe (s. I. Teil, S. 14) sichtbar gemacht und sollen von A aus die Zwischenpunkte (1), (2) usw. bestimmt werden, so beginnt man mit dem von A weitest gelegenen Punkte (1), indem man, nach Seite 20 des I. Teiles, gegebenenfalls mit Unterstützung eines Feldstechers einen Stab in die Gerade „einfluchtet“ und die betreffenden Bodenstellen durch einen Pflock bezeichnet. Die Mitte der Kopffläche gibt den eigentlichen Zwischenpunkt an.

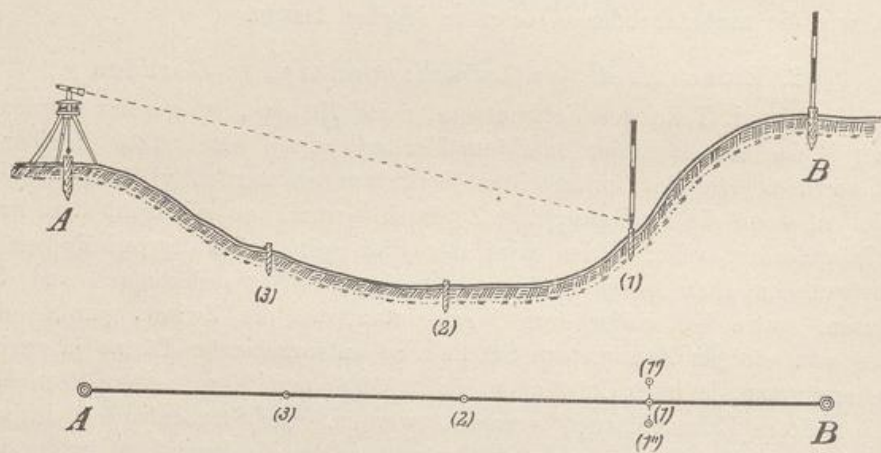
Liegt ein tiefes Tal zwischen A und B (Abbil. 336) oder ist eine scharfe Bestimmung der Zwischenpunkte geboten, so ist das einfache obige Einschalt-

Abbildung 335.



verfahren nicht ausführbar bzw. nicht genau genug. Man benutzt dann entweder einen Theodoliten oder den Schnellmesser, der über A oder B — es wird

Abbildung 336.



derjenige Punkt gewählt, von dem man die günstigste Beleuchtung hat — mit Hilfe des Fadenlotes sorgfältig aufgestellt (I. Teil, S. 108) und lotrecht gerichtet wird (S. 152 und I. Teil, S. 106). Nach Abbildung 336 (unten) soll das Meßwerkzeug über A stehen. Das Fernrohr wird auf den Fluchtstab in B eingestellt und nach Kippen der Stab in (1) eingerichtet. Da selbst ein gut richtiger Theodolit oder Schnellmesser hier immer noch merkbare Fehler zeigt, wird der Zwischenpunkt nicht in (1), d. h. in die Gerade AB, sondern etwa nach (1') fallen, den man durch ein kurzes Pfählchen bezeichnet. Das Fernrohr des Werkzeuges wird sodann um 180° „gekippt“ (siehe I. Teil, S. 102) und nach Drehung des oberen Teiles des Werkzeuges um 180° wieder auf B gerichtet und seitlich (1') der Stab eingewiesen, so daß man ein zweites Pfählchen (1'') erhält. Die Mitte zwischen den so erhaltenen Punkten (1') und (1'') ist der gesuchte Zwischenpunkt (1), der endgültig durch einen Pflock oder sonstwie vermarktet wird, während die beiden Pfählchen (1') und (1'') entfernt werden. In gleicher Weise lassen sich auch die Punkte (2), (3) usw. bestimmen.

Bei einer scharfen Bezeichnung wird zuerst, wie oben angegeben, das Pfählchen (1'), das zweckmäßig eine breite Kopffläche erhält, geschlagen. Auf letzterer wird ein Fluchtstab mit gut gespitztem Schuhe sorgfältig eingerichtet und die

Spitze durch einen Druck im Pfahlkopfe kenntlich gemacht. Der Vorgang spielt sich gleicherweise auf dem Pfählchen (1'') ab. Mitten zwischen den Eindrücken auf den beiden Pfählchen liegt der gesuchte Zwischenpunkt, den man zunächst durch einen Pflock oder dergl. roh, dann nach Abmessung der Mitte mittels eines Millimeterstabes (I. Teil, Abbil. 93) vorsichtig mit einem Nagel auf dem Kopfe des Pflockes festlegt. Wenn die Entfernung nicht sehr groß ist, kann für die schärfere Bestimmung der Punkte auf den Pfählchen auch wohl ein Bleistift, mit weißem Papier umwickelt, oder ein langer blanker Nagel oder Drahtstift dienen, den man unmittelbar mit dem Fernrohr einrichtet. Hierbei müssen die Zwischenpunkte aber so ausgewählt werden, daß man die Pfählchen selbst gut sehen kann. Dies ist auch sonst sehr zu empfehlen, damit der Fußpunkt des Fluchtstabes angezielt wird; kann nur eine andere Stelle des Stabes gesehen werden, so muß dieser beim Einwinken sorgfältig lotrecht gehalten oder gestellt werden.

Abb. 337.

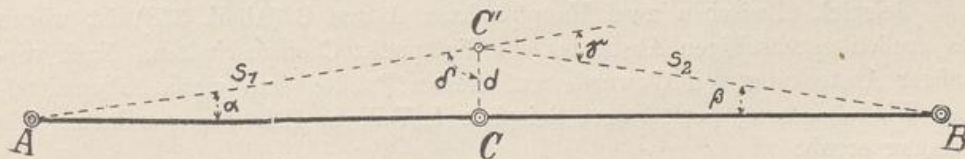


Das Einwinken des Fluchtstabes in die Gerade bietet auf größere Entfernungen gewisse Schwierigkeiten. Sobald durch Zurufen eine Verständigung unmöglich wird, sind Zeichen mit einem Horn oder einer Trillerpfeife zu verabreden, oder auch mit einem weißen Tuche, dessen Bewegungen erforderlichenfalls mit dem Feldstecher verfolgt werden.

Bei Entfernungen größer als 1 bis 2 km sind die gewöhnlichen Fluchtstäbe mit dem Fernrohre schon schlecht wahrzunehmen; dann befestigt man an dem Stabe eine runde Scheibe von etwa 20 cm Durchmesser (Abbil. 337), die weiß gestrichen oder mit weißem Papier bekleidet ist und fest aufsitzt oder sich verschieben läßt. Reicht auch dieses Hilfsmittel nicht aus oder ist die Verständigung schwierig, so daß die Arbeit sehr aufgehalten wird, so ist etwa in der Mitte der Geraden von A oder B aus ein „Richtpunkt“ zu bestimmen, dessen genaue Lage nach folgendem Verfahren ermittelt wird.

Ein Punkt C' (Abbil. 338) sei hier vorab in möglichster Nähe der Leitlinie bestimmt und durch einen Pflock mit einem Nagel bezeichnet. Auf C' wird sodann der Winkel $B'C'A$ mit Hilfe eines Theodolits oder eines Schnellmessers gemessen, wozu weiter die Entfernungen $AC' = s_1$ und $C'B = s_2$ treten, deren Längen entweder unmittelbar durch Messung erhalten oder meist genau genug aus dem Lageplane entnommen werden, sobald

Abbildung 338*).



der gewählte Punkt C' sicher in dem Lageplane festgestellt werden kann; die Querverschiebung d , d. h. der rechtwinkelige Abstand CC' des „Richtpunktes“ C von der Geraden AB ergibt sich nach:

*) Die Linie ACB soll gerade sein.

$$d = \sin \alpha \cdot s_1 \text{ und } d = \sin \beta \cdot s_2.$$

Hiernach ist

$$s_1 \cdot \sin \alpha = s_2 \cdot \sin \beta$$

woraus sich ergibt

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{s_2}{s_1}.$$

Da die Winkel α und β stets sehr klein sind, verhält sich auch

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{s_2}{s_1};$$

hiernach ist

$$\beta = \frac{s_1}{s_2} \cdot \alpha.$$

Ist γ der Außenwinkel zu α und β , so ist

$$\gamma = \alpha + \beta;$$

setzt man hier

$$\beta = \frac{s_1}{s_2} \cdot \alpha \text{ ein, also}$$

$$\gamma = \alpha + \frac{s_1}{s_2} \cdot \alpha = \alpha \left(1 + \frac{s_1}{s_2} \right),$$

so erhält man

$$\alpha = \frac{\gamma}{1 + \frac{s_1}{s_2}} = \gamma \cdot \frac{s_2}{s_1 + s_2}$$

dementsprechend

$$\beta = \gamma \cdot \frac{s_1}{s_1 + s_2}.$$

Hiernach läßt sich d doppelt berechnen nach (s. o.):

$$d = \sin \alpha \cdot s_1 \text{ und } d = \sin \beta \cdot s_2.$$

Der Winkel, unter dem auf C' das Maß d abgesetzt wird, um C zu erhalten, beträgt nach den rechtwinkligen Dreiecken ACC' und $CC'B$ (Abbil. 338):

$$\delta = 90 - \alpha \text{ bzw. } \delta = 180 - (90 - \beta) - \gamma = 90 + \beta - \gamma.$$

Die Ermittlung des Winkels $B'CA$ auf C' erfolgt entweder nach dem Verfahren der „Richtungsbeobachtung“ (s. I. Teil, S. 118), wobei eine doppelte Messung (s. dort) ausreicht, oder aber bei einer sehr scharfen Bestimmung durch unmittelbare Winkelmessung nach I. Teil, S. 121 usw., wo eine vierfache, sonst schon eine zweifache Wiederholung genügt. Zur Nachprüfung des Winkels ist die Messung auch seiner Ergänzung zu 360° , d. h. auch der Winkel $AC'B$ zweckmäßig, da hierbei eine Abgleichung auf 360° erfolgen kann, siehe I. Teil, Seite 123 unten.

Beispiel. Zwischen zwei Hauptpunkten A und B (Abbil. 338) ist wegen des großen gegenseitigen Abstandes ein Richtpunkt C einzuschalten. Nach vorläufiger Absteckung von C' wurde auf diesem Punkte eine vierfache unmittelbare Winkelmessung gemäß dem Beispiele I. Teil, S. 124, vorgenommen. Die Messung ergab:

Gem. Winkel	Zu verteilen	Endgültiger Winkel
$B'CA = 170^\circ 39' 12''$	$+ 6''$	$B'CA = 179^\circ 39' 18''$
$AC'B = 180^\circ 20' 36''$	$+ 6''$	$AC'B = 180^\circ 20' 42''$
Summe: $359^\circ 59' 48''$	$+ 12''$	Summe: $360^\circ 00' 00''$

Die Entfernungen s_1 und s_2 konnten in dem leicht zugänglichen Gelände rasch mit Hilfe eines Meßbandes gemessen werden zu $s_1 = 283,4$ m und $s_2 = 294,2$ m; ihre Summe $s_1 + s_2 = 577,6$ m wurde durch Abgreifen des Maßes im Lageplane mit 580 m überschläglich nachgeprüft.

Entsprechend den angegebenen Formeln ist

$$\gamma = 180 - \sphericalangle B' C' A = 180^\circ - 179^\circ 39' 18'' = 0^\circ 20' 42''$$

$$\alpha = \gamma \cdot \frac{s_2}{s_1 + s_2} = 1242'' \cdot \frac{294,2}{577,6} = 633'' = 0^\circ 10' 33''$$

$$\beta = \gamma \cdot \frac{s_1}{s_1 + s_2} = 1242'' \cdot \frac{283,4}{577,6} = 609'' = 0^\circ 10' 09''$$

$$\delta = 90 - \alpha = 89^\circ 49' 27'' \text{ und } \delta = 90 + \beta - \gamma = 89^\circ 49' 27''.$$

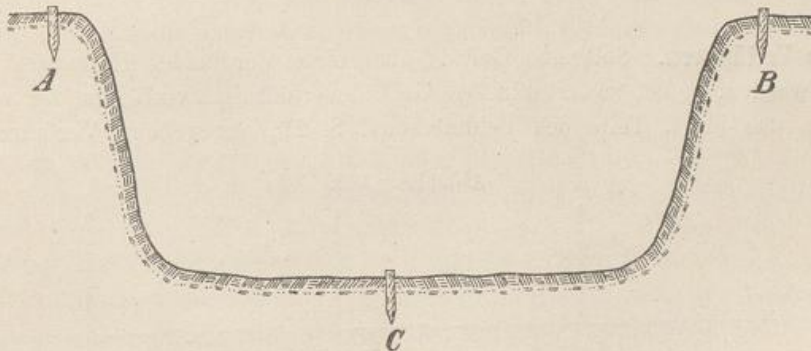
$$\begin{aligned} \text{Hiernach ist } d^*) &= \sin \alpha \cdot s_1 & \text{und} & & d &= \sin \beta \cdot s_2 \\ &= \sin 10' 33'' \cdot 283,4 & & & &= \sin 10' 09'' \cdot 294,2 \\ &= 0,870 \text{ m} & & & &= 0,870 \text{ m.} \end{aligned}$$

Das Maß d wird mit 0,870 m unter dem Winkel $\delta = 89^\circ 49' 27''$, wie Seite 338 näher angegeben werden wird, für C abgesetzt. Ein Pfahl mit einem Nagel bezeichnet den Richtpunkt. Die Richtigkeit der Absteckung kann leicht nachgeprüft werden, wenn auf C die beiderseitigen Winkel nach Seite 296 gemessen werden, die je 180° betragen sollen. Bei einer verhältnismäßig großen Abweichung ist gegebenenfalls nochmals die Querverschiebung in bezug auf den neu gefundenen Punkt zu berechnen und von diesem abzusetzen.

Von dem endgültigen Richtpunkte lassen sich weiter in der Richtung nach A und B Kleinpunkte in beliebigem Abstände einfluchten, wie früher (S. 293 usw.) gezeigt wurde.

Das angegebene Verfahren ist besonders auch da von Bedeutung, wo wegen der Geländebeziehungen, z. B. in Abbil. 339 und 340, die Absteckung der Kleinpunkte von den beiden Hauptpunkten A und B allein nicht angängig ist. In solchen Fällen wird es meist auch sehr schwierig sein, den Abstand des Punktes C' von den Hauptpunkten zu ermitteln. Wenn der Lageplan keine sicheren

Abbildung 339.



Maße bietet, hilft man sich in der Weise, daß man, was auch bei tiefen Taleinschnitten angebracht ist, von dem vorläufigen Punkte C' eine Standlinie

*) Die Berechnung erfolgt mit 5stelligen Logarithmen.

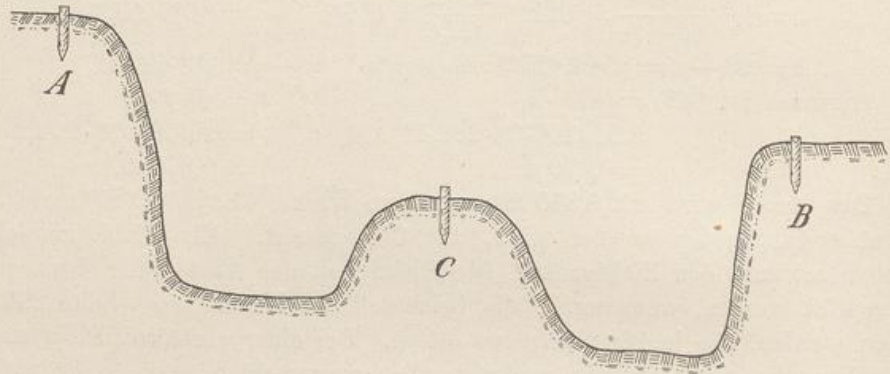
$C'D = s$ ziemlich rechtwinkelig zu AB absteckt (Abbil. 341), so zwar, daß von C' und D die Hauptpunkte sichtbar sind. Werden die Winkel $\alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \beta_2$ und die Standlinie s (zweimal) scharf gemessen, so ergibt sich

$$s_1 = \frac{s \cdot \sin \alpha_1}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)} \text{ und } s_2 = \frac{s \cdot \sin \beta_1}{\sin(\beta_1 + \beta_2)}$$

Das abzusetzende Maß $CC' = d$ ist dann:

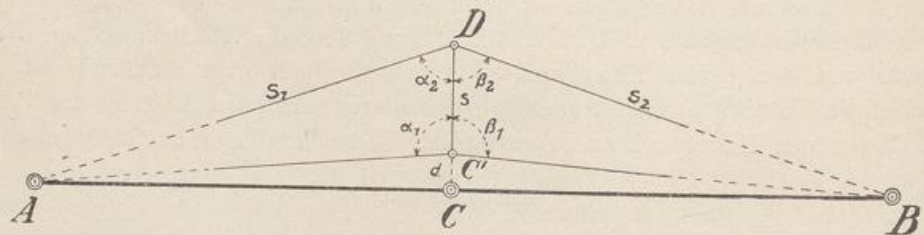
$$d = s_1 \cdot s_2 \cdot \sin(\alpha_2 + \beta_2).$$

Abbildung 340.



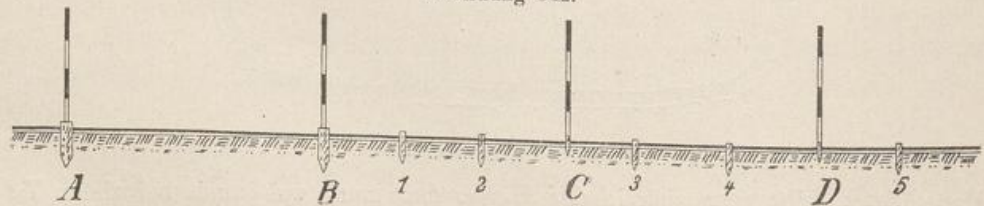
Je länger die Standlinie gewählt werden kann, desto schärfer wird die Absteckung des Richtpunktes. Eine Nachprüfung wird, wie oben, durch die Messung der beiderseitigen Winkel auf C vorgenommen.

Abbildung 341.



β) Verlängern. Soll eine Gerade über einen der beiden Hauptpunkte verlängert werden, so ist, soweit günstige Geländebedingungen vorliegen, für einfache Arbeiten das im I. Teile des Feldmessens, S. 21, angegebene Verfahren aus-

Abbildung 342.

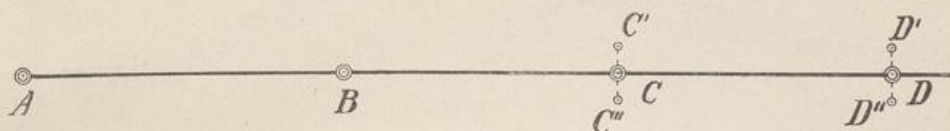


reichend. Die Gerade AB (Abbil. 342) wird durch die Fluchtstäbe C, D usw., die man nacheinander durch rechts- und linksseitiges Zielen einfuchtet, bis zur

vorgeschriebenen Stelle fortgeführt, worauf erst dann die Festlegung der einzelnen Kleinpunkte 1, 2 usw. durch Pflöcke stattfindet. Soll in der angegebenen Weise der Schnittpunkt zweier Geraden bestimmt werden, eine Aufgabe, die bei der Absteckung der Bogenlinien (s. S. 308) häufig anzutreffen ist, so wird in der Regel nur der Schnittpunkt verpfählt.

In stark wechselndem Gelände und dort, wo eine größere Schärfe nicht zu entbehren ist, wird die Verlängerung wieder unter Zuhilfenahme eines Theodolits oder eines Schnellmessers durchgeführt. Sind A und B (Abbil. 343) die gegebenen Hauptpunkte, so wird über B der Winkelmesser lotrecht gestellt und das Fern-

Abbildung 343.



rohr nach A gerichtet. Hierauf wird das Fernrohr um 180° gekippt und in C' ein Pfählchen unter Benutzung eines Fluchtstabes, wie oben S. 295, eingewiesen. Das Fernrohr wird nun in dieser Lage nach A zurückgeführt, auf A eingestellt und wieder gekippt, worauf ein weiteres Pfählchen C'' geschlagen wird. Die Mitte C zwischen C' und C'' ist der gesuchte Punkt, über dem jetzt das Meßwerkzeug aufgestellt wird. Der Vorgang auf B wiederholt sich hier, indem man das Fernrohr nach B richtet und D bestimmt usw.

Die Punkte C, D . . ., die wieder Richtpunkte sind, wählt man in nicht zu kleinen Abständen, je nach dem Gelände bis 200 oder 300 m. Sie dienen der eigentlichen Verlängerung, während die eng aufeinander folgenden Kleinpunkte mit bloßem Auge oder mit Unterstützung eines Feldstechers nach Seite 293 eingefluchtet oder von den Richtpunkten aus zugleich mit dem Winkelmesser abgesteckt werden. Inwieweit Nägel auf den Pflöcken (s. S. 295) zur schärferen Bezeichnung der obigen Richtpunkte und der Kleinpunkte verwendet werden, entscheidet die Wichtigkeit der Absteckarbeit. Eine Probe für die Geradlinigkeit ergibt sich dadurch, daß man im Verlaufe der Verlängerung stets mehrere, nicht nur den nächstliegenden Richtpunkt wird anzielen können.

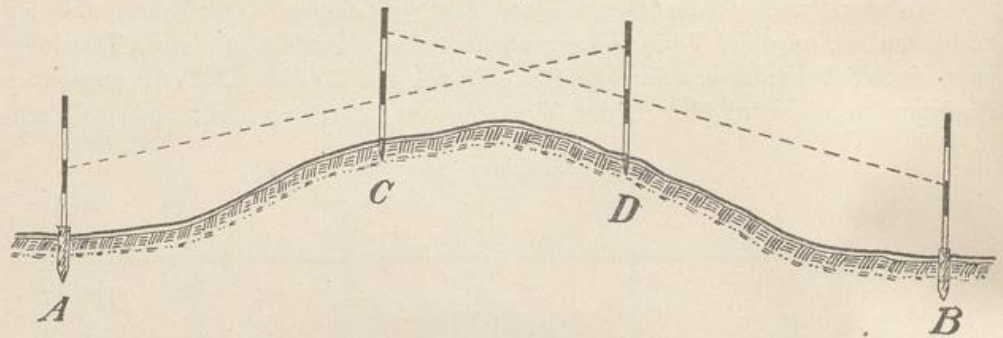
- b) Die Hauptpunkte sind gegenseitig nicht sichtbar; das Zwischengelände ist zugänglich.

Liegt zwischen A und B (Abbil. 344) ein Höhenrücken, so daß die beiden Hauptpunkte gegenseitig nicht sichtbar sind, so werden für einfache Fälle zuerst zwei Richtpunkte C und D durch abwechselndes „Einweisen“ nach I. Teil, S. 20, eingeschaltet, um sodann weitere Kleinpunkte nach Seite 293 einzufluchten.

Eine genauere Bestimmung der Kleinpunkte wird nach den Angaben der Seite 295 erhalten, indem man einen vorläufigen Hilfspunkt C' (Abbil. 338) bestimmt, von dem A und B zu sehen sind. C' wird entweder auf dem eben angegebenen Wege oder sehr rasch und genau genug unter Verwendung eines Winkelkopfes (I. Teil, S. 22) erhalten, den man in die Gerade AB bringt. Man verschiebt den Winkelkopf quer zu der Geraden so lange, bis durch die

zwei sich gegenüber stehenden Absehsparlen von der einen Seite der Fluchtstab in A, von der anderen der Fluchtstab in B zu sehen ist. Von C' wird schließlich der Richtpunkt C abgesetzt, wie das Beispiel Seite 296 näher erläutert. Darauf folgt nach Belieben die Absteckung der Kleinpunkte.

Abbildung 344.

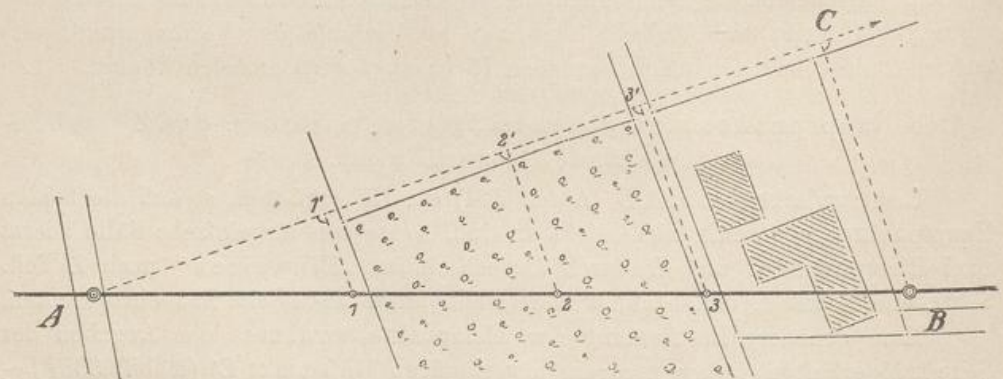


c) Die Hauptpunkte sind gegenseitig nicht sichtbar; das Zwischengelände ist teilweise oder ganz unzugänglich.

Die Absteckung der Kleinpunkte bietet verhältnismäßig große Schwierigkeiten, wenn die Durchsicht von Hauptpunkt zu Hauptpunkt gestört ist und ein Begang des Zwischengeländes durch hochragende Hindernisse, Gebäude, Wald oder Baumbestände und dergl. ganz oder teilweise gehindert wird. Man sucht Leitlinien dieser Art zwar, soweit es möglich ist, zu vermeiden, doch wird hier die Sachlage meist ausschlaggebend sein.

α) **Einfluchten.** Ein einfaches Beispiel, in dem die Leitlinie über eine lang gestreckte Waldfläche und über einen Hofraum führt, zeigt die Hauptpunkte A und B. Man legt etwa von A (Abbil. 345) an dem Hindernisse entlang eine Hilfslinie A C, von der der Hauptpunkt B rechtwinkelig mit Hilfe eines im

Abbildung 345.



1. Teile, S. 21 usw., angegebenen Winkelabsteckers aufgenommen wird. In der Hilfsgeraden AC werden nun einige Pfähchen $1', 2', 3'$ usw. so eingefluchtet, daß von ihnen in der Richtung rechtwinkelig zu AC an zugänglichen Stellen der AB die Kleinpunkte 1, 2 und 3 abgesteckt werden können. Werden dann

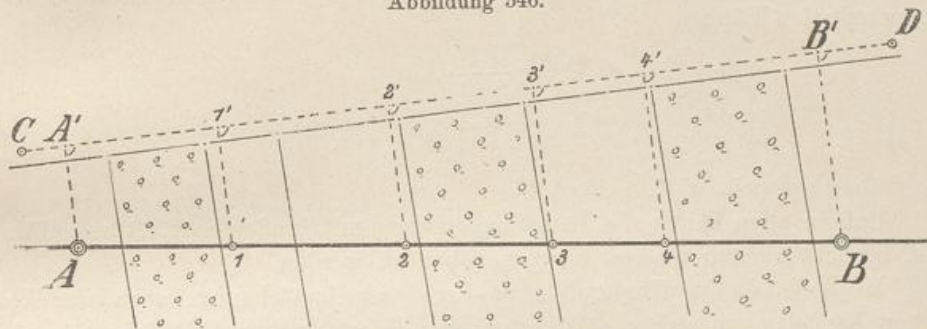
die Pfähle in der Hilfslinie eingemessen, so erhält man die rechtwinkelig zur Hilfslinie abzusetzenden Maße nach

$$1'1 = \frac{CB}{AC} \cdot A1'$$

$$2'2 = \frac{CB}{AC} \cdot A2' \text{ usw.}$$

Läßt sich die Hilfslinie weder durch A noch B legen, so wird sie als CD (Abbil. 346) in möglichster Nähe der Geraden abgesteckt, und von ihr aus A

Abbildung 346.



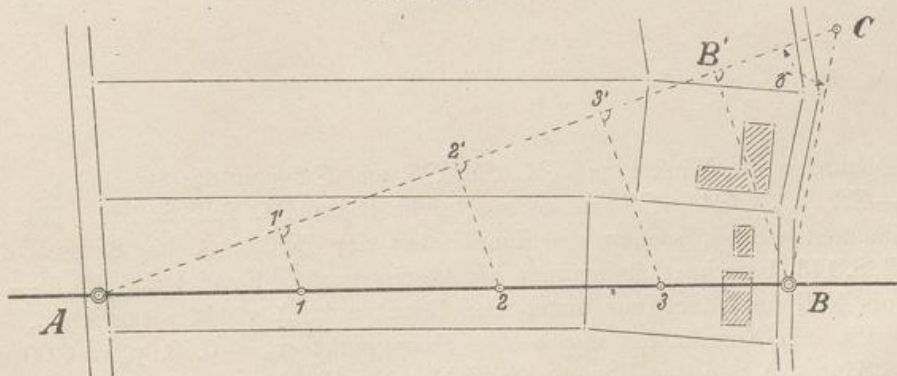
und B rechtwinkelig festgelegt. Die Pfähle 1', 2' . . . sind, wie vor, zu ermitteln. Die abzusteckenden Maße ergeben sich zu:

$$1'1 = A'A + \frac{B'B - A'A}{CB' - CA'} \cdot (C1' - CA')$$

$$2'2 = A'A + \frac{B'B - A'A}{CB' - CA'} \cdot (C2' - CA') \text{ usw.}$$

Das Verfahren wird in der angegebenen Weise selbst für Arbeiten, bei denen keine sehr genaue Einschaltung nötig ist, nur dann am Platze sein, wenn die abzusteckenden Längen 1'1, 2'2 . . . den Betrag von 40 bis 50 m nicht wesentlich überschreiten. Im anderen Falle, sowie bei ungünstigen Verhältnissen oder bei verlangter scharfer Punktbestimmung ist die Absteckung der

Abbildung 347.



Hilfslinien und der rechten Winkel auf den Pfähle mit dem Theodolit oder Schnellmesser zu empfehlen. Man stellt das Meßwerkzeug über A (Abbil. 347)

auf und fluchtet am Hindernis vorbei die Hilfslinie AC mit den Pfählen $1', 2', 3' \dots$ aus. Hierauf bestimmt man die Größe des Winkels $BCA = \gamma$ und ermittelt die Länge AC unter Einmessung der Pfähle $1', 2', 3'$ und die Länge CB . Denkt man sich von B die Senkrechte BB' auf AC gefällt, so ist gegeben:

$$B'B = \sin \gamma \cdot CB \text{ und } B'C = \cos \gamma \cdot CB,$$

$$\text{damit auch } AB' = AC - B'C = AC - \cos \gamma \cdot CB.$$

Die Kleinpunkte 1, 2, 3 sind dann von den bezüglichen Pflöcken rechtwinkelig unter Benutzung des Theodolits oder Schnellmessers (s. S. 339) abzusetzen mit den Längen

$$1'1 = \frac{B'B}{AB'} \cdot A1'$$

$$2'2 = \frac{B'B}{AB'} \cdot A2' \text{ usw.}$$

wie früher auf Seite 301.

Daß in allen Fällen die Längenmessungen mit großer Sorgfalt auszuführen sind, braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden.

Wo es sich um Hindernisse von größerer Ausdehnung, etwa um Waldflächen handelt, und daher die Absteckung einer einzigen Hilfslinie, wie oben, ausgeschlossen ist, wird zwischen A und B möglichst nahe der Geraden ein Vieleckszug in den Walddurchblicken gelegt, wie beispielsweise in Abbil. 348 zu sehen ist. Die Brechpunkte des Zuges werden so ausgesucht, daß die Winkel- und Längenmessung ohne Behinderung vor sich gehen kann. Nach Abbil. 348

Abbildung 348.



sind demnach die Winkel auf $\odot 1, \odot 2, \odot 3$ und $\odot 4$ und die Strecke $A - \odot 1, \odot 1 - \odot 2 \dots \odot 4 - B$ zu messen, siehe Beispiel I. Teil, S. 122. Mit den Ergebnissen werden sodann die Koordinaten der Punkte A bis B nach dem I. Teil, S. 143, berechnet, indem man als Abscissenachse die Vielecksseite $A - \odot 1$ und als Nullpunkt der Koordinaten den Hauptpunkt A wählt, siehe Abbil. 349.

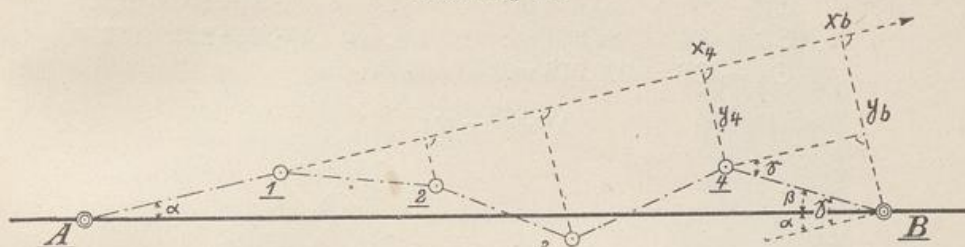
Mit den Koordinaten der beiden Hauptpunkte $x_a = 0,00, y_a = 0,00$ und x_b, y_b läßt sich nun der Winkel α auf A (Abbil. 349) nach:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y_b}{x_b}$$

berechnen, den man auf A von A — ① nach den näheren Angaben auf Seite 338 absetzt und dadurch die Richtung nach B erhält. Kleinpunkte werden sodann nach Seite 293 bestimmt. Soll ihre Absteckung zugleich von B aus erfolgen, so ist nach Abbil. 349 der Winkel

$$\beta = \gamma - \alpha.$$

Abbildung 349.



Der Winkel α ist oben gegeben, γ wird berechnet nach

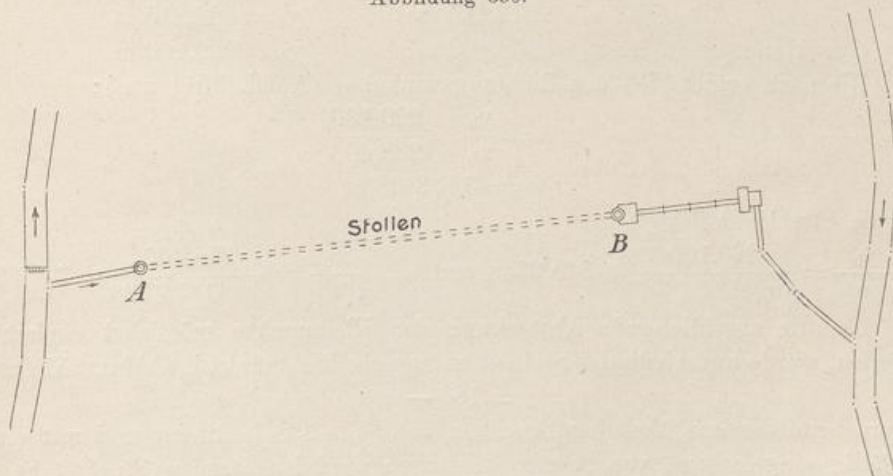
$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{y_b - y_4}{x_b - x_4}.$$

Ist die Lage der Brechpunkte zur Geraden AB eine andere, so ist an einer Zeichnung die Ableitung der beiden abzusteckenden Winkel α und β leicht zu verfolgen.

Das angegebene Verfahren wird, wie für die Absteckung auf Seite 295 gesagt wurde, auch hier vielfach nur dazu dienen, um einen Richtpunkt in der Geraden AB zu gewinnen, von dem weiter nach Seite 297 vorzugehen ist.

Beispiel. Für eine Wasserkraftanlage wurde ein Stollen durch einen Bergvorsprung gebaut (Abbil. 350). Die Mundlöcher A und B waren nach „Allgemeinen Vorarbeiten“ an der Hand eines Meßtischblattes 1:25000 und durch

Abbildung 350.

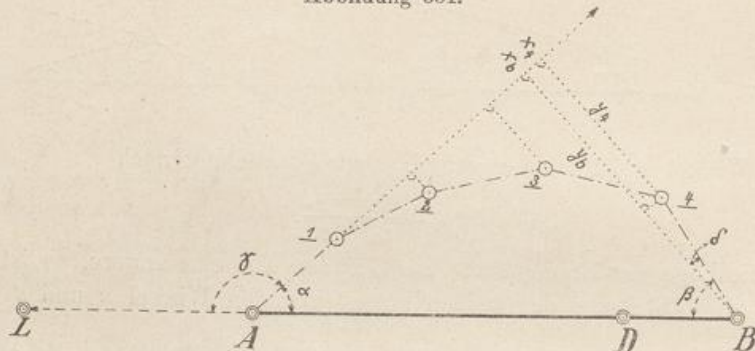


Höhenbestimmungen mittels eines Luftdruckmessers (S. 196) in der Oertlichkeit abgesteckt worden. Es bestand die Aufgabe, die Richtung des Stollens für die Bauausführung festzulegen.

Lösung. Zwischen den Punkten A und B wurde ein Vieleckszug nach Abbil. 351 fast durchweg auf einem für die Messung günstig gelegenen Holzabfuhrwege gelegt. Die Längen und Winkel wurden doppelt (s. I. Teil, S. 76) gemessen und gemittelt zu:

Strecke A — ⓐ1 = 80,104 m;	Winkel auf ⓐ1 = 195° 20' 21"
ⓐ1 — ⓐ2 = 74,150 m;	" " ⓐ2 = 193° 36' 43"
ⓐ2 — ⓐ3 = 83,658 m;	" " ⓐ3 = 206° 02' 32"
ⓐ3 — ⓐ4 = 84,367 m;	" " ⓐ4 = 223° 26' 36"
ⓐ4 — ⓐB = 100,978 m.	

Abbildung 351.



Die Koordinatenberechnung*) des „offenen“ Zuges ergab nach I. Teil, S. 143, mit der Abscissenachse A — ⓐ1 (Abbil. 351) folgende Werte:

Hauptpunkt A: $x_a = 0,000$ m;	$y_a = 0,000$ m
ⓐ1: $x_1 = 80,104$ m;	$y_1 = 0,000$ m
ⓐ2: $x_2 = 151,612$ m;	$y_2 = 19,615$ m
ⓐ3: $x_3 = 224,816$ m;	$y_3 = 60,111$ m
ⓐ4: $x_4 = 273,215$ m;	$y_4 = 129,215$ m
Hauptpunkt B: $x_b = 258,400$ m;	$y_b = 229,100$ m.

Hiernach ergibt sich der Richtungswinkel α (Abbil. 351) nach:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y_b}{x_b} = \frac{229,100}{258,400}$$

$$\alpha = 41^\circ 33' 38''$$

zu

und die Strecke AB zu

$$s = \frac{y_b}{\sin \alpha} = \frac{229,100}{\sin 41^\circ 33' 38''} = 345,33 \text{ m und } s = \frac{x_b}{\cos \alpha} = \frac{258,400}{\cos 41^\circ 33' 38''} = 345,33 \text{ m.}$$

Um die anschließende Absteckung der Kleinpunkte möglichst einfach zu gestalten, wurde außerhalb des Stollens zutage ein Richtpunkt L (Abbil. 351) nach:

$$\gamma = 180^\circ - \alpha$$

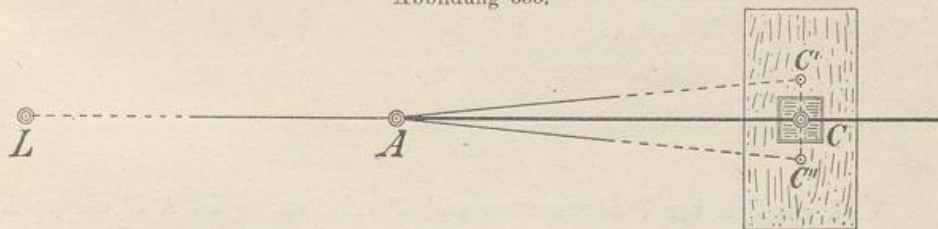
entsprechend den ausführlichen Angaben auf Seite 338 bestimmt und mit einem sorgfältig eingeloteten, von A gut sichtbaren weiß leuchtenden Fluchtstabe bezeichnet.

*) Die Werte werden ohne vermehrte Rechenarbeit zweckmäßig auf Millimeter angegeben, wozu aber in der Regel sechsstellige Logarithmen nötig sein werden.

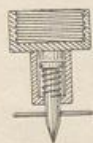
Ueber LA wurde nun die Leitlinie des Stollens gleichzeitig mit dem Fortschreiten des Ausbaues geradlinig nach Seite 299 verlängert. Die Absteckung erfolgte in dem dunklen Stollen mit Hilfe einer kleinen elektrischen Glühlampe (Abbil. 352). Nach vorläufiger Verlängerung wurde in den Boden ein vier-eckiger Pfahl getrieben, dessen Kopf ein längliches glatt gehobeltes Brettstück*) mit entsprechendem Ausschnitt aufnahm (Abbil. 353). Von A aus wurde hierauf die leuchtende Spitze der mit einer Dosenwage E lotrecht gestellten Glühlampe auf der Brettunterlage eingerichtet und mit Hilfe einer Punktiervorrichtung (Abbil. 354), die an den Ansatz D des Lampen-Dreifußes angeschraubt wird, auf dem Brette in C' kenntlich gemacht. Nach Kippung des Fernrohrs um 180° (s. S. 299) erhielt man in gleicher Weise C''. Die Mitte C, die auf dem Pfahle durch einen Nagel vermarktet wird, war dann der gesuchte Richtpunkt, von dem der nächstfolgende Richtpunkt abgesteckt wurde.

Um mit dem Baue auch von der anderen Seite beginnen zu können, wurde der Richtungswinkel β berechnet. Es ist (Abbil. 351):

Abbildung 353.



Abbil. 354.



und

demnach

$$\beta = (90 - \alpha) + \delta$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{x_4 - x_b}{y_b - y_4} = \frac{273,215 - 258,400}{229,100 - 129,215} = \frac{14,815}{99,885}$$

$$\delta = 8^\circ 26' 12'',$$

$$\beta = 90^\circ - 41^\circ 33' 38'' + 8^\circ 26' 12'',$$

$$= 56^\circ 52' 34''.$$

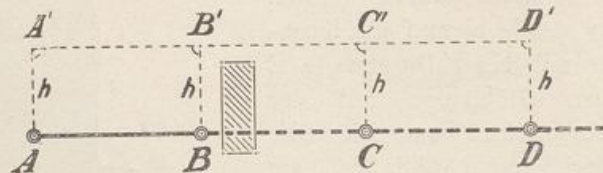
Ein Richtpunkt D konnte erst im Stollen selbst mit größerer Schärfe festgelegt werden (s. S. 339); bis dahin erfolgte das Absetzen der Kleinpunkte] von der Zuglinie B—○4 mit Hilfe des Winkels β nach Seite 338.

*) Bei steinigem Boden oder Fels wird zweckmäßig ein Eisenrohr mit Gipsfüllung verwendet.

Ueber die hier einsetzende Höhenmessung und Höhenabsteckung siehe Abschnitt III. 3., Seite 349.

β) **Verlängern.** Gilt es, AB über ein Hindernis, das erst während der Bauausführung entfernt werden kann, zu verlängern, siehe Abbil. 355, so wird eine Hilfslinie A'B' in einem Abstände h von AB gelegt, und von ihrer Verlängerung, die an dem Hindernisse vorbeigeht, werden die Richtpunkte C und D abgesetzt, die weiter, wie nun bekannt, zu verwenden sind.

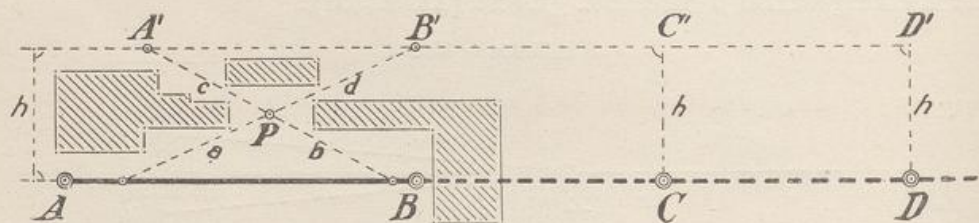
Abbildung 355.



Falls seitlich der Geraden AB wieder selbst Hindernisse liegen, die aber an einer Stelle einen Durchblick gewähren, dann steckt man eine der AB gleichgerichtete Linie A'B' ab, indem man P mit den beiden Hauptpunkten oder mit zwei Punkten der AB verbindet und die Verbindungslinie über P verlängert (Abbil. 356). Hat man die Strecken a, b und c durch Längenmessung ermittelt, so ist wegen der Aehnlichkeit der Dreiecke:

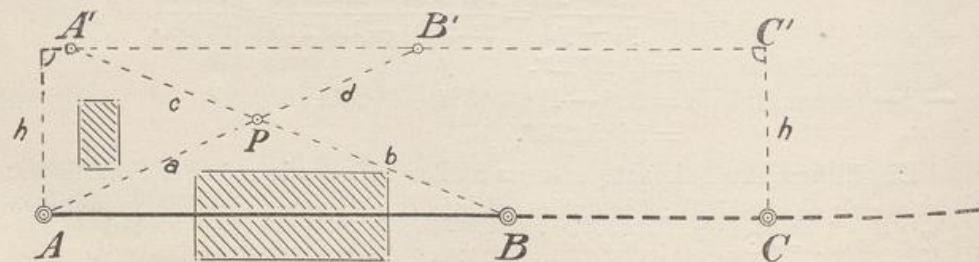
$$d = \frac{a \cdot c}{b}$$

Abbildung 356.



Wird das Maß von P abgemessen und B' erhalten, so ist A'B' die zu AB gleichlaufende Hilfslinie, von deren Verlängerung man die Hilfspunkte C

Abbildung 357.



und D mit h rechtwinkelig absetzt. h wird rechtwinkelig zwischen AB und A'B' entnommen.

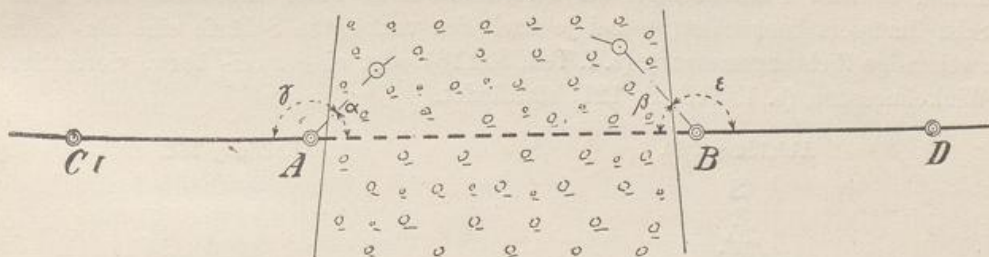
Das angegebene Verfahren kann auch dann Verwendung finden, wenn das Hindernis zwischen A und B steht, siehe Abbil. 357. Bisweilen wird es aber einfacher sein, wenn über A B (Abbil. 358) ein Dreieck mit der Spitze C aufgebaut wird und die Längen AC und CB gemessen werden. Man erhält dann die Punkte A' und B' für die gleichgerichtete Hilfslinie, wenn A' auf AC angenommen und B' bestimmt wird nach

$$BB' = \frac{BC}{AC} \cdot AA',$$

wieder mit Rücksicht auf die Aehnlichkeit der Dreiecke.

Die obigen Ermittlungen, die sich den mannigfaltigen Aufgaben leicht anpassen lassen, werden vielfach einfachen Ansprüchen genügen, oder für vorläufige Absteckungen wertvoll sein. Für genaue Arbeiten und wenn ausgedehnte Hindernisse im Wege stehen, wird auch hier wieder der Vieleckszug gute Dienste leisten. Ist beispielsweise die Verlängerung einer Geraden, zwischen deren Hauptpunkten A und B (Abbil. 359) eine Waldfläche sich befindet, vorzunehmen, so wird ein gebrochener Linienzug zunächst die Winkel α und β , sodann auch $\gamma = 180^\circ - \alpha$ und $\varepsilon = 180^\circ - \beta$ liefern, wie auf Seite 304 auseinandergesetzt ist.

Abbildung 359.



Die Gerade läßt sich hiernach über A wie auch über B verlängern. Die beiderseitige Verlängerung kann natürlich auch bei den früheren Aufgaben in Frage kommen.

3. Einschalten von Zwischenpunkten in Bogenlinien.

Der unmittelbare, bisweilen schroffe Uebergang einer Leitlinie aus einer Geraden in eine andere von abweichender Richtung ist bei einfachen Wege- und Straßenanlagen, in der Kulturtechnik, siehe die Beispiele auf Seite 286 und auch anderweitig (z. B. Tafel I), nicht selten anzutreffen. Bei Bauten größerer Bedeutung, in der Regel bei Kunststraßen, Eisenbahnanlagen, darunter auch Straßen- und Feldbahnen, werden die Geraden durch gekrümmte Linien, meist Kreisbögen, vor den Brechpunkten ausgerundet. Hierzu sind vorab die Berührungspunkte der Kreisbögen mit den Geraden zu suchen, wenn letztere im Felde

durch die Brechpunkte (s. S. 287) gegeben sind. Doch auch in den Fällen, wo die Berührungspunkte mit Rücksicht auf die örtlichen Verhältnisse bereits abgesteckt sind (s. S. 287), müssen „Bogenanfang“ und „Bogenende“ auf den Geraden neu ermittelt werden, sobald eine genaue Bestimmung der Bogenpunkte entsprechend dem Kreishalbmesser des Lageplanes vorzunehmen ist. In der Regel handelt es sich um eine Ausrundung durch einen einfachen Kreisbogen, dessen Halbmesser, wie schon Seite 284 gesagt, meist in runder Maßzahl vorliegt; zusammengesetzte Kreisbögen, d. h. sich berührende Bögen mit ungleichen Halbmessern, sogen. „Korbbögen“, werden seltener in Anwendung gebracht. Zeigen die Bögen denselben oder einen verschiedenen Richtungsverlauf, so unterscheidet man gleichgerichtete bzw. entgegengesetzt gerichtete Kreisbögen, wobei die letzteren wegen ihrer Form auch S-Bögen genannt werden. Im Anschlusse an die Festlegung von Bogenanfang und Bogenende, meist auch von Bogenmitte oder von Bogenvierteln und Bogenachteln, erfolgt seltener in der gekrümmten Linie die Absteckung der Kleinpunkte, die hier bei kleinerem Halbmesser einen Abstand von 10 m, 5 m, auch wohl 2 m erhalten.

a) Festlegung der Berührungspunkte und weiterer Hauptpunkte.

1. Gleichgerichtete einfache Kreisbögen.

α) Zur Festlegung des Anfanges A und des Endes E eines einfachen Kreisbogens (Abbil. 360) bedarf es des Schnittwinkels δ der Berührungsgeraden, dessen Größe stets nach der Oertlichkeit ermittelt wird. Ist der Schnittpunkt S gegeben oder läßt er sich durch Verlängerung der gegebenen Geraden im Felde leicht finden, so wird δ unmittelbar, am besten mit Hilfe eines Theodolits oder eines Schnellmessers beobachtet, wobei je nach der verlangten Schärfe eine ein- oder zweimalige Richtungsmessung (s. I. Teil, S. 118) oder eine zwei- bzw. viermalige Winkelmessung (s. I. Teil, S. 121) stattfindet.

Abbildung 360.

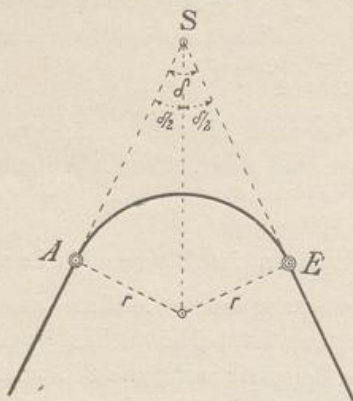
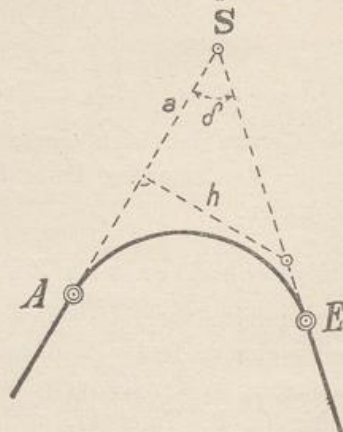


Abbildung 361.



Bei Arbeiten, für die eine geringere Genauigkeit zulässig ist, kann der Schnittwinkel nach einigen Längenmessungen berechnet werden. So ergibt sich, wenn δ spitz (Abbil. 361) ist, aus a und h (h rechtwinkelig auf AS) der Winkel nach:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{h}{a}.$$

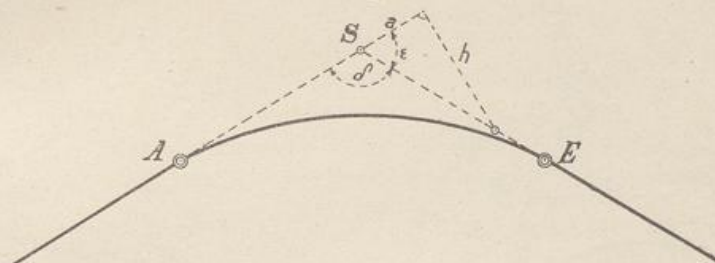
Ist δ stumpf, wie in Abbil. 362, so ist

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{h}{a},$$

hieraus

$$\delta = 180 - \varepsilon.$$

Abbildung 362.



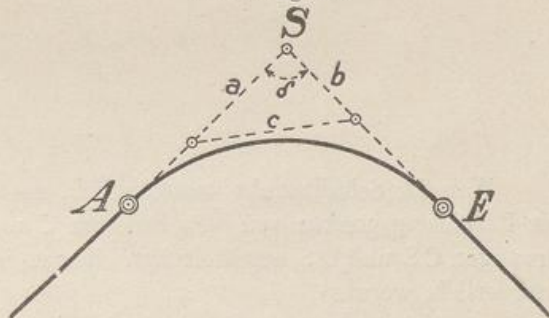
Nähert sich δ mehr einem Rechten, dann wird durch Vermittelung der Längen a , b und c (Abbil. 363) der Schnittwinkel nach

$$\cos \delta = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab}$$

abgeleitet.

Wenn der Schnittpunkt S , was nicht selten eintritt, zu ungünstig liegt, z. B. auf einer stark geneigten Böschung oder auf einer Berglehne, wenn er ganz unzugänglich ist, etwa weil er in eine Wasser-, Gebäude- oder Waldfläche fällt, oder wenn er von den Berührungspunkten zu weit entfernt ist, wird der Winkel δ ohne Benutzung des Schnittpunktes auf grund von Hilfsmessungen gewonnen.

Abbildung 363.



Man sucht auf den beiden gegebenen Geraden der Leitlinie oder auf deren Verlängerung zwei passende Punkte C und D , die gegenseitig sichtbar sind, und beobachtet die Winkel γ und ε (Abbil. 364). Dann ist:

$$\begin{aligned} \delta &= 180^\circ - (180^\circ - \gamma) - (180^\circ - \varepsilon) \\ &= \gamma + \varepsilon - 180^\circ. \end{aligned}$$

Die einfache geradlinige Verbindung CD ist zwar immer anzustreben, aber sie ist in der Oertlichkeit nicht immer möglich. Dann wird mittels eines Viereckzuges der Schnittwinkel δ , wie folgt, ermittelt.

Nach Abbil. 365 werden C und D durch einen gebrochenen Linienzug mit den zu messenden Winkeln $\beta_1, \beta_2, \dots$ verbunden. Wenn n die Anzahl der Brechwinkel ist, erhält man den Schnittwinkel

$$\delta = [\beta] - (n - 1) 180^\circ.$$

Mit δ und dem im Lageplane verzeichneten Halbmesser r des Kreisbogens lassen sich die Abstände des Bogenanfanges A und des Bogenendes E von S (Abbil. 360) ableiten zu:

$$SA = SE = r \cotg \delta/2,$$

die beide vom Schnittpunkte S aus auf den Berührungsgersten abgesetzt werden.

Abbildung 364.

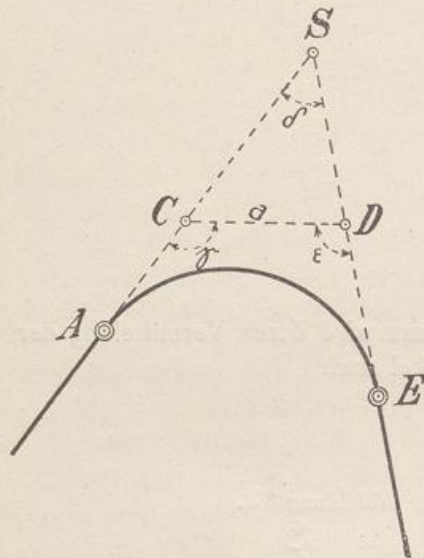
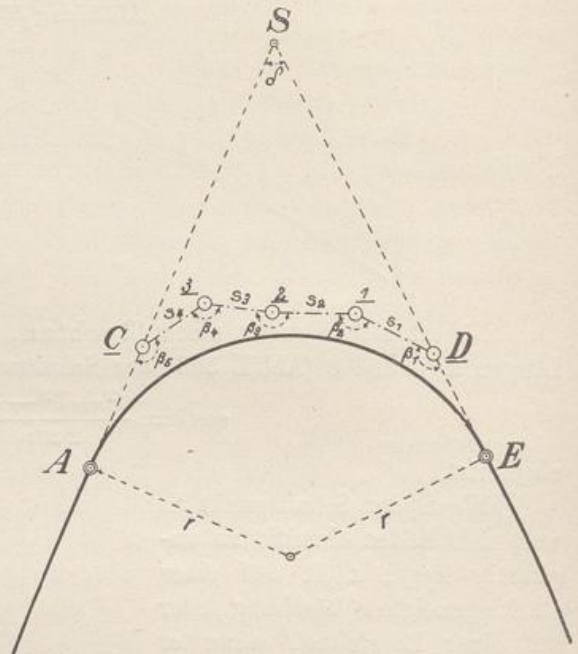


Abbildung 365.



War der Schnittpunkt unzugänglich, so erfolgt (Abbil. 364) die Absteckung der Berührungspunkte von den Punkten C und D aus, nachdem man die Entfernungen CS und DS ermittelt hat. Hierzu ist die Kenntnis der Länge $CD = a$ erforderlich, woraus

$$CS = \frac{a \cdot \sin(180 - \epsilon)}{\sin \delta} = \frac{a \cdot \sin \epsilon}{\sin \delta}$$

und

$$DS = \frac{a \cdot \sin(180 - \gamma)}{\sin \delta} = \frac{a \cdot \sin \gamma}{\sin \delta}$$

berechnet wird.

Die Absteckmaße für A und E sind dann (Abbil. 364):

$$CA = SA - CS$$

und

$$DE = SE - DS.$$

Nicht so einfach gestaltet sich die Ableitung von CS und DS , wenn statt der Geraden CD ein Vieleckszug die Punkte C und D verbindet, siehe Abbil. 365.

Nachdem auch die Zuglängen $s_1, s_2, \dots$ mit großer Sorgfalt gemessen worden sind, werden die Koordinaten der Brechpunkte und von C berechnet, indem man z. B. DS als Abscissenrichtung und D als Nullpunkt annimmt (siehe I. Teil, S. 140 und das Rechenbeispiel S. 143). Aus den Koordinaten von C

läßt sich, da $x_d = 0,00$ und $y_d = 0,00$ ist, siehe Abbil. 366, der Winkel ν berechnen nach:

$$\operatorname{tg} \nu = \frac{y_c}{x_c}$$

und $\mu = 180^\circ - (\delta + \nu)$,
wobei δ von Seite 309 übernommen wird.

Mit ν , x_c und y_c wird weiter CD berechnet zu:

$$CD = \frac{x_c}{\cos \nu} \text{ und } CD = \frac{y_c}{\sin \nu}.$$

Beide Werte müssen bis auf kleine Abrundungsfehler übereinstimmen.

Mit der Länge CD werden sodann, wie auf Seite 310 ausgeführt ist, CA und DE ermittelt und die Hauptpunkte A bzw. E abgesetzt.

Liegen schwierige Verhältnisse vor, oder soll z. B. für einen Stollen- oder Tunnelbau ein möglichst scharfes Ergebnis erzielt werden, so ist nach Abbil. 367 vorzugehen.

Hier müssen noch zwei weitere Punkte der Berührungsgeraden, etwa G und H, die entsprechend weit von C bzw. D zu wählen sind, ausgesucht und gleichfalls durch einen gebrochenen Linienzug verbunden werden. Man erhält ein geschlossenes Vieleck, in dem sämtliche Brechungswinkel β und Strecken s bekannt sein müssen.

Wird CS als Abscissenrichtung (s. I. Teil, S. 140) und C als Nullpunkt angenommen, so können die rechtwinkligen Koordinaten der Punkte G, H, D und der anderen Brechpunkte des Vieleckszuges, wie das Beispiel Seite 146 im I. Teile des Feldmessens näher aus-

Abbildung 366.

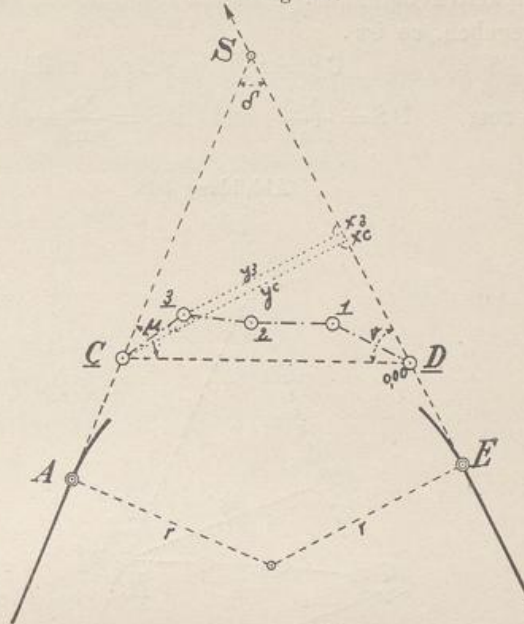
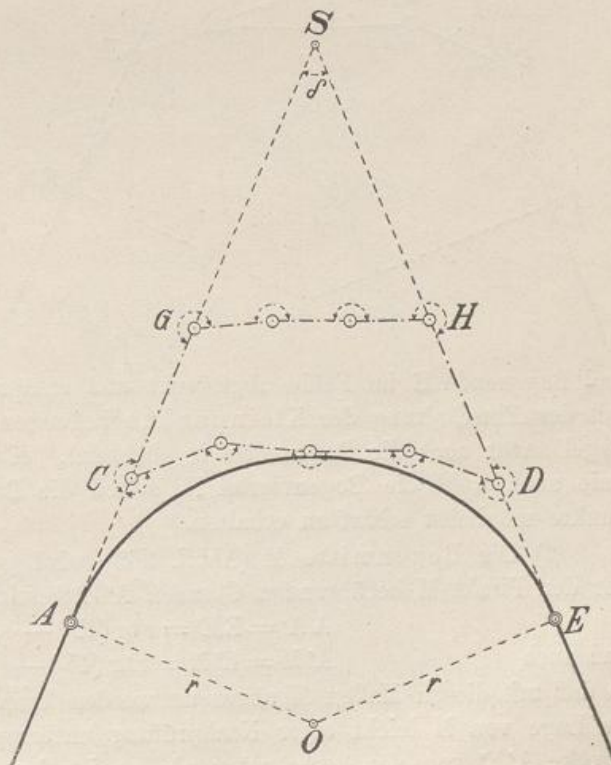


Abbildung 367.

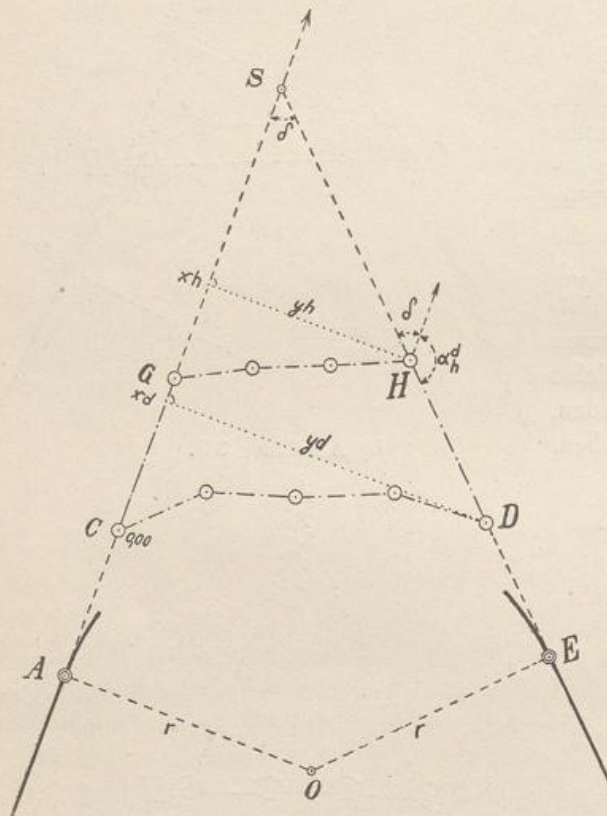


führt, berechnet werden. Die Einführung der richtigen Brechungswinkel (Spalte 2 ebendort) wird nach Anfertigung einer Handzeichnung (Abbil. 368) keine Schwierigkeiten bereiten. Sind die Koordinaten entsprechend nach $x_g, y_g; x_h, y_h$ usw. gegeben, so ist

$$CS = x_h + y_h \cotg \delta \quad \text{und} \quad CS = x_d + y_d \cotg \delta$$

$$\text{ferner} \quad DS = \frac{y_d}{\sin \delta} \quad \text{und} \quad DS = \frac{y_h}{\sin \delta} + \sqrt{(x_h - x_d)^2 + (y_d - y_h)^2}$$

Abbildung 368.



Die berechneten Maße werden gemittelt und hiermit die abzusetzenden Strecken CA bzw. DE, wie oben, berechnet nach:

$$CA = SA - CS$$

$$DE = SE - DS$$

wobei $SA = SE = r \cotg \delta/2$ nach Seite 310 ist.

Eine wichtige Frage betrifft hier noch den Schnittwinkel δ , der sehr einfach aus der Abweichung der beiden Richtungswinkel der beiden Seiten GC und HD ermittelt werden kann.

Es ist:

$$\delta = 180^\circ - \alpha_h^d,$$

wo α_h^d den Richtungswinkel auf H nach D bedeutet (Abbil. 368) und aus der Koordinatenberechnung (Spalte 3 des Beispiels I. Teil, S. 146) entnommen wird.

Sind nach den obigen Vorgängen Bogenanfang A

und Bogenende E im Felde abgesteckt und entsprechend vermarktet, so könnte mit der Einschaltung der Kleinpunkte begonnen werden. Indes wird in der Regel zuvor noch die Bogenmitte M abgesetzt, bei größeren Längen der Bogenlinie auch wohl die Bogenviertel N, selten die Bogenachtel T, um die Kleinpunkte möglichst scharf zu erhalten.

β) Die Bogenmitte M (Abbil. 369) wird gewöhnlich durch Absteckung der den Punkt M berührenden Geraden A'E' bestimmt. Es ist:

$$AA' = EE' = r \tg (45^\circ - \delta/4)$$

und auch

$$A'M = E'M = r \tg (45^\circ - \delta/4),$$

so daß mit diesen Maßen M abgesetzt werden kann. Da $A'M = E'M$ ist, wird die Lage von M leicht einer Nachprüfung unterzogen. Weicht die gemessene Strecke A'E' von der berechneten ab, so ist der Unterschied gleichmäßig auf

A'M und E'M zu verteilen. Ueber das zulässige Maß der Abweichung siehe I. Teil, Seite 49.

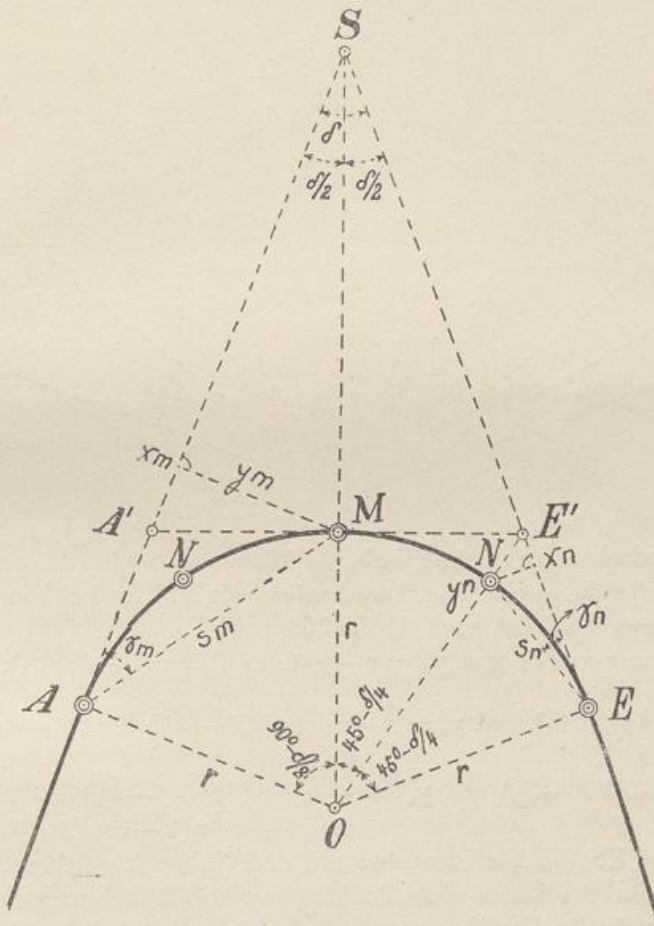
Die Bogenviertel werden durch Festlegung der Punkte N erhalten. Die Absteckmaße (Abbil. 370) sind:

$$AA'' = A''N = NJ = JM = MK = KN = NE'' = E''E = r \operatorname{tg} (22^\circ 30' - \delta/8).$$

Zur Absteckung der Bogenachtel T gilt:

$$AL' = L'T = TL'' = L''N \text{ usw. } = r \operatorname{tg} (11^\circ 15' - \delta/16).$$

Abbildung 369.



Sobald die obige Bestimmung von M, N und T wegen eines Hindernisses nicht ausführbar ist, wird je nach der Sachlage eins der drei weiteren Verfahren Verwendung finden.

1. Ist S zugänglich, so wird der Schnittwinkel δ halbiert (s. S. 338) und SM (Abbil. 369) auf der Halbierungslinie von S abgesetzt. Es ist:

$$SM = SO - MO = \frac{r}{\sin \delta/2} - r.$$

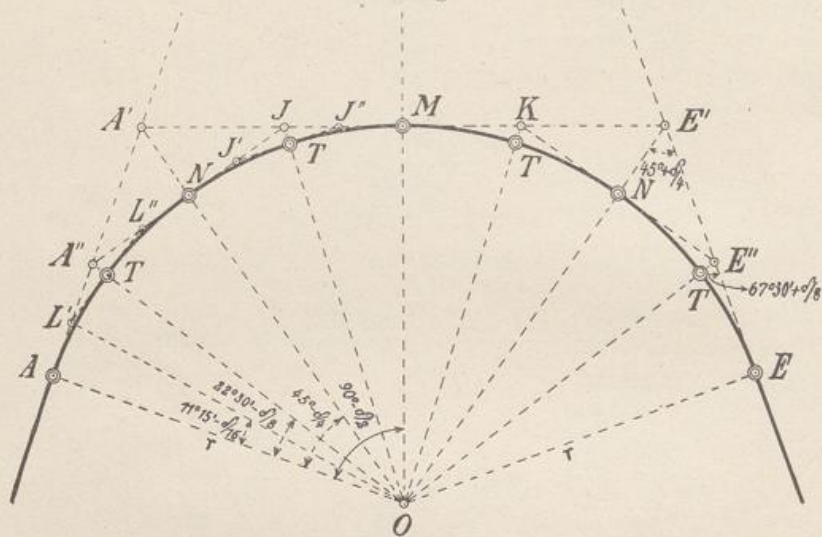
Diese Art der Absteckung von M ist gegenüber dem ersteren Verfahren vorzuziehen, wenn δ ein stumpfer Winkel ist (Abbil. 362 und 386), so daß SM ein kurzes Maß wird.

Für N und T gilt die gleiche Formel mit entsprechender Winkelgröße. Es ist:

$$A'N = E'N = \frac{r}{\sin(45^\circ + \delta/4)} - r$$

$$\text{bzw. } A''T = JT = KT = E''T = \frac{r}{\sin(67^\circ 30' + \delta/8)}.$$

Abbildung 370.



2. Ist jedoch S unzugänglich, so können entweder die rechtwinkligen Koordinaten oder die sogen. Polarkoordinaten von M, N und T berechnet werden.

Im ersteren Falle ist nach Abbil. 369

$$x_m = r \cdot \cos \delta/2 \quad \text{und} \quad y_m = r - r \cdot (\sin \delta/2) = r(1 - \sin \delta/2),$$

dagegen

$$x_n = r \cdot \sin(45^\circ - \delta/4) \quad \text{und} \quad y_n = r - r \cdot \cos(45^\circ - \delta/4) = r(1 - \cos(45^\circ - \delta/4))$$

dementsprechend

$$x_t = r \cdot \sin(67^\circ 30' - \delta/8) \quad \text{und} \quad y_t = r - r \cdot \cos(22^\circ 30' - \delta/8) = r(1 - \cos(22^\circ 30' - \delta/8)),$$

wobei AS oder ES die Abscissenachse mit dem Nullpunkte A bzw. E darstellen.

Unter Polarkoordinaten eines Punktes werden die Richtungsabweichung und die Entfernung des Punktes in bezug auf einen Standpunkt oder Pol verstanden. Wird hier als Ursprung der Richtungen die Gerade AS oder ES und als Pol der Punkt A bzw. E angesehen, dann sind die Polarkoordinaten (Abbil. 369):

für M der Winkel γ_m und die Länge s_m ,

für N der Winkel γ_n und die Länge s_n ,

dementsprechend für T der Winkel γ_t und die Länge s_t .

Hierbei ist:

$$\gamma_m = 45^\circ - \delta/4 \quad \text{und} \quad s_m = 2r \sin(45^\circ - \delta/4),$$

$$\gamma_n = 22^\circ 30' - \delta/8 \quad \text{und} \quad s_n = 2r \sin(22^\circ 30' - \delta/8),$$

und dementsprechend

$$\gamma_t = 11^\circ 15' - \delta/16 \text{ und } s_t = 2r \sin(11^\circ 15' - \delta/16).$$

Die Koordinaten werden ihren Abmessungen entsprechend von A bezw. E abgesetzt.

3. Unter manchen Umständen kann es zweckmäßig erscheinen, eine Festlegung der Bogenmitte M und auch der Bogenviertel N von der Sehne A E bezw. A M und E M vorzunehmen. Nach Abbil. 371 ist:

$$\text{für M: } x_m = A M' = M' E = r \cdot \sin(90^\circ - \delta/2) \text{ und}$$

$$y_m = M M' = r - r \cdot \cos(90^\circ - \delta/2),$$

$$\text{für N: } x_n = A N_1 = N' M = E N' = r \cdot \sin(45^\circ - \delta/4) \text{ und}$$

$$y_n = N_1 N_1' = r - r \cdot \cos(45^\circ - \delta/4).$$

Solche Absteckungen können in engen Straßen oder an Waldflächen, ferner auch bei Uferbauten und dergl. an Wasserläufen leicht vorkommen. Im allgemeinen wird sich aber die Absteckung von der Sehne nur bei einer mäßigen Bogenlänge A E empfehlen.

Durch Bogenanfang, Bogenende und Bogenmitte, gegebenenfalls auch durch die Bogenviertel und Bogenachtel, wird ein fester Rahmen für die weitere Absteckung (s. S. 325) der Kleinpunkte geschaffen.

γ) Die vorbeschriebenen Absteckungen setzen eine gewisse Zugänglichkeit der Arbeitsstellen voraus, die beispielsweise bei Stollen- und Tunnelanlagen vollständig fehlt. Hier können nur fortschreitend mit der Bauausführung scharfe voneinander abhängige Punkte unter Tage festgelegt und vermarktet werden, von denen weiter die Kleinpunkte der Bogenlinie abzusetzen sind.

Die sich hier abspielende Messung besteht darin, in dem Kreisbogen zwischen A und E Bogenstücke von der Länge b abzustecken, wozu die gleichen Sehnen s und die äußeren Peripheriewinkel $180^\circ + \gamma$, siehe Abbil. 372, benutzt werden. Bedeutet w die lichte Weite des Stollens oder Tunnels, dann läßt sich die absteckmögliche Sehnenlänge berechnen nach:

$$\left(\frac{s}{2}\right)^2 = r^2 - \left(r - \frac{w}{2}\right)^2 = r^2 - r^2 + r \cdot w - \frac{w^2}{4}$$

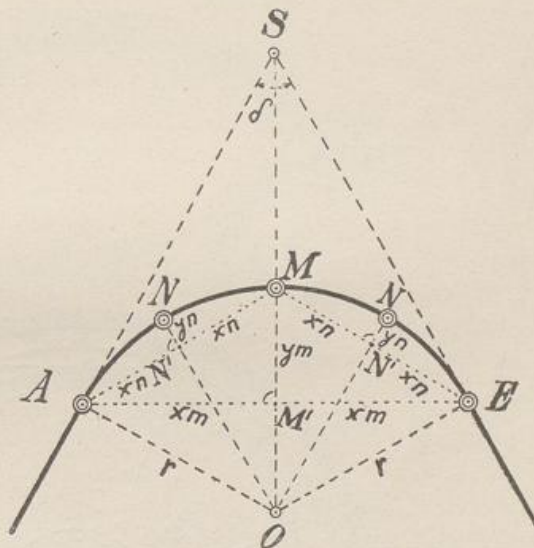
$$\frac{s^2}{4} = r \cdot w - \frac{w^2}{4}$$

und

$$s = \sqrt{w(4r - w)}.$$

Um kein Reststück zu erhalten, wird nach dem Lageplane die Sehnenlänge so bestimmt, daß einerseits das berechnete Maß s nicht erreicht wird, anderer-

Abbildung 371.



seits so, daß zwischen A und E gleiche Bogenstücke, d. h. also gleiche Peripheriewinkel $180^\circ + \gamma$ abgesteckt werden können. Wenn der Winkel bei O

$$\varepsilon = 180^\circ - \delta$$

ist, dann wird

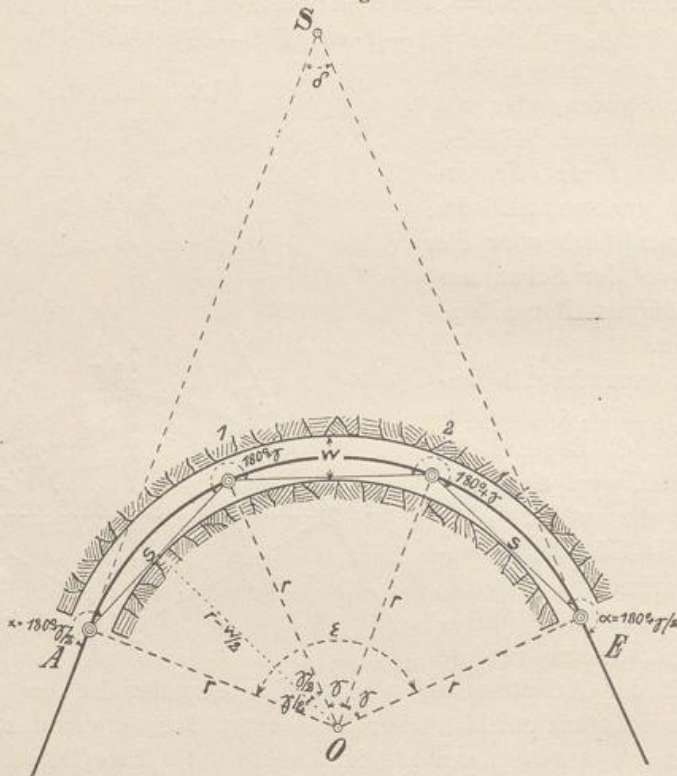
$$\gamma = \frac{\varepsilon}{n},$$

wo n die Anzahl der Bogenstücke bzw. Sehnen bedeutet.

Hiernach ist nun zu berechnen:

$$s = 2 r \sin \gamma/2.$$

Abbildung 372.



Neben dem äußeren Peripheriewinkel $180^\circ + \gamma$ sind noch die Brechungswinkel auf A und E zu bestimmen (Abbil. 372) zu

$$\alpha = 180^\circ + \gamma/2.$$

Mit den Größen s und α ist die Absteckung, wie das nachstehende Beispiel zeigt, auszuführen.

Gemäß Abbil. 373 wird der Bogenanfang A im Tunnel angenommen, während das Bogenende mit E zutage tritt. Die beiden Mundlöcher beginnen an dem das Arbeitsfeld durchquerenden Bachlaufe. Der Schnittwinkel δ wurde mit Hilfe eines scharf gemessenen Vieleckszuges nach Seite 309 abgeleitet zu:

$$\delta = 35^{\circ} 50' 00'',$$

woraus sich gemäß Abbil. 310 mit $r = 250 \text{ m}$

$$SA = SE = r \cdot \cotg \delta/2 = 250 \cdot \cotg 17^\circ 55' 00'' = 777,106 \text{ m}$$

dem Winkel $180^\circ + \gamma = 194^\circ 25' 00''$ und der Sehne $s = 62,739$ m vorgenommen, um den Punkt 2 zu erhalten usw. Eine Probe der richtigen Absteckung kommt erst am Schlusse der Arbeit, wenn vom Punkte 9 die letzte Sehne abgesteckt wird, deren Richtung und Ende mit E (Abbil. 373) zusammenfallen muß. Die Messungen müssen deshalb aufs peinlichste ausgeführt werden, auch dann, wenn von E die Absteckung gleichzeitig gegen A hin erfolgt, was meist der Fall sein wird. Die Vermarkung der Bogenpunkte muß aus gleichem Grunde sehr scharf durchgeführt werden, gegebenenfalls mit Eisenröhren und Drahtstift in der auf Seite 305 näher gezeichneten Weise. Das Einrichten mit Hilfe einer elektrischen Glühlampe (s. Abbil. 352 und 397) wird hier sehr gute Dienste leisten.

Die Einschaltung der Kleinpunkte kann hier sehr scharf mit dem aufstehenden Winkelmesser von jedem der abgesteckten Bogenpunkte nach Seite 330 geschehen, wofür die abzusetzenden gleich großen Winkel und Sehnen rasch abzuleiten sind.

Das beschriebene Verfahren wird auch im Walde mit großem Vorteile Verwendung finden oder bei tiefen Einschnitten, wenn der Abbau der Erdmassen von der Seite, ähnlich bei Stollen- oder Tunnelbau nach englischer Bauweise*), erfolgt. Bei umfangreichen und schwierigen Aufgaben im Gebirge sei auf die Schrift**) von A. Tichy hingewiesen, in der vier größere Tunnelbauten beschrieben sind.

2. Gleichgerichtete zusammengesetzte Kreisbögen oder „Korbbögen“.

Neben der Absteckung von einfachen Kreisbögen, deren Hauptpunkte nach den vorstehenden Angaben stets bestimmt werden können, kommt besonders in hügeliger und bergiger Gegend die Aufgabe vor, „Korbbögen“, d. h. sich berührende Kreisbogenstücke mit ungleichen Halbmessern ins Feld zu übertragen. Die Lösung ist je nach Umständen sehr mannigfaltig, vornehmlich, wenn mehr als zwei verschiedene Halbmesser in Frage kommen. Hier soll nur die allgemeine Aufgabe mit zwei ungleichen Halbmessern behandelt werden, im übrigen wird auf die Schrift von Knoll-Weitbrecht***) verwiesen.

Gegeben seien (Abbil. 374) auch hier auf grund der „Ausführlichen Vorarbeiten“ die Geraden BA_0 und FE_0 , wo A_0 und E_0 die vorläufig abgesteckten Berührungspunkte der Bogenlinien darstellen, ferner die zwei Halbmesser R und r . Gesucht sind zunächst der endgültige Bogenanfang A , das Bogenende E und der Wechsellpunkt W , d. h. der Berührungspunkt der beiden Kreisbogenstücke, erforderlichenfalls auch die Bogenmitten M und M_1 , und die bezüglichen Bogenviertelpunkte N und N_1 .

Wird wieder der Schnittwinkel der beiden Ausgangsgeraden BA_0 und FE_0 mit δ bezeichnet, dessen Größe entweder unmittelbar (S. 308) oder durch Hilfsmessung (S. 309) ermittelt wird, so ist (Abbil. 374):

$$\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = 180^\circ - \delta.$$

*) Siehe Band XIII des Handbuchs des Bauingenieurs: Der Erdbau.

**) Rationelle Vorgänge der Absteckung bedeutend langer Eisenbahn-Tunnels von A. Tichy. Verlag für Fachliteratur, G. m. b. H., Wien 1915. Preis 2,50 M.

***) Taschenbuch zum Abstecken der Kurven an Straßen und Eisenbahnen. Verlag Alfred Kröner, Leipzig 1911.

Abbildung 374.

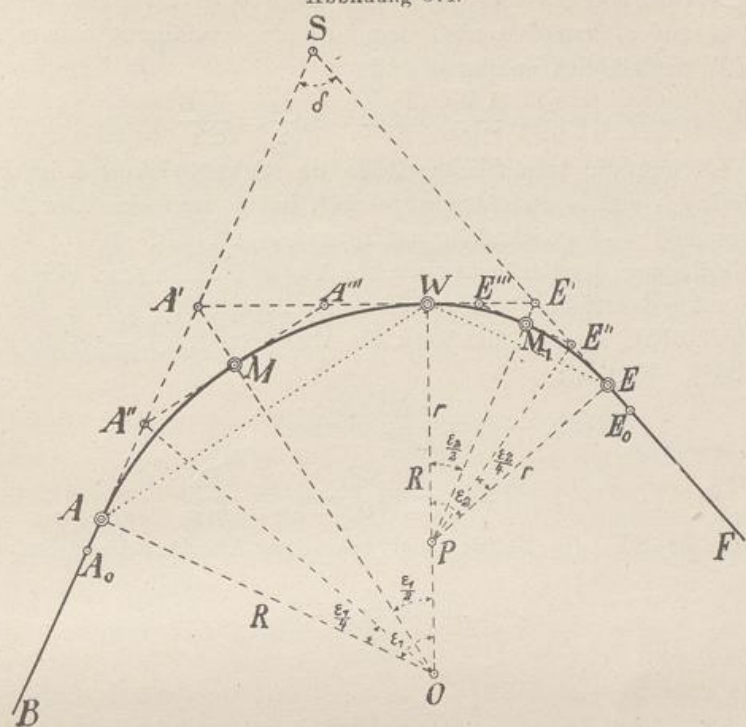
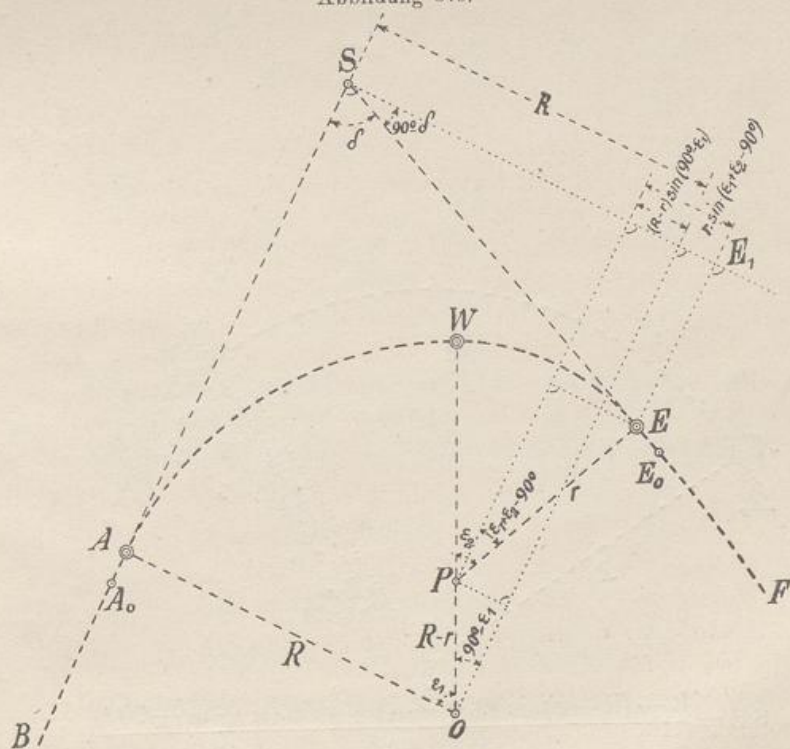


Abbildung 375.



Um die Absteckung auf den einfachen Kreisbogen zurückzuführen, werden die Winkel ε_1 und ε_2 zunächst nach dem Lageplane bestimmt, indem man dort A W und E W maßstäblich entnimmt und

$$\sin \frac{\varepsilon_1}{2} = \frac{A W}{2 R} \quad \text{bezw.} \quad \sin \frac{\varepsilon_2}{2} = \frac{W E}{2 r}$$

berechnet. Ist nun die tatsächliche Größe des Schnittwinkels δ im Felde ermittelt, so wird ε_1 und ε_2 endgültig abgeleitet, indem man eine Abweichung von $\varepsilon_1 + \varepsilon_2$ gegen $180^\circ - \delta$ gleichmäßig auf ε_1 und ε_2 verteilt.

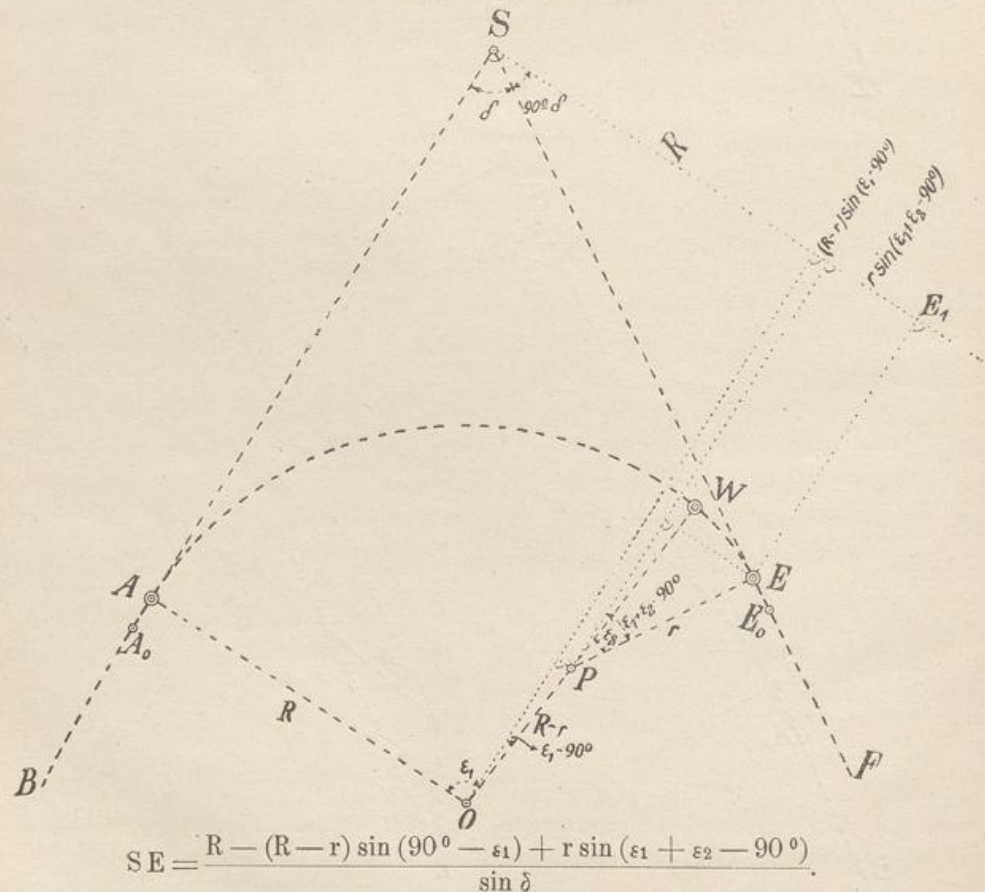
Zur Festlegung der Berührungspunkte A und E denkt man sich eine Senkrechte in S auf SB errichtet und auf diese die Punkte P, O und E rechtwinklig bezogen (Abbil. 375). Man erhält damit die Abschnitte R, $(R - r) \cdot \sin$ und $r \cdot \sin$ ($\varepsilon_1 + \varepsilon_2 - 90^\circ$). Nun ist:

$$\cos (90^\circ - \delta) = \frac{S E_1}{S E}, \quad \text{hiernach}$$

$$S E = \frac{S E_1}{\cos (90^\circ - \delta)} = \frac{S E_1}{\sin \delta}.$$

Werden für $S E_1$ die Beträge der einzelnen Abschnitte eingesetzt, so erhält man:

Abbildung 376.



$$S E = \frac{R - (R - r) \sin (90^\circ - \varepsilon_1) + r \sin (\varepsilon_1 + \varepsilon_2 - 90^\circ)}{\sin \delta}.$$

bezw. $EE'' = E''M_1 = M_1E''' = E'''W = r \cdot \operatorname{tg} \frac{\varepsilon_2}{4}$

zu bestimmen, doch kann hier auch sinngemäß eins der auf Seite 313 usw. angegebenen Verfahren Anwendung finden. Für die Bogenviertel N und N₁ ist ebenfalls das dort Gesagte zu beachten.

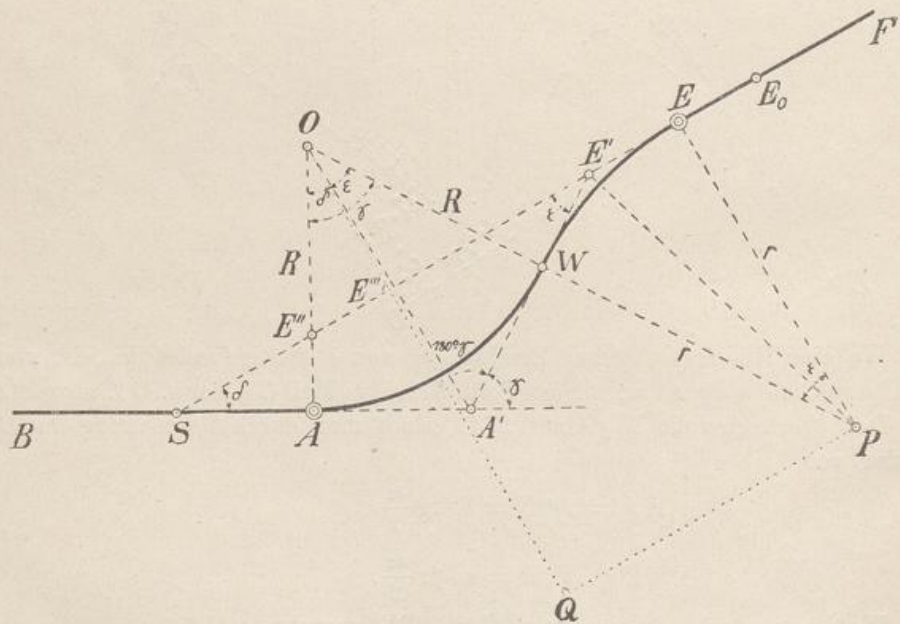
Ueber die Absteckung der eigentlichen Kleinpunkte siehe Abschnitt b) Seite 325.

3. Gegenbögen oder S-Bögen.

Zwei Geraden einer Leitlinie werden bisweilen nicht durch einen Kreisbogen innerhalb der kleinen Schenkelöffnung, wie es oben geschah, sondern außerhalb dieser durch einen „Gegenbogen“ oder S-Bogen verbunden, dessen Halbmesser von gleicher, aber auch verschiedener Größe sein kann. Diese Art von Bogenlinien findet auch bei geradliniger Führung der Leitlinie Anwendung, wenn aus irgend einem Grunde eine „Versetzung“ der Leitlinie erfolgen muß, oder wenn zwei gleichlaufende Leitlinien, z. B. die Achsen bei Eisenbahnanlagen, eine Verbindung erhalten sollen. Die Aufgabe besteht in allen Fällen darin, zu einem im Felde als endgültig angenommenen Bogenanfang A und den Halbmessern R und r oder r des Gegenbogens zunächst den Endpunkt E und den Wendepunkt W festzulegen, um dann die weiteren Kleinpunkte nach Seite 325 abzustecken.

α) **Gegenbogen zwischen geneigten Geraden.** Es sind gegeben die beiden Geraden BA und FE₀ (Abbil. 378) und die Halbmesser R bzw. r. Da A als

Abbildung 378.



Bogenanfang fest gegeben ist, wird E und W gesucht. Im Felde wird zunächst der Schnittpunkt S bestimmt und der Winkel δ gemessen. Denkt man sich vom

Mittelpunkt O des Kreisbogens mit R die Senkrechte OE'' auf SF gefällt, so ist der Winkel bei O

$$\gamma = \delta + \varepsilon.$$

Verlängert man OE'' bis Q , so daß $E''Q = r$ ist, verbindet Q mit P , dem Mittelpunkte des Kreisbogens mit r , so ist:

$$\cos \varepsilon = \frac{OQ}{OP} = \frac{OE'' + r}{R + r}.$$

Zur Bestimmung der unbekannten Strecke OE'' nach $OE'' = (R - AE'')$ $\cos \delta$ wird AE'' (s. Abbil. 378) berechnet aus dem Winkel δ und der im Felde sorgfältig gemessenen Länge SA zu:

$$AE'' = SA \cdot \operatorname{tg} \delta,$$

demnach ist:

$$\cos \varepsilon = \frac{(R - SA \cdot \operatorname{tg} \delta) \cos \delta + r}{R + r}.$$

Mit $\gamma = \delta + \varepsilon$ läßt sich zuerst

$$AA' = A'W = R \cdot \operatorname{tg} \gamma/2$$

berechnen, sodann A' von A aus mittels AA' abmessen. Bei A' ist der Winkel $180^\circ - \gamma$ abzusetzen (s. S. 338); sein Schenkel trifft die Verlängerung der gegebenen Geraden FE_0 in E' . Weiter läßt sich mit dem Winkel ε (bei P):

$$WE' = E'E = r \cdot \operatorname{tg} \varepsilon/2$$

ermitteln. Wird von E' das Maß $E'E$ abgemessen, so erhält man das verlangte Bogenende E , während der Wendepunkt W mit $A'W$ und $E'W$ erhalten wird. Eine Probe für die richtige Absteckung besteht darin, daß $A'E' = A'W + WE'$ und bei E' der Winkel $EE'A' = 180^\circ - \varepsilon$ sein muß.

Falls $R = r$ gegeben ist, bleiben die angegebenen Formeln bestehen, jedoch wird:

$$\cos \varepsilon = \frac{(r - SA \operatorname{tg} \delta) \cos \delta + r}{2r}$$

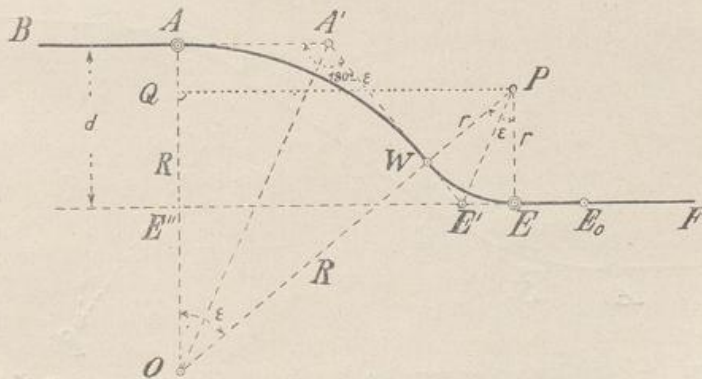
und

$$AA' = A'W = r \cdot \operatorname{tg} \gamma/2,$$

während

$$WE' = E'E = r \operatorname{tg} \varepsilon/2 \text{ bleibt.}$$

Abbildung 379.



β) Gegenbogen zwischen gleichgerichteten Geraden. Im vorliegenden Falle (Abbil. 379) ist neben dem Bogenanfang A und den beiden Halbmessern R

und r auch der Abstand d der geradlinigen Leitlinien BA und FE_0 gegeben. Letzterer wird im Felde genau ermittelt. Gesucht wird auch hier das Bogenende E und der Wendepunkt W .

Zieht man PQ gleichlaufend mit den Leitlinien, so ergibt sich:

$$\cos \varepsilon = \frac{OQ}{OP} = \frac{R - d + r}{R + r}.$$

Dann ist:

$$AA' = A'W = R \operatorname{tg} \varepsilon/2$$

und

$$WE' = E'E = r \operatorname{tg} \varepsilon/2.$$

Wird AA' in der verlängerten BA von A aus abgemessen und in A' der Winkel $180^\circ - \varepsilon$ abgesetzt (s. S. 338), so erhält man den Schenkel $A'E'$, dessen Punkt E' in der Verlängerung der Leitlinie FE_0 liegt. Durch Abmessung von $A'W$ bzw. $E'W$ erhält man den Wendepunkt W . Das Bogenende E ist von E' um $E'E = r \operatorname{tg} \varepsilon/2$ (s. o.) entfernt.

Erscheint es einfacher, den Punkt E nur durch Längenmessung zu bestimmen, so berechnet man (Abbil. 379):

$$E'E = (R + r) \sin \varepsilon.$$

Man errichtet dann in A ein Lot AE'' bis zum Schnitt mit der Geraden FE_0 (das Lot kann schon vorher der Bestimmung von d dienen) und trägt von E'' das Maß $E'E$ ab, worauf die Punkte E' und W abgesetzt werden.

Sind die Kreishalbmesser gleich, also $R = r$, so ist

$$\cos \varepsilon = \frac{2r - d}{2r}$$

und

$$AA' = A'W = WE' = E'E = r \operatorname{tg} \varepsilon/2,$$

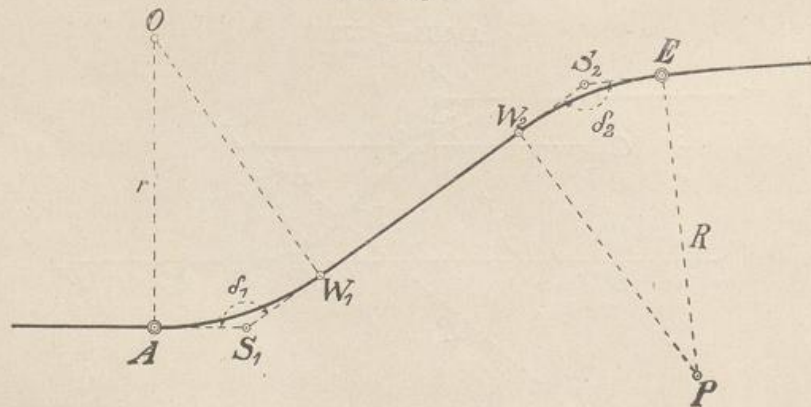
weiter

$$E''E = 2r \sin \varepsilon.$$

Hier, wie unter α), kann noch weiter die Bogenmitte nach Seite 313 unter 1 leicht abgesteckt werden.

γ) **Gegenbögen mit einer Zwischengeraden** (Abbil. 380) lassen sich auf die Absteckung von einfachen Kreisbögen zurückführen, indem man die Schnittpunkte S_1 und S_2 der Zwischengeraden bestimmt, die Größe der Schnittwinkel δ_1 und δ_2 ermittelt und im übrigen, wie früher (S. 312) angegeben, verfährt. Für kurze Zwischengerade sind noch besondere Absteck-Verfahren bekannt, wozu

Abbildung 380.



punkte S_1 und S_2 der Zwischengeraden bestimmt, die Größe der Schnittwinkel δ_1 und δ_2 ermittelt und im übrigen, wie früher (S. 312) angegeben, verfährt. Für kurze Zwischengerade sind noch besondere Absteck-Verfahren bekannt, wozu

auf das schon (S. 318) genannte Taschenbuch von Knoll-Weitbrecht und auf Schmidt: Die Absteckungen im städtischen Tiefbau, Verlag C. W. Kreidel in Wiesbaden 1910, verwiesen sei.

b) Einschalten der Kleinpunkte.

Sobald nach den vorstehenden Maßnahmen die Hauptpunkte des Kreisbogens abgesteckt sind und damit ein fester Rahmen gegeben ist, wird mit der Einschaltung der Kleinpunkte begonnen. Die Vorgänge, die gleicherweise für die einfachen, wie zusammengesetzten und Gegenbögen in Frage kommen, sind verschieden je nach der geforderten Genauigkeit der Punktlage und können sich demjenigen Verfahren anschließen, das für die Festlegung der Bogenmitte und der Bogenviertel nach Seite 312 usw. benutzt worden ist. Hiernach werden auch die Kleinpunkte — selbstverständlich bei entsprechender sorgfältiger Messung — am schärfsten bestimmt, während für eine weniger genaue, meist einfachere Absteckung einige Näherungsverfahren von Bedeutung sind.

Um eine gut übersichtliche und rasche Nachprüfung zu ermöglichen, ist es sehr zu empfehlen, stets einen gleichmäßigen Abstand der Kleinpunkte einzuhalten, der 30 bis 20 m bei großen Bogenhalbmessern, jedoch bis 5, 2 und 1 m bei sehr kleinem Halbmesser betragen kann. Dies läßt sich meist ohne Schwierigkeit durchführen, sofern nicht örtliche Hindernisse im Wege stehen.

1. Einschalten der Kleinpunkte von den Bogen-Berührenden.

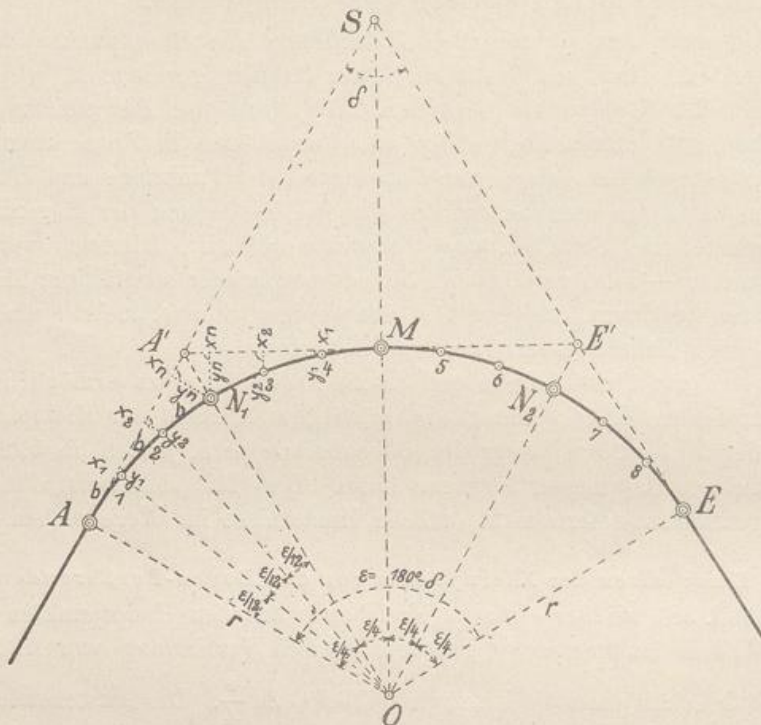
In Abbil. 381 sei der einfache Kreisbogen mit den Hauptpunkten A, E, M und N und dem Halbmesser r gegeben. Durch Verbindung von A, E, M, N_1 und N_2 mit O erhält man die Innenwinkel bei O zu $\frac{\varepsilon}{4}$. Die entstehenden Bogenanteile sind gleich, also Bogen $AN_1 = N_1M = MN_2 = N_2E$. Soll nun jeder Bogenanteil in n gleiche Stücke von der Bogenlänge b geteilt werden, so entspricht jeder Bogenlänge b ein Winkel bei O von $\frac{\varepsilon}{4 \cdot n}$, mit dessen Hilfe sich für den Endpunkt jeder Bogenlänge b nach Seite 314 die rechtwinkligen Koordinaten berechnen lassen. Nehmen wir den Bogen AN_1 heraus und es sei $n=3$, so entstehen die Bogenteile $b = A1 = 12 = 2N_1$ mit den Winkeln $\frac{\varepsilon}{4 \cdot 3} = \frac{\varepsilon}{12}$ bei O. Die entsprechenden Abscissen und Ordinaten für 1, 2 und N_1 sind demnach (Abbildung 382):

$$\begin{aligned} x_1 &= r \cdot \sin \frac{\varepsilon}{12} & y_1 &= r \left(1 - \cos \frac{\varepsilon}{12} \right) \\ x_2 &= r \cdot \sin \left(2 \cdot \frac{\varepsilon}{12} \right) & y_2 &= r \left(1 - \cos 2 \cdot \frac{\varepsilon}{12} \right) \\ x_n &= r \cdot \sin \left(3 \cdot \frac{\varepsilon}{12} \right) & y_n &= r \left(1 - \cos 3 \cdot \frac{\varepsilon}{12} \right) \end{aligned}$$

Werden die Maße x von A aus abgesetzt, so erhält man mit dem entsprechenden y die Kleinpunkte 1, 2 und N_1 , die mit einem Holzpflöck vermarktet werden. Es ergeben sich aber auch (Abbil. 381) die weiteren Kleinpunkte 3, 4

und 5, 6 und N_2 , wenn man die gleichen Maße von M aus nach links bzw. nach rechts abträgt, sowie 7 und 8, wenn hier als Nullpunkt der Koordinaten der Bogen-Endpunkt E gewählt wird.

Abbildung 381.



Da die Kleinpunkte in einem gleichmäßigen Abstände je nach den Verhältnissen (s. o.) von 30 bis 1 m abgesteckt werden sollen, ist hiernach die Größe der Winkel bei O einzurichten. Man stellt am besten auf dem Lageplane durch Absetzen von b auf dem Kreisbogen zwischen A N_1 fest, durch welche Zahl n der Winkel $\frac{\varepsilon}{4}$ zu teilen ist. Die Berechnung von x und y wird in der Regel mit fünfstelligen Logarithmen durchgeführt; soll auch das Millimeter sicher sein, so sind bei größeren Abmessungen sechsstellige Logarithmen nicht zu umgehen.

Für die Absteckung der Maße x und y sei darauf hingewiesen, daß nach dem I. Teile S. 30 längere Ordinaten als 40 bis 50 m wegen der Unsicherheit der Absteckung mit Hilfe der einfachen Winkelmesser nicht abgesetzt werden sollen. Wird in der Abscisse eine Genauigkeit bis auf das Zentimeter gefordert, so sind die Winkelmesser auf einem Lotstabe zu benutzen, siehe besonders Abbildung 82 und 84a im I. Teile, und die Ordinaten sind höchstens 10 bis 15 m lang zu wählen. Aus diesem Grunde wird die Einschaltung der Viertelbogen N_1 und N_2 oft erforderlich sein, was man ebenfalls auf dem Lageplane vorher feststellen kann. Daß dann die berechneten x und y von A bzw. E , von M und N Geltung haben, ergibt schon der Anblick der Abbil. 370; die Größe des in Rechnung einzuführenden Winkels bei O ist hier $\frac{\varepsilon}{8 \cdot n}$, was leicht abzuleiten ist.

sein. Die Probe wird noch wirksamer, wenn man in den Punkten A und E das Absetzen der Winkel wiederholt.

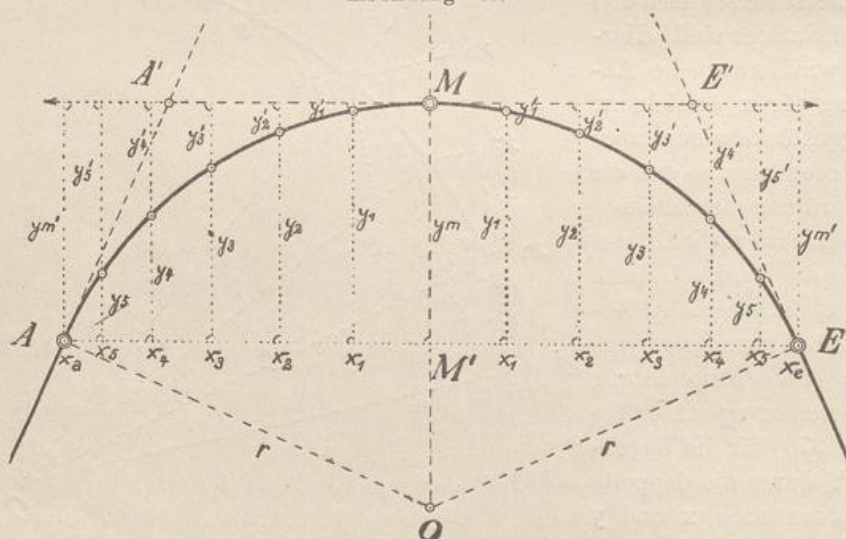
Obwohl die Berechnung der Koordinaten x und y nicht eben umfangreich und umständlich ist, stehen für diese Zwecke besondere Aufzeichnungen zu Gebote, denen man bei gegebenem Halbmesser und Winkeln die Absteckmaße entnehmen kann. Für gleiche Abscissenunterschiede ist besonders geeignet das unter 2. in der Anm.*) aufgeführte Taschenbuch von Knoll-Weitbrecht, für gleiche Bogenlängen die unter 1. und 3. genannten Bücher.

2. Einschalten der Kleinpunkte von der Sehne.

Muß die Absteckung der Bogenmitte von M oder der Bogenviertelpunkte N_1 und N_2 wegen örtlicher Behinderung außerhalb des Bogens von der Sehne aus erfolgen, was, wie schon Seite 315 gesagt ist, nur für Bögen mit geringer Ausdehnung zu empfehlen ist, so kann man M nach S. 315 zu: $x_m = AM' = \frac{AE}{2}$ und $y_m = MM' = r - r \cos(90^\circ - \delta/2)$ erhalten.

Nach Abbil. 383 sieht man sofort ein, daß man für $x_1, x_2 \dots$ bis x_a nach links von M' bzw. $x_1, x_2 \dots$ bis x_e nach rechts von M' die Ordinaten findet zu

Abbildung 383.



$$y_1 = y_m - y'_1$$

$$y_2 = y_m - y'_2$$

$$\dots$$

$$\dots$$

$$y_a = y_e = y_m - y'_m = 0,$$

wobei y_1, y_2 usw. die Ordinaten der Kleinpunkte bedeuten, die von der Be-

*) 1. Kröhnke, Taschenbuch zum Abstecken von Kurven auf Eisenbahn- und Wege-
linien. Verlag B. G. Teubner, Leipzig 1911.

2. Knoll-Weitbrecht: Taschenbuch zum Abstecken der Kurven an Straßen und
Eisenbahnen. 2 Teile. Verlag Alfred Kröner, Leipzig 1911.

3. Sarrazin-Oberbeck: Taschenbuch zum Abstecken von Kreisbögen mit und ohne
Übergangskurven. Verlag Julius Springer, Berlin 1913.

rührungsgeraden MA' bzw. ME' gelten und die nach dem vorigen Abschnitte (S. 325) zu berechnen sind.

Für gleiche Bogenstücke b sind x und y , wie früher (S. 325), zu berechnen. Eine Nachprüfung der abgesteckten und vermarkten Kleinpunkte kann in solchem Falle mit dem Theodoliten oder Schnellmesser erfolgen, wie nach Seite 327 (unten) beschrieben ist.

3. Einschaltung der Kleinpunkte unmittelbar von den Hauptpunkten.

Der Vorgang, der mit Hilfe des Winkelmessers die Nachprüfung der Punktlage (s. S. 327) ermöglicht, kann auch dazu benutzt werden, von einem Hauptpunkte aus, zweckmäßig aus der Bogenmitte M (Abbil. 384) oder aus den Bogenviertelpunkten N (Abbil. 385), die Einschaltung der Kleinpunkte vorzunehmen.

Die Absteckung schließt sich in etwa der Festlegung von M und N nach S. 314 an; ein wichtiger Unterschied besteht hier aber darin, daß nicht die Sehnen s nach Abbil. 369, sondern die zu den gleichen Bogenstücken b zugehörigen kurzen Sehnen abgemessen werden.

Wird das anzuhaltende Bogenstück (Abbil. 381) nach Seite 326 ermittelt und der Winkel bei O nach $\frac{\varepsilon}{4 \cdot n}$ bestimmt, so wird die dem Bogenstücke b entsprechende im Felde abzumessende Sehne zu

$$s = 2r \cdot \sin \frac{\varepsilon}{8 \cdot n}$$

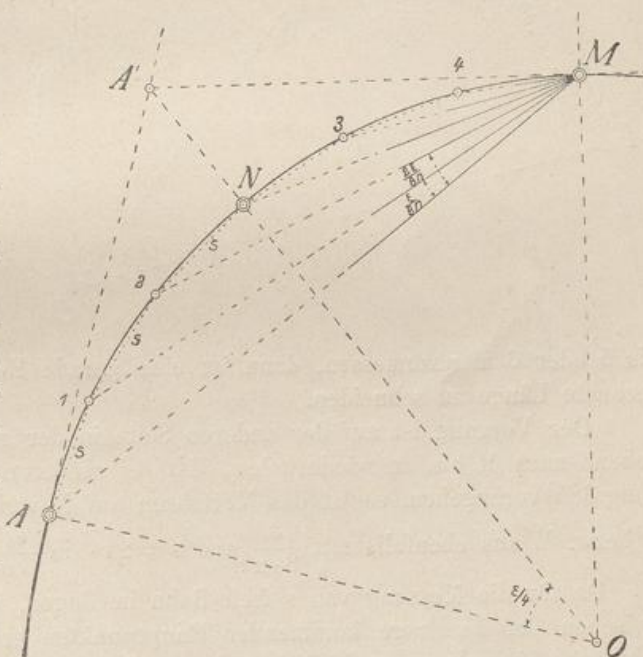
berechnet. Nun stellt man den gut berichtigten Theodoliten oder Schnellmesser in M auf, zielt A an und macht (an einem Nonius) die Kreisablesung. Ist diese L , so ist der erste abzutragende Winkel (s. Abbil. 384)

$$L + \frac{\varepsilon}{8 \cdot n}$$

In die eingestellte Fernrohrziellinie wird sodann von A aus das berechnete Maß s abgesetzt mit Unterstützung eines Fluchtstabes, den man so lange verschiebt, bis er den Abstand s von A hat, gleichzeitig aber in der Fernrohrziellinie liegt. Der so eingeschaltete Punkt ist der Kleinpunkt 1, der durch einen Holzpflock mit Nagel (s. S. 293) vermarkt wird.

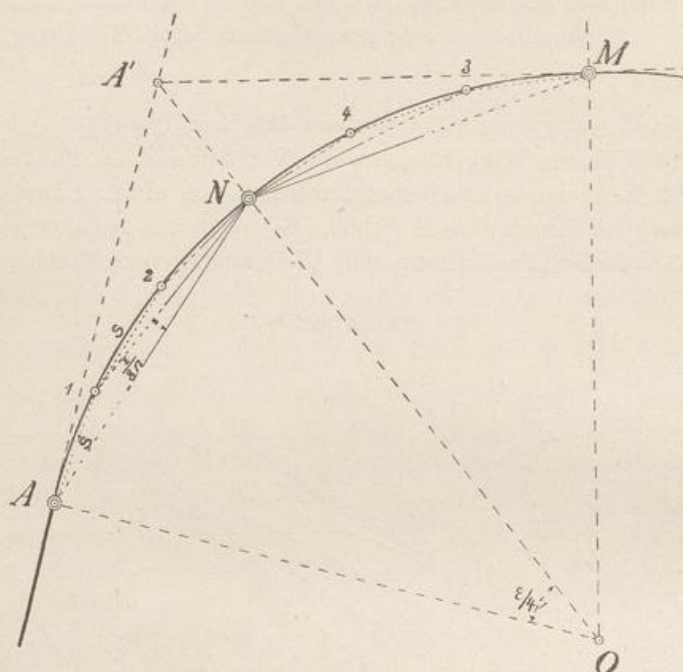
Der Kleinpunkt 2 wird mit dem Winkel $L + 2 \cdot \frac{\varepsilon}{8 \cdot n}$ abgesetzt und mit dem

Abbildung 384.



gleichen Längenmaße s , das nun vom Kleinpunkte 1 gilt, usw. Sobald der letzte Kleinpunkt vor M feststeht (Kleinp. 4 Abbil. 384), muß der Abstand von diesem

Abbildung 385.



bis M den Betrag s ergeben. Hieraus ist zu entnehmen, daß die Absteckung mit großer Sorgfalt erfolgen muß; dann werden aber auch scharf liegende Kleinpunkte erhalten.

Um die Abmessung der Sehne s möglichst einfach durchzuführen, wird bei größeren Längen (bei $s > 20$ m) für den Ueberschuß von 20 m zweckmäßig an dem Meßbande*) ein Ring angeschraubt, durch den ein Fluchtstab für das Einwinken vom Beobachter des Winkelmessers gesteckt wird. Sind nur kleine Abstände, etwa

bis 5 oder 6 m abzumessen, dann ist eine gerade Holzlatte scharf auf die berechnete Länge zu schneiden.

Der Vorgang ist auf der anderen Seite in der gleichen Weise von E ausgehend nach M hin zu wiederholen. Ist bei größeren Bogenlängen nach Abbildung 385 vorzugehen, so ist das Verfahren auf N von A bzw. M aus und von E bzw. M aus ebenfalls mit $\frac{\epsilon}{8 \cdot n}$ und $s = 2r \cdot \sin \frac{\epsilon}{8 \cdot n}$ auszuführen.

Da für die Messung von s freie Bahn im Bogen, im übrigen nur freie Sicht zwischen den in Frage kommenden Hauptpunkten erforderlich ist, hat die geschilderte Absteckung große Bedeutung auf Dämmen, ferner auch in Einschnitten, bei Stollen und Tunnelanlagen, worauf schon Seite 318 hingewiesen ist.

An Hilfstafeln sind hier die in Anm. Seite 328 unter 2. und 3. aufgeführten Taschenbücher von Knoll-Weitbrecht und Sarrazin-Oberbeck zu nennen.

4. Einschalten der Kleinpunkte vom Schnittpunkte der Bogenberührenden.

Entsprechend dem Verfahren nach Seite 313 für die Absteckung der Bogenmitte M , wo bei einem stumpfen Schnittwinkel δ die Entfernung MS berechnet und in der Halbierenden von δ abgesetzt wird, können hier die Abstände der Kleinpunkte (Abbil. 386) mit δ_1 und S_1 , δ_2 und S_2 usw. festgelegt werden. Die Winkel $\delta_1, \delta_2 \dots$ werden berechnet nach der Formel:

*) Es wird vorausgesetzt, daß das Band die gewöhnliche Länge von 20 m hat.

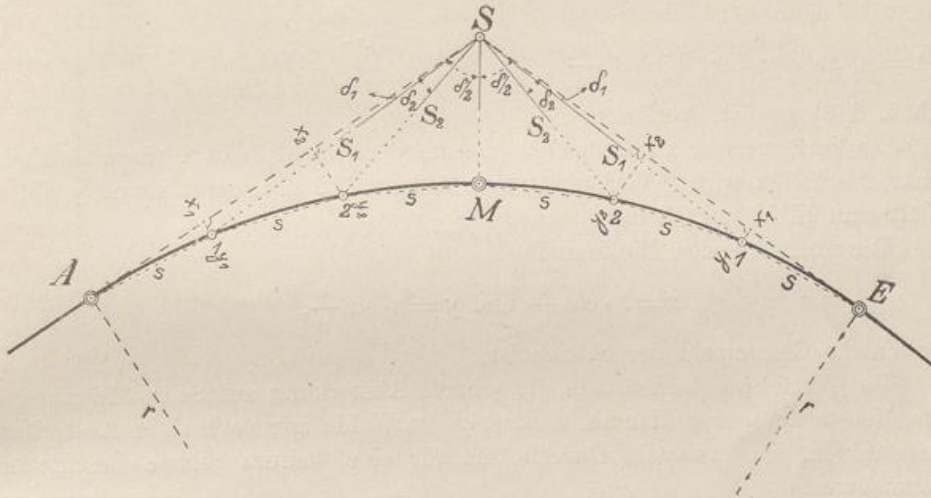
$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \delta_1 &= \frac{y_1}{SE - x_1} \\ \operatorname{tg} \delta_2 &= \frac{y_2}{SE - x_2} \\ &\text{usw.} \end{aligned} \right\} \text{ wobei SE nach Seite 310, y und x nach Seite 325} \\ \text{abgeleitet werden.}$$

Die Strecken $S_1, S_2 \dots$ werden bestimmt nach

$$S = \sqrt{(SE - x)^2 + y^2}.$$

Erscheint es zweckmäßiger statt S die Sehne s gemäß Seite 329 abzumessen, so ist diese auch hier nach $s = 2r \sin \frac{\varepsilon}{2n}$ zu berechnen.

Abbildung 386.



Das angedeutete Verfahren ist dann am Platze, wenn eine anderweitige Absteckung mit Schwierigkeiten verbunden ist, dagegen vom Schnittpunkte S aus die ganze Bogenlinie übersehen werden kann und die Strecken S kurz sind.

5. Näherungsverfahren.

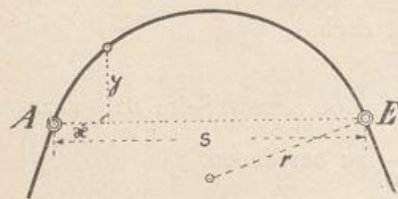
Während die unter 1. bis 4. geschilderten Maßnahmen mehr für die scharfe Bestimmung der Kleinpunkte, z. B. bei Eisenbahnanlagen und bei wichtigen Kunstbauten des Straßen- und Wasserbaues, in Frage kommen, genügt bei einfachen Wegebauten und kulturtechnischen Arbeiten oft eine gut genäherte Absteckung der Punkte, zu der das Parabelverfahren, das Einrücken, das Viertelverfahren und die Anwendung des wandernden Winkelmessers zu rechnen sind. Hierbei wird gewöhnlich auch die Festlegung der Hauptpunkte A und E (siehe S. 308), auch wohl der Bogenmitte M in einfacher Weise vorgenommen, so daß die Arbeit im Felde rasch vor sich geht.

α) **Parabelverfahren.** Ist A und E ohne M gegeben, so ist annähernd (siehe Abbil. 387):

$$y = \frac{x(s-x)}{2r}.$$

β) Das **Einrücken** erfolgt in der Regel von der Sehne, indem man (Abbildung 388) von A oder E oder auch gleichzeitig von beiden ausgeht, nachdem ein Kleinpunkt bereits bei A oder E nach einem der früheren Verfahren abgesteckt wurde. Ist es hier der Punkt 1, dann wird die Sehne A 1 = s, zu der der Winkel $\frac{\varepsilon}{n}$

Abbildung 387.



steckt wurde. Ist es hier der Punkt 1, dann wird die Sehne

A 1 = s, zu der der Winkel $\frac{\varepsilon}{n}$

(Abbil. 388) gehört, verlängert,

auf ihrer Verlängerung x abgemessen und um y „eingerückt“, wodurch Kleinpunkt 2 erhalten wird. Verlängert man sodann 1 2 = s, setzt x und y ab, so erhält man Kleinpunkt 3 usw.

Die abzusetzenden Maße sind

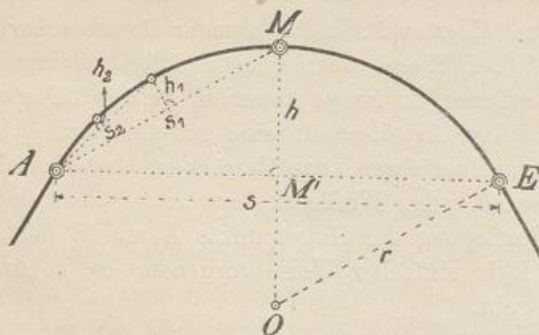
$$x = s \cdot \cos \frac{\varepsilon}{n} \text{ und } y = s \cdot \sin \frac{\varepsilon}{n},$$

wenn n die Gesamtzahl der Sehnen ist.

Das Verfahren leistet, wie die scharfe Absteckung auf Seite 316 unter e, gute Dienste auf engem Raume, z. B. auch im Walde zur vorläufigen Absteckung von Punkten, um etwa ein Durchholzen für eine weitere genaue Bestimmung vorzunehmen.

γ) **Viertelsverfahren.** Hat man M nach $AM' = \frac{AE}{2} = s/2$ und nach $h = y_m = r - r \cdot \cos(90^\circ - \delta/2)$ (s. S. 315) abgesteckt, so ergibt sich nach Abbil. 389:

Abbildung 389.



$$h_1 = \frac{h \cdot s_1}{s + s_1}$$

$$h_2 = \frac{h_1 \cdot s_2}{s_1 + s_2}$$

usw.

Handelt es sich um einen sehr flachen Bogen, so kann man setzen:

$$h_1 = \frac{h}{4}$$

$$h_2 = \frac{h_1}{4} \text{ usw.,}$$

woraus die Bezeichnung „Viertelsverfahren“ sich ergibt.

δ) Das Abstecken mit Hilfe eines **wandernden Winkelmessers** beruht auf der Gleichheit der Peripheriewinkel über gleichen Sehnen. Ist A, E und M

abgesteckt, so stellt man eine Doppelprismen-trommel (Abbil. 390) mittels eines Stabes nach Abbil. 65 (I. Teil) in M (Abbil. 391) auf und dreht das obere Prisma mit Hilfe einer Einstellschraube (links oben) so lange, bis die Punkte A und E zur Deckung gelangen. Der Gang der Lichtstrahlen entspricht dem in

Abbildung 390.

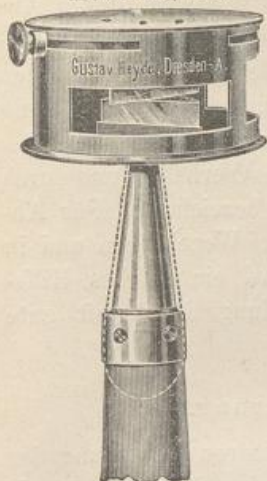


Abbildung 391.

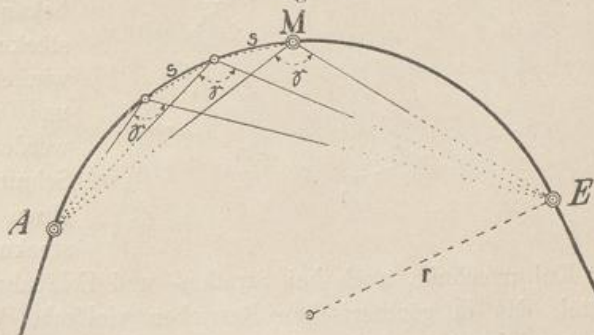


Abbildung 392.

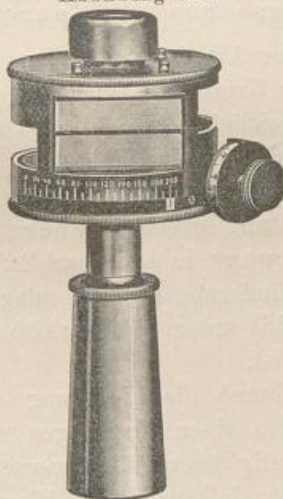
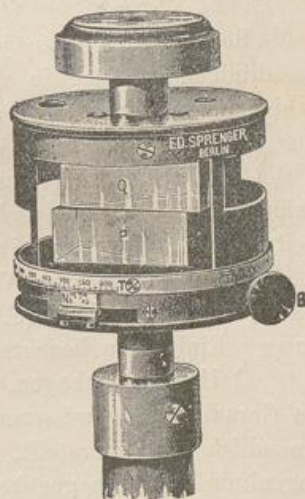


Abbildung 393.



Abbil. 83a (I. Teil). Wird die Stellung der Prismen durch die obige Einstellschraube festgehalten, so können unter Zuhilfenahme eines Meßbandes oder einer Meßlatte die einzelnen Kleinpunkte in der gleichmäßigen Entfernung s abgesteckt werden, indem man mit dem Winkelmesser der Bogenlinie entlang wandert, so zwar, daß A und E stets in den Prismen gedeckt bleiben.

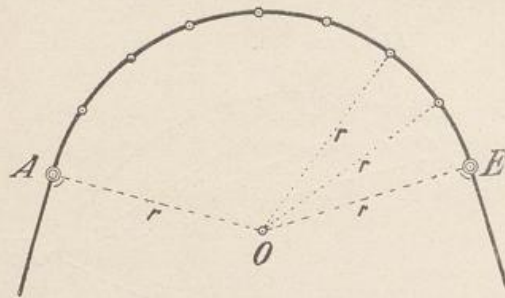
Hat der Winkelmesser, wie die Abbildungen 392 und 393, eine Kreisteilung, so kann die Größe des Winkels γ , der $90 + \delta/2$ sein muß, nachgeprüft werden. Die beiden letzteren Winkelmesser tragen eine Dosenwage auf dem Kopfe, so daß auch eine gut lotrechte Einstellung des Stabes möglich ist. Im hügeligen und gebirgigen Gelände sind aus dem im I. Teile, S. 29, angegebenen Grunde nur Winkeltrommeln anwendbar, wie solche ebendort in den Abbildungen 172, 181 und 193 zu ersehen sind.

6. Unmittelbare Absteckung von Kleinpunkten.

Eine unmittelbare Absteckung vom Mittelpunkt O des Kreisbogens (Abbildung 394) aus, wo mit Hilfe eines Meßbandes, eines Drahtes oder einer Leine

im Abstände des Halbmessers r nach Art des Zirkelschlages beliebig viele Kleinpunkte bestimmt werden, kann bei ganz kleinen Längen von r zweckmäßig sein. Die Voraussetzung ist also,

Abbildung 394.



daß der Mittelpunkt O gegeben ist, während er früher in keinem Falle bekannt war. Er wird durch Absteckung von r in A und E rechtwinkelig auf den gegebenen Geraden und nach einer etwa notwendig werdenden kleinen Verschiebung des Schnittpunktes O erhalten und durch einen Pflock bezeichnet. Für Absteckungen bei Wegebauten und in der Kulturtechnik, auch bei Straßen- und Feldbahnen, wird ein solches Hilfsmittel, das in gärtnerischen Betrieben vielfache Verwendung findet, oft gute Dienste leisten.

c) Uebergangsbogen und Spurerweiterung.

Bei Schienenwegen jeder Art ist durch den unmittelbaren Uebergang der geradlinigen Führung in den Kreisbogen und umgekehrt eine Störung der bis dahin ruhigen Fahrt unvermeidlich, sofern nicht durch gewisse Maßnahmen für das stoßfreie Ein- und Auslaufen der Fahrzeuge Sorge getragen wird. Die Mittel erstrecken sich einmal auf eine Aenderung im Verlaufe der Schienenstränge durch Zwischenschaltung eines „Uebergangsbogens“, wozu noch weiter eine „Spurerweiterung“ in dem anschließenden Kreisbogen zu rechnen ist, dann aber auf eine Veränderung der Höhenlage der Schienenstränge, über die im Abschnitte III. 5. (S. 356) unter „Ueberhöhung“ und „Gefällausrundung“ Einiges zu beachten ist.

α) Uebergangsbogen. Durch die Einfügung eines Uebergangsbogens soll die Gerade, die gewissermaßen einen Kreisbogen mit dem Halbmesser $r = \infty$ (unendlich groß) darstellt, stetig übergeführt werden in die sich anschließende Bogenlinie mit dem gegebenen Halbmesser r . Hierzu dient ein ziemlich kurzer Parabelbogen, dessen Bestimmungsstücke nach

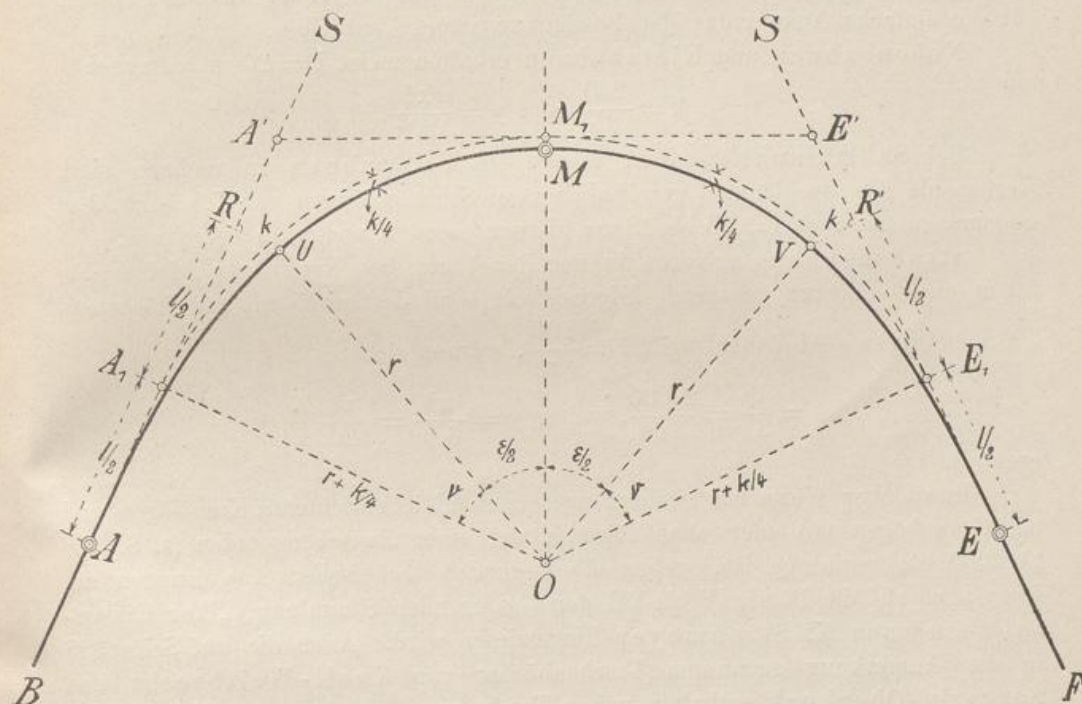
$$y = k \left(\frac{x}{l} \right)^3$$

sich ergeben und von der Geraden als Abscissenachse abgesetzt werden. Der Wert k , d. h. die Ordinate am Ende des Uebergangspunktes für $x = l$, und l selbst, die Abscissenlänge des Uebergangsbogens, sind abhängig von der Größe des gegebenen Halbmessers des anschließenden Kreisbogens, sowie der höchst zulässigen Geschwindigkeit der Fahrzeuge. Die Beträge für l und k sind durch besondere Vorschriften der einzelnen Bahnverwaltungen festgelegt; bei Hauptbahnen z. B. steigen die Werte von l nicht über 30 bis 40 m, von k nicht über 1,200 bis 1,400 m.

Die Einlage der Uebergangsbögen am Anfange und Ende eines Kreisbogens ist verhältnismäßig einfach, wenn man den Kreisbogen, wie es meist geschieht,

um das Maß von $\frac{k}{4}$ von der Geraden nach innen verschiebt. Die Absteckung (Abbil. 395) setzt demnach die Kenntnis der Lage von Anfang A_1 , Ende E_1 und Mitte M_1 (früher A, E und M, s. Abbil. 369) des Kreisbogens mit dem Halbmesser $r + \frac{k}{4}$ voraus. Von A_1 wird in der Geraden nach B und S je $l/2$ abgesetzt, wodurch A der Anfang des Uebergangsbogens bzw. in R der Fußpunkt für die Ordinate k des Endes U des Uebergangsbogens erhalten wird. Wird von M_1 aus die Bogenmitte M durch Einrücken nach innen um $k/4$ bestimmt, so sind A, U und M, auf der anderen Seite dementsprechend V und E die Hauptpunkte, zwischen welche noch Kleinpunkte einzuschalten sind.

Abbildung 395.



Die Kleinpunkte im Kreisbogen U M V werden nach den bereits bekannten Regeln (s. Abschnitt b) S. 325) abgesetzt, wobei zur Bestimmung von gleichen Bogenstücken b (s. S. 316) der Mittelpunktswinkel ε (Abbil. 372) sich ergibt zu

$$\varepsilon/2 = 90^\circ - \delta/2 - \nu$$

und ν sich berechnen läßt aus

$$\sin \nu = \frac{1}{2r}$$

Die Kleinpunkte des Uebergangsbogens sind nach der bereits genannten Formel

$$y = k \left(\frac{x}{l} \right)^3$$

abzustecken, indem für runde Abscissenwerte x die Ordinaten y berechnet werden. Als Nullpunkt der Absteckung gilt der Anfang A des Uebergangsbogens. Bei A_1 beträgt, worauf hingewiesen sei, wegen $x = \frac{l}{2}$, die Ordinate

$$y = k \cdot \left(\frac{l/2}{l}\right)^3 = \frac{k}{8}.$$

Der Betrag k ist, wie schon gesagt, von den bezüglichlichen Bahnverwaltungen vorgeschrieben. Er wird bei Hauptbahnen in der Regel nach

$$k = \frac{l^2}{6r}, \text{ also } y = \frac{x^3}{6rl}$$

berechnet, wo l die den jeweiligen Verhältnissen anzupassende Abscissenlänge und r der gegebene Kreisbogenhalbmesser ist. Für die preußisch-hessischen Staatsbahnen gelten die Bestimmungen vom 1. Oktober 1909, die auch Tafeln für die einfache Auswertung der Bestimmungsstücke enthalten.

Nebenbahnen und Kleinbahnen erhalten meist $l = 20$ m, demnach

$$k = \frac{200}{3r} \text{ und } y = \frac{x^3}{120r}.$$

Bei Schmalspurbahnen, wozu auch Feldbahnen zu rechnen sind, werden als Abscissenlänge l gewöhnlich zwei Schienenlängen von 7,5 bzw. 9 m genommen, demnach $l = 15$ bis 18 m; hiernach sind k und y zu berechnen.

Straßenbahnen erhalten in der Regel nur bei Kreisbögen kleiner als 50 m einen Uebergangsbogen. Hierbei soll l mindestens 5 m und höchstens 10 m betragen. Als Anhalt gilt $l = \frac{200}{r}$, woraus sich

$$k = \frac{l^2}{6r} = \frac{20000}{3r^3}, \text{ weiter } y = \frac{x^3}{6lr} = \frac{x^3}{1200}$$

ergeben.

In welcher Weise bei zusammengesetzten gleichgerichteten Kreisbögen und bei Gegenbögen mit oder ohne Einschaltung einer Zwischengeraden (s. S. 318 bis 324) zu verfahren ist, geben die geltenden technischen Anweisungen an, wozu auch auf die Bände IV bis VII der vorliegenden Sammlung; „Der Eisenbahnbau“ von K. Strohmeier hingewiesen wird. Auch die auf Seite 328 in der Anmerkung genannten Taschenbücher von Knoll-Weitbrecht und Sarrazin-Oberbeck enthalten neben Tafeln zur Absteckung von Uebergangsbögen einige Angaben hierüber, das erstere namentlich auch eingehende Mitteilungen über die Berechnung von Weichen, über Weichenpläne und über die Absteckung der Gleis- und Weichenanlagen, worauf besonders aufmerksam gemacht sei.

β) Spurerweiterung. Die Fahrt in Kreisbögen mit geringen Halbmessern setzt eine Grenze für den Abstand der Wagenachsen, die in erster Linie von der Größe des Halbmessers abhängt. Um den Schwierigkeiten bei den stark wechselnden Achsabständen der Fahrzeuge zu begegnen, ist eine Erweiterung der sonst unveränderlichen Spurweite vorzunehmen, deren Maß aus Erfahrungssätzen abgeleitet wird. Die „Spurerweiterung“ wird in der Weise hergestellt, daß von den beiden Schienensträngen der innere nach dem Mittelpunkt des Kreis-

bogens gerückt wird. Ist auch im Uebergangsbogen eine Erweiterung nötig, so beginnt diese mit „Null“ in A (Abbil. 395) und wächst nach und nach, bis sie den vollen Betrag für den Kreisbogen in U bzw. von E aus in V erreicht.

Die Größe der Spurerweiterung ist den bezüglichlichen Bestimmungen zu entnehmen. Hier sei nur kurz mitgeteilt, daß im Bereiche der Preußisch-Hessischen Eisenbahngemeinschaft die „Eisenbahnbau- und Betriebsordnung“ vom 4. Nov. 1904 mit den Nachträgen in der 4. Ausgabe von 1913 Geltung hat. Darnach ist eine Spurweite nur in Kreisbögen unter 500 m bzw. 900 m erforderlich; sie beträgt bei Hauptbahnen höchstens 30 mm, bei vollspurigen Nebenbahnen höchstens 35 mm.

Bei Schmalspurbahnen wird eine Erweiterung bis 25 mm, 20 mm und 18 mm vorgeschlagen entsprechend einer Spurweite von 1000 mm bzw. 750 mm bzw. 600 mm. In Straßenbahnen, besonders mit Rillengleisen, wird eine Spurerweiterung neuerdings als entbehrlich gehalten.

d) Ermittlung der Bogenlänge und endgültige Streckeneinteilung.

a) Wenn die örtlich abgesteckten Hauptpunkte A und E mit dem Lageplane, auf dem die Einteilung der Leitlinie von 100 m zu 100 m oder von 1 km zu 1 km, die „Streckeneinteilung“ (Stationierung), vorgenommen ist, scharf übereinstimmen, wird auch der in den Kreisbogen fallende Längenteil zutreffen. Sofern dies nicht der Fall ist, läßt sich zunächst die ganze Bogenlänge A E berechnen nach

$$\text{Bogen A E} = \frac{\varepsilon'' \cdot r}{206265},$$

wobei ε'' den Winkel bei O (Abbil. 372 u. 395) in Sekunden (") bedeutet. Bei M würde demnach nur die Hälfte, bei N nur ein Viertel der Bogenlänge A E in Frage kommen. Sind, was angestrebt werden soll (s. S. 325), für gleiche Bogenstücke b die Kleinpunkte abgesteckt, so läßt sich gemäß der obigen Formel

$$b = \frac{\varepsilon_b'' \cdot r}{206265}$$

bestimmen, in dem für ε_b'' der zu dem Bogenstück gehörende Winkel bei O einzusetzen ist. Man kann damit in jedem Falle von A aus im Sinne der Streckeneinteilung nach der Anzahl der Bogenstücke die Länge der Bogenlinie an beliebiger Stelle feststellen. Soll nun ein „Streckenpunkt“ (Stationspunkt) zwischen zwei Kleinpunkten eingefügt werden, so ist das fehlende Maß zuerst in der Sehne abzusetzen, sodann der Punkt mit Hilfe des Parabelverfahrens (S. 331) in die Bogenlinie einzurücken.

Bei zusammengesetzten Bögen (S. 318) und Gegenbögen (S. 322) ist die Berechnung der Bogenlängen unter Beachtung der entsprechenden Winkel (ε , ε_1 und ε_2) und Halbmesser (r bzw. R) in gleicher Weise durchzuführen. Die Länge eines Uebergangsbogens (S. 334) wird dagegen nach

$$\text{Länge des Uebergangsbogens} = l \left(1 + \frac{l^2}{40r^2} \right)$$

ermittelt.

Wie weit die abweichende Lage der Hauptpunkte A und E und die sich ergebende Bogenlänge im Lageplane und in den Höhenplänen zu berücksichtigen

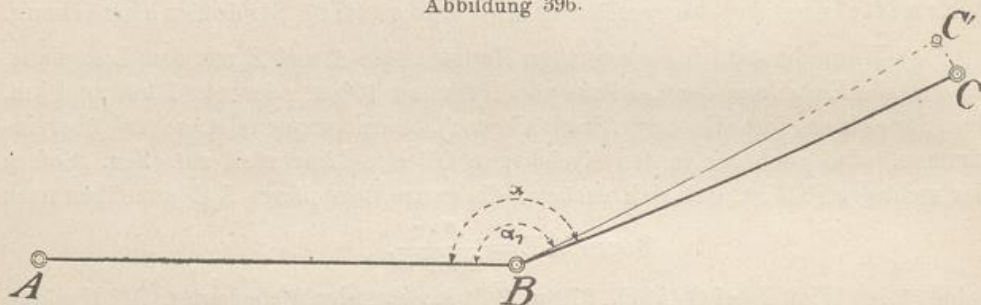
sind, wird in jedem einzelnen Falle den Verhältnissen entsprechend zu entscheiden sein.

β) Die Streckeneinteilung der Leitlinie für die Höhenmessungen (s. S. 76) wird unter den vorliegenden Umständen meist nicht mehr gültig sein; sie muß dann von neuem durchgeführt werden in der Weise, daß schließlich Oertlichkeit und Lage- und Höhenpläne genau übereinstimmen.

4. Anderweitige Absteckarbeiten.

a) **Abstecken von Winkeln.** Die Aufgabe, einen Winkel α von beliebiger Größe in einem Punkte einer Geraden als Schenkel anzutragen, wird mit Hilfe eines Theodolits oder Schnellmessers vollzogen. Das Meßwerkzeug wird über dem Punkte B (Abbil. 396) aufgestellt und die Richtung nach A an einem Nonius zu L bestimmt. Wird zu L der abzusteckende Winkel α zugezählt, so erhält man in β $R = L + \alpha$ die Ablesung, auf die der betreffende Nonius am Teilkreise

Abbildung 396.



einzustellen ist. In die Fernrohrziellinie ist sodann ein Fluchtstab C' einzuweisen. Diese näherungsweise Absteckung wird verschärft, indem zunächst der Winkel $ABC' = \alpha_1$ in üblicher Weise (I. Teil, S. 118 u. 121) vorsichtig gemessen wird, gegebenenfalls in zweimaliger Richtungsmessung oder wiederholter Winkelmessung (s. a. S. 296). Ist der so ermittelte Winkel α_1 gleich dem gegebenen α , so ist AC' der gesuchte Winkelschenkel, und es kann eine noch nötige Verlängerung der Geraden AC' nach Seite 298 usw. stattfinden. Im anderen Falle wird noch die Entfernung BC , am besten durch unmittelbare Längenmessung, bestimmt und die Querverschiebung CC' berechnet, um endgültig C zu erhalten. Es ist

$$CC' = BC \cdot \frac{\alpha'' - \alpha'_1}{206265}.$$

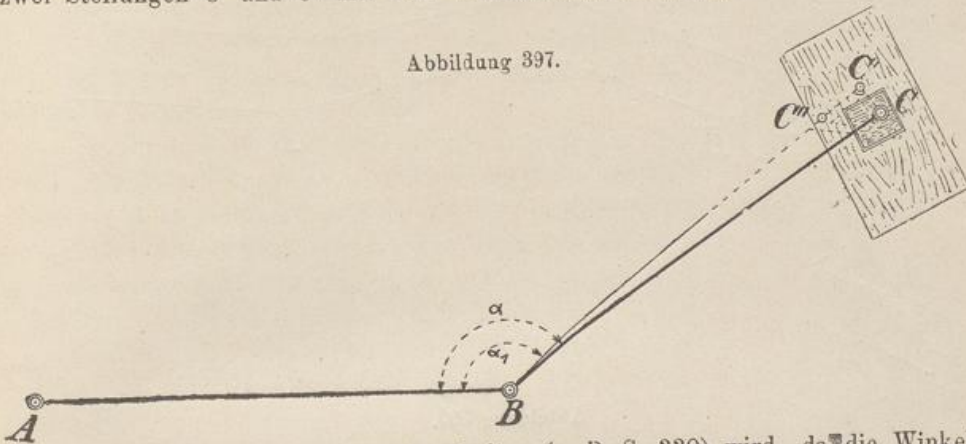
Beispiel. Es sei $\alpha = 160^\circ 18' 20''$ und $\alpha_1 = 160^\circ 16' 40''$, gemessen $BC = 202,1$ m, dann ist

$$\begin{aligned} CC' &= 202,1 \cdot \frac{100''}{206265} = 0,099 \text{ m} \\ &= 99 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Bei Stollen- und Tunnelabsteckungen, z. B. für die Einschaltung von Richtpunkten nach Seite 299, kann das auf Seite 305 geschilderte Verfahren Platz greifen. Die Aufstellung der Glühlampe erfolgt nach einem Versuche in der Nähe des Pfahles oder Eisenrohres mit Gipsfüllung. Von der Marke C' im Brett-

gestell findet die Abmessung der Querverschiebung winkelrecht zur Verbindungslinie BC' (Abbil. 397) statt, die man genau genug durch einen Bleistiftstrich an einem Lineal in der Richtung nach B über C' zieht und auf dieser in C' mittels eines Zeichendreiecks (I. Teil, S. 128) eine Winkelrechte zieht. Auf letzterer wird die berechnete Querverschiebung $C'C$ mit Hilfe eines Millimeterstabes abgesetzt. Die Linie $C'B$ erhält man auch mit der Glühlampe, indem man sie in zwei Stellungen C' und C'' mit dem Winkelmesser einrichtet.

Abbildung 397.



Für weniger scharfe Absteckarbeiten (z. B. S. 330) wird, da die Winkelmesser für die vorliegenden Zwecke gut zu berichtigen sind, in der Regel nur in einer Fernrohrlage und mit einem Nonius gearbeitet. Bisweilen (s. S. 333) reicht dann die Genauigkeit der einfachen Winkeltrommel (I. Teil, Abbil. 173 und 181) und die Prismen-Winkelmesser (Abbil. 392 und 393) aus.

Die Verwendung von Theodolit oder Schnellmesser kann selbstverständlich in gleicher Weise für die Absteckung rechter Winkel (90°) in Betracht kommen, wenn das Ergebnis des einfachen Winkelkopfes usw. (I. Teil, S. 22) nicht zufriedenstellend ist.

b) Abstecken gleichlaufender Geraden. Im Wegebau und in der Kulturtechnik erfolgt die seitliche Begrenzung von Weg und Graben oft durch gleichlaufende Linien, deren Absteckung in der Regel durch die Brech- oder Knickpunkte einer Wege- oder Grabenkante erfolgt, wozu die entsprechenden Punkte der anderen Seite gesucht werden (s. Beispiel S. 287).

α) Sind A bis E (Abbil. 398) die abgesteckten Knickpunkte und ist b der gegenseitige Abstand der Grenzlinien, so sind die Breiten b rechtwinkelig auf AB , BC usw. abzusetzen, durch ihre Endpunkte Linien zu legen und diese zum Schnitt in B' , C' usw. zu bringen. Eine Erbreiterung oder Verschmälerung zwischen D und E auf die Breite b_1 bzw. b_2 erfolgt in gleicher Weise; man erhält die Brechpunkte D' und D'' .

Der obige Vorgang dient u. a. auch der Absteckung von Saugsträngen bei der Tonrohr-Entwässerung, die meist einen gleichen Abstand e (Abbil. 399 und Bd. IX, S. 30) erhalten; siehe hierzu auch Seite 285.

β) Mit Hilfe einer Winkeltrommel (I. Teil, Abbil. 173 und 181) oder einer Prismen-trommel (Abbil. 393) wird die Aufgabe unter α) in der Weise gelöst,

daß nach Messung des Winkels α auf B (Abbil. 400) das in der Winkelhalbierenden abzusetzende Maß sich ergibt zu

$$x = \frac{b}{\sin \alpha/2}, \text{ auf C zu } x = \frac{b}{\cos \alpha/2}.$$

Abbildung 398.

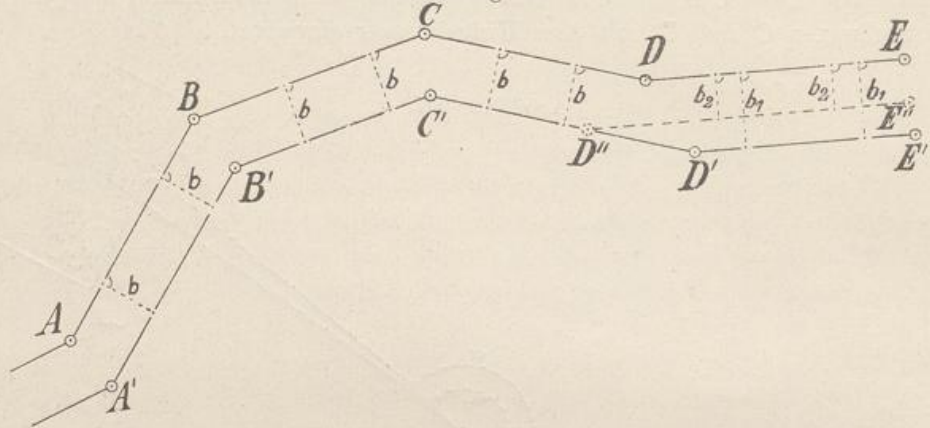


Abbildung 399.

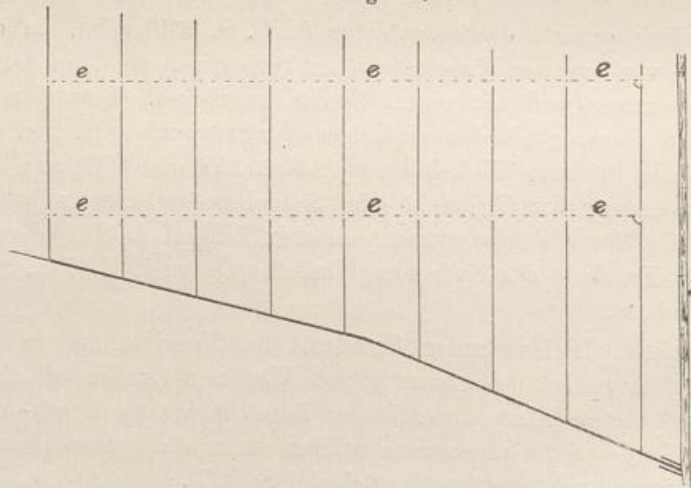
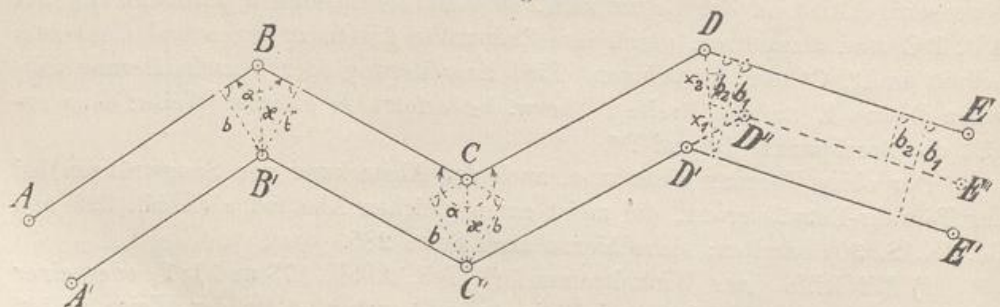


Abbildung 400.



Für wechselnde Breiten b_1 und b_2 ist x_1 und x_2 ebenso zu berechnen. Der Knickpunkt D' bzw. D'' (Abbil. 400) wird nach Absteckung von x_1 bzw. x_2 durch Schnittermittlung entsprechend dem Vorgange unter α) gewonnen.

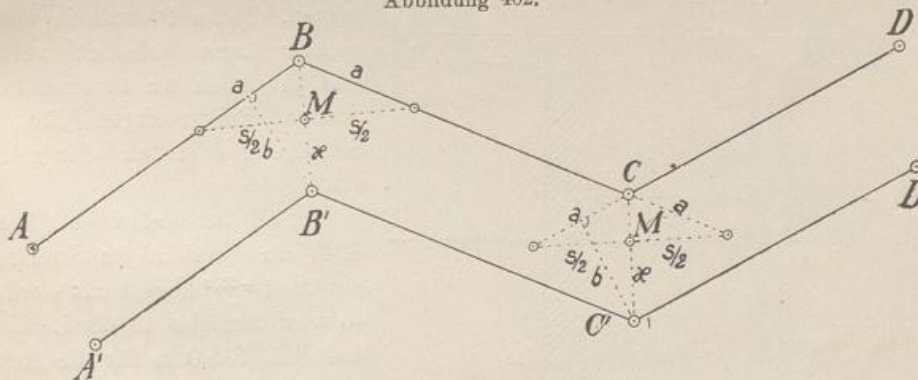
Eine einfache für diese Zwecke besonders eingerichtete Winkeltrommel, die sehr zu empfehlen ist, zeigt die Abbil. 401. Die Trommel ist nach den Angaben von Keller mit einer Tafel versehen, die das abzusteckende Maß x für die üblichen Wege- und Grabenbreiten unmittelbar nachweist.

γ) Steht kein Winkelmesser zur Verfügung oder kann das Verfahren unter α) wegen örtlicher Hindernisse nicht angewendet werden, so wird (Abbil. 402) nach Abmessung einer Strecke a , je nach der Breite b in einer Länge von 5, 10 oder 20 m, auf den abgehenden Grenzlinien und nach Messung von s die Mitte M von s gesucht, diese mit dem gegebenen Knickpunkte B verbunden und auf ihr von B aus das Maß x abgesetzt. Dieses ist

$$x = b \cdot \frac{a}{s/2} = \frac{2 \cdot b \cdot a}{s}.$$

Bei einer stumpfwinkligen Brechung, wie bei C , ist a der Abbil. 402 gemäß zu ermitteln.

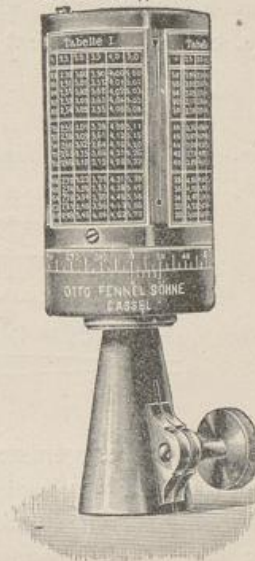
Abbildung 402.



Ist für die Bestimmung von B' oder C' das Stück BM bzw. CM sehr kurz, etwa unter $\frac{BB'}{3}$ bzw. $\frac{CC'}{3}$, so ist in M auf s ein rechter Winkel abzustechen; der verlängerte Schenkel muß durch B bzw. C gehen.

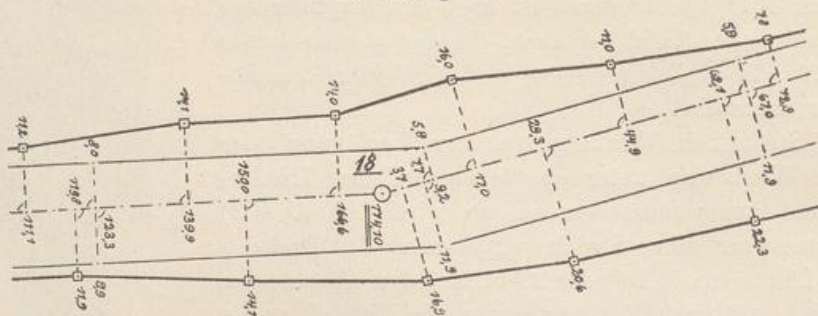
c) Abstecken unregelmäßiger Begrenzungen. Wird schon im Lageplan auf Grund von eingehenden Höhenaufnahmen die Begrenzung von Bauanlagen endgültig festgelegt, so wird diese von passenden Linien, die entweder im Felde und auch im Lageplan vorhanden sind oder aus letzterem ins Feld übertragen werden, meist rechtwinklig abgesetzt. Die Bestimmungsstücke werden dann aus dem Lageplan zweckmäßig in einen besonderen Absteckungsriß übernommen

Abbildung 401.



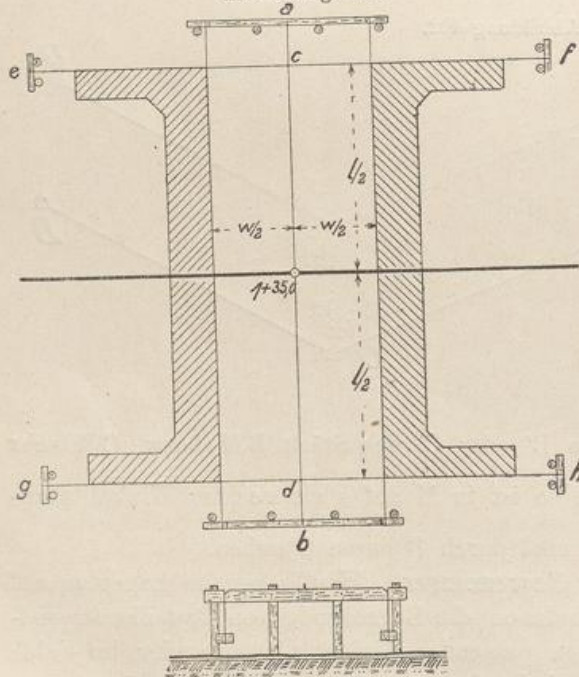
in der Weise, wie dies auch für die Leitlinien (s. S. 284) mitgeteilt worden ist. In der Abbildung 403 wird beispielsweise ein Teil der Maße für die sofortige Absteinerung eines Dammes angegeben; die Bestimmungsstücke beziehen sich auf einen Vieleckszug, der auch als Unterlage der „Ausführlichen Vorarbeiten“ (s. Seite 284) gedient hat.

Abbildung 403.



d) Schnurgerüste. Einzel-Bauwerke werden ihrer Lage nach im Felde von der Leitlinie aus festgelegt mit Absteckmaßen, die sich aus dem Lageplane und den besonderen Bauzeichnungen ergeben. Für die Bauausführung selbst sind in der Regel besondere „Schnurgerüste“ oder „Schnurleisten“ herzustellen, an denen durch gespannte Schnüre einzelne wichtige Baufluchten un-

Abbildung 404.



mittelbar angegeben werden. Die Schnurgerüste sind feste Holzleisten, die an Pfosten in waagrechter Lage befestigt werden und in denen an abgemessenen Stellen Einkerbungen für die Schnüre geschnitten oder gesägt sind.

Soll beispielsweise (Abbil. 404) ein Durchlaß im Streckenpunkte 1 +^{35,0} abgesteckt werden so wird zunächst in der Leitlinie das Maß 135,0 m für die Achse des Durchlasses abgetragen. Da die Achse winkelrecht zur Leitlinie liegt, wird in dem abgemessenen Punkte ein rechter Winkel, vielfach mittels eines „Bauwinkels“ (wie Abbil. 85, I. Teil), errichtet, dessen Schenkel und Verlängerung auf zwei Schnurgerüsten, die mit der Leitlinie

gleichgerichtet sind, durch Drahtstifte a und b kenntlich zu machen sind. Die Schnurgerüste werden so weit außerhalb angelegt, daß sie der Ausschachtung

falls, wie vor, in der Richtung der Leitlinie. Die von a und b nach rechts und links abzusetzenden Maße haben die Länge $\frac{w}{2 \sin \alpha}$. Werden wieder die beiden Schnüre ef und gh im Abstände $l/2$ von der Leitlinie gezogen, so erhält man die Baufluchten der Widerlager und der geraden Flügel und in ihren Schnittstellen die Kanten des aufstehenden Mauerwerks. In dem unteren Teile der Abbildung 405 sind neben gh noch die Schnüre ik und lm unter dem Winkel β bzw. γ abgesteckt; durch sie wird die Bauflucht der beiden schrägen Flügel in Höhe des Sockels festgelegt.

Die Aufgaben werden oft nicht so einfach sein, wie die zwei Beispiele zeigen. In jedem Falle aber sind nur die maßgebenden Schnittstellen auszuwählen und durch Schnurgerüste auszustecken. Die weiteren das Bauwerk begrenzenden Linien ergeben sich entsprechend den Abmessungen in den Bauzeichnungen von selbst.

III. Absteckarbeiten für die Höhe der Punkte.

1. Allgemeines.

Die Ausführung bautechnischer Anlagen kann letzten Endes fast ohne Ausnahme erst in dem Augenblicke beginnen, wo die Ausgangspunkte auch der „Höhe“ in der Oertlichkeit gegeben sind. Ist für die Absteckung der „Lage“, wie die vorstehenden Abschnitte zeigen, nur der Lageplan maßgebend, so sind hier allein die „Höhenpläne“ von ausschlaggebender Bedeutung, wenn auch bisweilen besondere „Bauzeichnungen“ hinzutreten, die dann aber für die Lagebestimmungen eine gleiche Geltung haben (s. S. 342).

Die Art der Höhenpläne ergibt sich aus der Art der auszuführenden Anlagen, indem für mehr langgestreckte Bauten „Längsschnitte“ (s. S. 82) oder „Längs- und Querschnitte“ (s. S. 92) Verwendung finden, während die Anlagen auf Flächen von größerer allseitiger Ausdehnung, wie sie namentlich auch in der Kulturtechnik vorkommen, meist „Höhenschichtenpläne“ (s. S. 117), als Unterlage dienen. In jedem Falle geht die Absteckung von den „Höhenfestpunkten“ aus, die in hinreichender Anzahl in der Nähe der geplanten Bauanlagen vorhanden sein müssen (s. S. 68).

Die Uebertragung der Höhen erfolgt am besten mit Hilfe der Fernrohrwage oder des Schnellmessers bei wagerechter Zielung, doch werden auch die einfacheren Höhenmesser nach Seite 7 und 13 bzw. 16 oft ausreichen und hier sinngemäß anzuwenden sein.

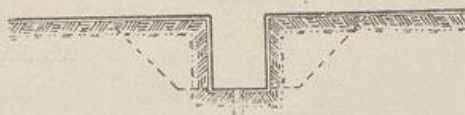
Wo es sich um Höhenangaben bei Erdarbeiten mit einem geringen Abstände von der Bodenoberfläche handelt, sind am zweckmäßigsten Pfähle zu schlagen, deren flacher Kopf die einzuhaltende Höhe darstellt. Eine solche Vermarkung ist im Wege-, Straßen- und Eisenbahnbau, ferner bei Grabenanlagen aller Art an den Gefäll-Wechsellpunkten oder Brechpunkten der Leitlinie zu empfehlen, wenn die Aufschüttung oder der Einschnitt nicht über 1,5 bis 2,0 m hinausgeht. Die Punkte werden auf Grund der Leitlinie ihrer Lage gemäß abgesteckt und in ihrer Höhe durch aufstehende Tagepfähle (Abbil. 406) oder bei Abträgen durch

Grundpfähle (Abbil. 407) bezeichnet. Sind wesentlich höhere oder tiefere Auf- oder Abträge herzustellen, dann wird zunächst ein Bodenpfahl abgesteckt unter Angabe der Ueberschüttungshöhe oder der Einschnittstiefe. Die endgültige Festlegung der Höhe erfolgt, sobald die Erdarbeiten das vorgeschriebene Maß über oder unter der Bodenoberfläche nahezu erreicht haben. Zwischen den Gefäll-Brechpunkten werden sodann noch soviel Punkte eingewogen (s. u.) als es die Geländeverhältnisse und die Bauausführung verlangen.

Abbildung 406.



Abbildung 407.



Bei Einzel-Bauwerken geht man in der Regel so vor, daß an der Baustelle ein leicht zugänglicher Pfahl als „Hilfspunkt“ seiner Höhe nach bestimmt wird. Von diesem aus können die Höhen nach den Bauzeichnungen rasch übertragen und, so oft als nötig, nachgeprüft werden.

2. Höhenübertragung für einzelne Punkte.

Ist die Höhe eines Festpunktes A zu h_a gegeben und soll der Kopf eines nahegelegenen Pfahles B in einer Höhe h_b eingewogen werden, so wird die Fernrohrwage oder der Schnellmesser mit wagerechter Ziellinie aufgestellt und an der Höhenlatte auf A die Ablesung l_a bewirkt. Durch $h_a + l_a$ erhält man die Höhe der Ziellinie, und da auch $h_b + l_b$ die Höhe der Ziellinie ist, ergibt sich

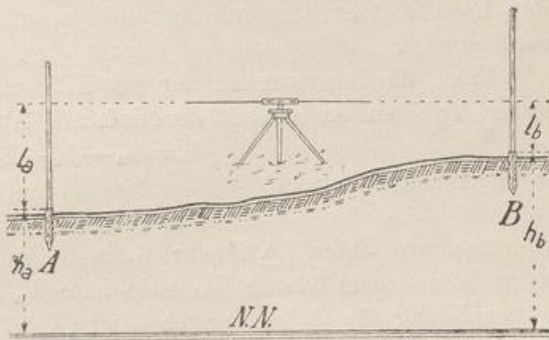
$$h_b + l_b = h_a + l_a,$$

hieraus

$$l_b = h_a - h_b + l_a.$$

Wird die Höhenlatte an den Pfahl B gehalten (Abbil. 408) und hier in lotrechter Stellung so lange verschoben, bis man die Ablesung l_b erhält, so ist in Höhe des Nullpunktes der Latte ein Merkzeichen am Pfahle anzubringen und der überragende Teil des letzteren abzusägen oder aber der Pfahl vorsichtig so tief in den Boden zu treiben, bis die auf den Kopf des Pfahles gestellte Höhenlatte die Ablesung l_b ergibt (Abbil. 408).

Abbildung 408.



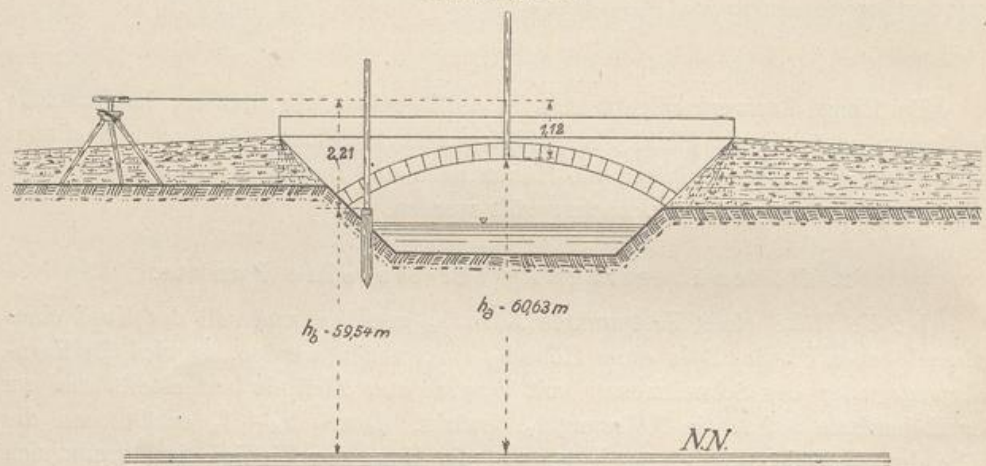
Beispiel. Für die Höhe eines Stau-, Werk- oder Eichpfahles vor einem Mühlenwerke ist als „Fest- oder Rückmarke“ der Scheitel einer gewölbten Steinbrücke zu $h_a = 60,63$ m gegeben. Den örtlichen Verhältnissen entsprechend darf das im Werkkanal gestaute Wasser die Höhe $h_b = 59,54$ m nicht überschreiten. Es besteht die Aufgabe, den abgängigen Merkpfehl zu erneuern.

Lösung. Eine gut berichtigte Fernrohrwage wird so aufgestellt, daß von einem Standorte aus die Festmarke und der Staupfahl gesehen werden. Beträgt die Lattenablesung $l_a = 1,12$ m, so ist das abzusetzende Höhenstück

$$l_b = h_a - h_b + l_a = 60,63 - 59,54 + 1,12 \\ = 2,21 \text{ m.}$$

Nachdem durch einen Probepfahl der feste Untergrund im Werkkanal bestimmt und hiernach die Länge des eichenen Staupfahles mit eiserner Kappe bemessen worden ist, erfolgt die Rammung nach und nach, bis der Abstand der wagerechten Ziellinie der Fernrohrwage von dem Kopfe des Pfahles $l_b = 2,21$ m beträgt (Abbil. 409).

Abbildung 409.



Das Beispiel der einfachen Uebertragung läßt sich sinngemäß überall dort anwenden, wo für die Anlage eines Wehres, einer Schleuse, einer Ueber- oder Unterleitung, einer Brücke oder eines Durchlasses und dergl. die Höhenlage durch den Entwurf vorgeschrieben ist. Die geschilderte Absteckung wird auch stets möglich sein, wenn schon bei den „Ausführlichen Vorarbeiten“ die ungefähre Lage solcher Bauwerke bekannt ist und in der Nähe ein Festpunkt angeordnet wird.

Kann die Uebertragung nur mit Hilfe mehrerer Aufstellungen des Höhenmessers erfolgen, so ist statt der einfachen Ableitung

$$l_b = h_a - h_b + l_a$$

die allgemeinere Formel

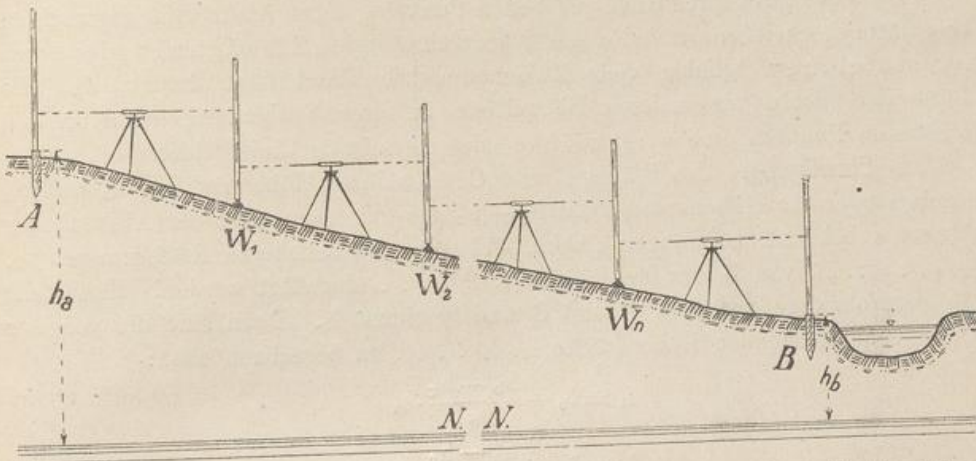
$$l_b = h_a - h_b + [\Delta h] + l_n$$

zu setzen, wo unter $[\Delta h]$ der Gesamthöhenunterschied zwischen dem Festpunkte A und dem letzten Wechsellpunkte W_n (s. S. 53) und unter l_n die letzte Lattenablesung für W_n zu verstehen ist (Abbil. 410).

Unter derartigen Verhältnissen wird sehr zweckmäßig nahe der Baustelle ein „Hilfspunkt“ B bestimmt und durch einen Pfahl (Abbil. 410) festgelegt, von dem aus die erforderlichen Höhen-Absteckungen erfolgen. Die Höhenlage von B sollte stets durch eine zweite Einwägung nach A oder nach einem anderen in der Nähe liegenden Festpunkte nachgeprüft werden.

Die wiederholte Aufstellung der Höhenmesser wird bei langgestreckten Anlagen die Regel bilden, z. B. bei Wege- und Grabenbauten, bei Sammlern der Tonrohr-Entwässerungen (s. S. 285) und bei den Rohrführungen von Wasserleitungen (s. Tafel I). Steht für solche Arbeiten die Lage der Gefällwechsel in

Abbildung 410.



der Oertlichkeit fest, so knüpft man an einem Festpunkte an, legt die fraglichen Punkte der Bauanlage ihrer Höhe nach fest und schließt auf dem nächstgelegenen Festpunkte ab. Hierbei werden in der Leitlinie noch soviel Zwischenpunkte eingewogen, als es zur „Austafelung“ mit Hilfe von „Zielkreuzen“ oder „Krücken“ und „Zielscheiben“ (s. S. 352) für die eigentliche Bauausführung erforderlich erscheint.

Inwieweit bei Eisenbahnanlagen oder Straßen-Kunstbauten in bestimmten Abständen „Hilfspunkte“ (s. o.) festgelegt werden, ist den Verhältnissen entsprechend zu regeln. Für die Herstellung von städtischen Straßen und Straßenbahnen wird dagegen meist die unmittelbare Absteckung von den Festpunkten aus möglich sein, sobald nach den Ausführungen auf Seite 68 ein dichtes Netz von Höhenbolzen in den Straßen gegeben ist.

Einige Schwierigkeit bereiten die Absteckungen bei Kanalisationen, deren Baugruben von größerer Tiefe sind. Sobald die Leitlinie (s. S. 284) abgesteckt und der Boden fast bis zur planmäßigen Tiefe ausgehoben ist, wird auf den Spreizen der Auszimmerung oder auf besonderen Schnurleisten (s. S. 342) die Leitlinie durch Einkerbungen und Schnüre über Tag kenntlich gemacht. Von den Schnüren wird sodann die Lage der Gefäll-Wechselpunkte auf die Sohle der Ausschachtung herabgelotet und hier durch kräftige Pfähle vermarktet. Das Gleiche geschieht für die Brechpunkte der Leitlinie, in bogenförmigen Führungen in solchen Abständen, daß die weitere „Austafelung“ (s. S. 352) glatt vor sich geht. Die Köpfe der Pfähle werden hierauf als „Sohlpunkte“ von den Festpunkten aus, wie oben ausgeführt wurde, auf die erforderliche Tiefe gebracht. In der Regel wird auch die untere Wandstärke der Röhren oder Sohlstücke in Rechnung gezogen, so daß die Ausführung der Kanalleitung durch die Pfähle nicht behindert wird, andererseits aber sofort die innere Sohle der Leitung der

planmäßigen Höhe entspricht. Wo bei tiefen Ausschachtungen selbst die 5 m langen Höhenlatten nicht ausreichen, kann durch Aufsatzstücke (s. S. 57) leicht eine Länge von 7 und 8 m erzielt werden.

3. Höhenpflöcke in wagerechten oder geneigten Linien.

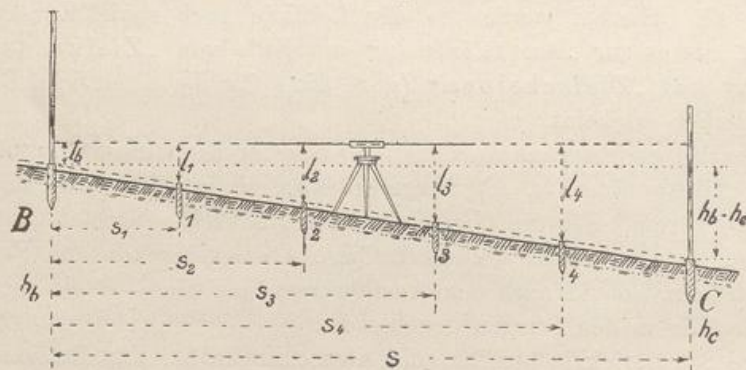
Zwischen zwei ihrer Höhe gegebenen Punkten, deren Absteckung im vorigen Abschnitte beschrieben wurde, lassen sich durch weitere „Einwägung“ oder durch „Austafelung“ beliebig viele Zwischenpunkte einschalten, derart, daß die Köpfe der hierzu verwendeten Holzpflöcke in ihrer Verbindung zwischen den gegebenen Punkten eine wagerechte oder geneigte Linie bilden.

a) **Einwägung.** Die Pfähle B und C seien ihrer Höhe nach zu h_b und h_c gegeben oder ihr Höhenunterschied $h_b - h_c$ sei gemessen. Ist der Abstand der Punkte s bekannt, so können (Abbil. 411) für die beliebigen Entfernungen $s_1, s_2, \dots$ z. B. von B aus die Pflöcke 1, 2, $\dots$ eingefügt werden. Man stellt die Fernrohrwage zwischen B und C und bestimmt l_b . Dann sind die von der Ziellinie abzusetzenden Höhenstücke $l_1, l_2, \dots$ zu berechnen nach:

$$l_1 = l_b + \frac{h_b - h_c}{s} \cdot s_1$$

$$l_2 = l_b + \frac{h_b - h_c}{s} \cdot s_2 \text{ usw.}$$

Abbildung 411.



Werden die einzelnen Längenunterschiede gleich und in runden Zahlen, 20 m, 10 m, 5 m usw., vorausgesetzt, so vereinfacht sich die Rechnung; das letzte Höhenstück, das für die übrig bleibende Länge neu zu berechnen ist, muß dem gegebenen Punkt C entsprechen.

Wäre $h_b = h_c$, d. h. wären Pfahlköpfe in einer wagerechten Linie abzustecken, so ist das abzusetzende Höhenstück für alle Punkte gleich, nämlich l_b oder l_c ; einer Längenmessung bedarf es dann nicht.

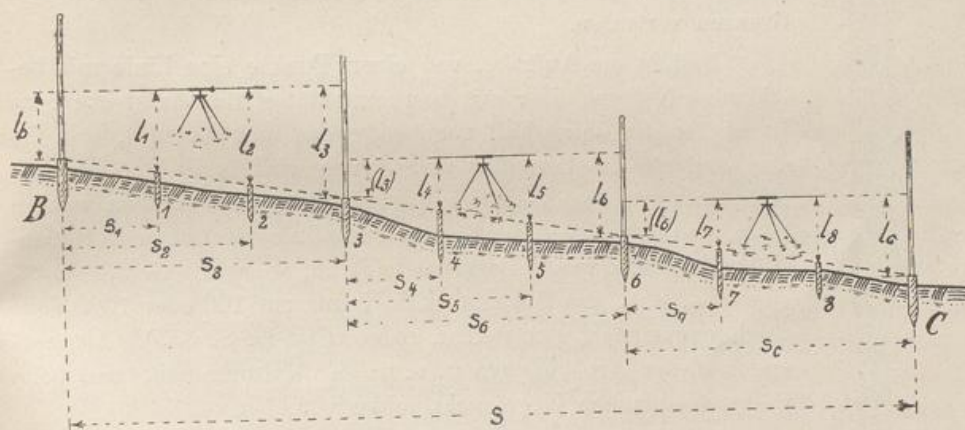
Sobald eine Aufstellung des Höhenmessers nicht ausreicht, ist von jedem Standorte der zuletzt abgesteckte Pfahlkopf als Anfang der weiteren Messung zu betrachten, während das Glied $\frac{h_b - h_c}{s}$ in der obigen Formel bestehen bleibt.

Für Abbildung 412 ist demnach:

$$\begin{aligned}
 l_1 &= l_b + \frac{h_b - h_c}{s} \cdot s_1 \\
 l_2 &= l_b + \frac{h_b - h_c}{s} \cdot s_2 \\
 l_3 &= l_b + \frac{h_b - h_c}{s} \cdot s_3 \\
 l_4 &= (l_3) + \frac{h_b - h_c}{s} \cdot s_4 \\
 l_5 &= (l_3) + \frac{h_b - h_c}{s} \cdot s_5 \\
 l_6 &= l(3) + \frac{h_b - h_c}{s} \cdot s_6 \\
 l_7 &= l(6) + \frac{h_b - h_c}{s} \cdot s_7 \text{ usw.}
 \end{aligned}$$

Eine einfache Probe besteht darin, daß das Höhenstück l_c den Pfahlkopf C ergeben muß.

Abbildung 412.



Der obige Vorgang kann, wie leicht einzusehen ist, dazu verwendet werden, um in einem Stollen oder Tunnel Höhenfestpunkte zu bestimmen, von denen aus die weiteren Höhenabmessungen im Innern der Anlage erfolgen. Nach dem Beispiel Seite 304 mit Abbildung 350 sind die Höhen der Hauptpunkte A und B nach einer doppelt ausgeführten Einwägung zu $h_a = 436,242$ und $h_b = 435,896$ bekannt. Zwischen diesen Punkten, die die Höhenausgänge der Mundlöcher darstellen, soll die Sohle des Stollens mit einem gleichmäßigen Gefälle, d. h. mit $\frac{h_a - h_b}{s} = \frac{0,346}{345,33} = 0,001 = 1 \text{ ‰}$ hergestellt werden.

In der Nähe der Richtpunkte (s. S. 305), aber unabhängig von diesen, wird ein zugespitzter Eisenpfahl (Abbil. 333) in der ihm zukommenden Höhe in den Boden getrieben und als Festpunkt benutzt. Mit dem Fortschreiten des Ausbaues erhält man neue Festpunkte. Jede Festlegung ist durch rückwärtige Einwägung bis zum Anfangspunkt A oder bis zum nächsten zurückliegenden Festpunkte nachzuprüfen. Für derartige Höhenmessungen ist eine Beleuchtung der

Latte unumgänglich; sie wird am besten durch eine Azetylen-Lampe erhalten, die man nach der Anordnung von Prof. Schmidt (Abbil. 413) an der Höhenlatte verschiebbar befestigt.

Erscheint es zweckentsprechender, die Festpunkte in der Seitenwand des Stollens oder Tunnels durch Bolzen zu vermarken, so handelt es sich um eine einfache Einwägung nach Seite 61, deren Richtigkeit sofort, wie oben, sichergestellt wird.

Abbildung 413.



Die Vorgänge bleiben die gleichen, wenn von beiden Seiten mit der Absteckung und der Bauausführung begonnen wird.

Bei dem Beispiele auf Seite 317 wird ebenfalls nach den angegebenen Gesichtspunkten verfahren. Eine gute Probe ergibt vorhin, wie hier, der Abschluß auf E, wo das berechnete letzte Höhenstück gleich der Lattenablesung l_e sein muß. Wird von A und E ausgegangen, so soll an der Durchstoßungsstelle von jeder der beiden Meßgruppen die gleiche Höhe gefunden werden. Die sich zeigende Abweichung muß, wie auch sonst, je nach der Schärfe der Einwägung innerhalb der auf Seite 68 mitgeteilten Grenzen verlaufen.

Besteht die Aufgabe, von einem Punkte eine Linie mit bestimmter Neigung oder mit bestimmtem Gefälle abzustecken, so ist wieder der obige Fall gegeben, wenn man bedenkt, daß für die Tangente des betreffenden Steigungswinkels im Bereiche des Höhenmessers eine beliebige Entfernung s angenommen werden kann, zu der das von der Fernrohr-Ziellinie abzusetzende Höhenstück berechnet wird. Dasselbe trifft zu, wenn das Gefälle in ‰ oder ‰, d. h. das Höhenstück in bezug auf 100 oder 1000 Teile der Längeneinheit unmittelbar gegeben ist (s. S. 355). Absteckungen dieser Art kommen u. a. in der Kulturtechnik und beim Entwurf einfacher Wege nicht selten vor.

Beispiel. Ein Bewässerungsgraben oder Zuleiter soll mit einem Sohlengefälle 1:1000 oder 1 ‰ abgesteckt werden. Der Anfang des Grabens ist an der Abzweigstelle B durch einen Pfahl mit der Höhe h_b gegeben.

Man stellt eine Fernrohrwage in passender Entfernung von B auf und bestimmt die Lattenablesung l_b (Abbil. 414). Wird nun für gleiche Längen, etwa für 20 m, die man leicht mit dem 20 Meter-Meßbande abmessen kann, der Höhenunterschied berechnet, so erhält man:

$$\Delta h = \frac{1}{1000} \cdot 20 = 0,02 \text{ m.}$$

Dieser Betrag wird mit l_b verbunden, um den Sohlenpunkt (1), (2) . . . zu erhalten. Es ist:

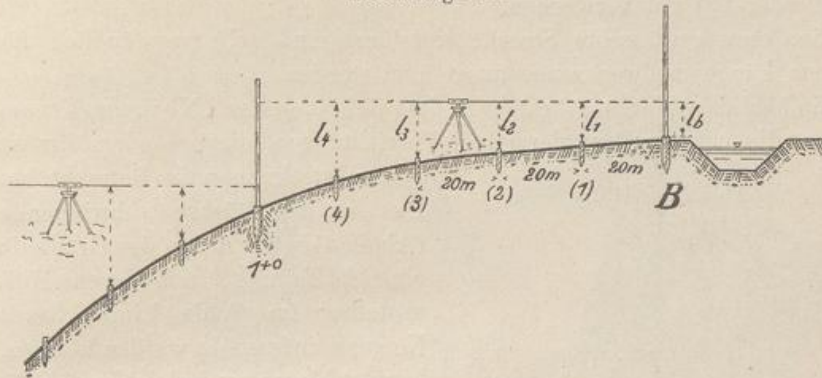
$$l_1 = l_b + 0,02$$

$$l_2 = l_b + 2 \cdot 0,02 = l_b + 0,04$$

$$l_3 = l_b + 3 \cdot 0,02 = l_b + 0,06 \text{ usw.}$$

Man bestimmt Punkt (1), indem man das Meßband in B einsetzt und mit seinem Ende einen Geländepunkt sucht, der an der mitgeführten Höhenlatte die Ablesung $l_1 = l_b + 0,02$ gibt. Wird der Punkt durch einen Pflock bezeichnet, so wird der Sohlenpunkt (2) mit l_2 gefunden, wenn man das Band in (1) ansetzt usw. In Abständen von 100 m wird ein fester Pfahl geschlagen, der mit den weiteren gleichbedeutenden Pfählen gleichzeitig die Streckeneinteilung darstellt.

Abbildung 414.



Diese Pfähle, vorsichtig ermittelt, dienen auch als Wechsellpunkte, an denen die Absteckung von neuem beginnt (Abbil. 414). Zwischen den Streckenpunkten $1+0$, $2+0$..., die gewissermaßen als Richtpunkte der Grabenlinie gelten, wird beim Ausbau eine schlanke Führung unter Anlehnung an die abgesetzten Pflocke vorgenommen. Ob eine nochmalige Einwägung der Richtpunkte auf einem Rückwege nach B als Nachprüfung vorzunehmen ist, bleibt dem ausführenden Techniker überlassen.

Sind in Zuleitern gemäß dem Bewässerungsentwurfe Abstürze vorzusehen, so wird für die Absteckung an diesen Stellen dem abzusetzenden Höhenstücke das Maß des Absturzes beigerechnet, im übrigen aber, wie vor, verfahren. Die weiteren für die Bewässerung erforderlichen Wasserzuführungen, die gewöhnlich nicht mehr im Lageplane verzeichnet sind, werden im Angesichte des Geländes entworfen und abgesteckt. Hierzu gehören insbesondere die Verteilrinnen, oder bei größeren Abmessungen die Verteilgräben, deren Anfang und Ende in den entsprechenden Höhen zum Zuleiter durch Pflocke festgelegt werden. Die schmalen Rieselrinnen endlich, die nur ein ganz schwaches Gefälle erhalten, das eben die Bewegung des Wassers aufrecht erhält, können gleichfalls mittels der Fernrohrwage und eines einfachen Stabes mit einem Schiebebrettchen (nach Abbil. 22) abgesetzt werden, wenn nicht, was meist geschieht, ein Zastrow-scher Rinnenstecher (Bd. X, S. 136) oder das Siegener Wiesenbeil (Bd. X, S. 166) zur unmittelbaren Herstellung dieser Gräbchen entsprechend dem nachströmenden Wasser benutzt wird.

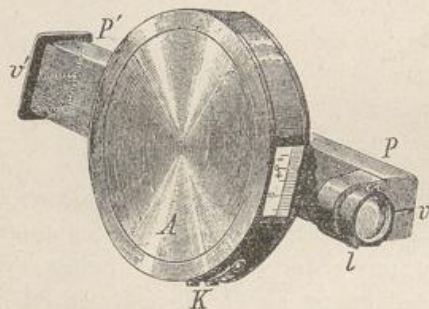
Die Absteckung nach Seite 348 usw. wird sehr vereinfacht, wenn die benutzte Fernrohrwage mit einem „Gefällmesser“ versehen ist, siehe die Abbil. 193, 194 u. 196. Hier genügt eine Einstellung der „Gefällschraube“ auf das betreffende Maß, um ohne Rechnung und Längenmessung beliebig viele Bodenpunkte zu be-

stimmen. Man stellt die Fernrohrwage*) auf den Anfangspunkt, ermittelt den Abstand der Fernrohr-Kippachse vom Pfahlkopfe nach Seite 168, die als das durchweg abzusetzende Höhenstück h_b gilt und läßt den Lattenträger in der mutmaßlichen Richtung das Gelände abtasten, wobei die Stellen nach Bedarf durch Pflöcke kenntlich gemacht werden. Um das Absteckmaß h_b leicht zu verfolgen, wird sehr zweckmäßig ein schwarzes Gummiband von 1 cm Breite in der Ableseshöhe um die Latte gelegt. Man kann hierzu auch eine Schiebelatte (Abbildung 22 oder 23) gut verwenden.

Eine etwa gewünschte Streckeneinteilung muß selbstverständlich für sich mit einem Längenmeßwerkzeuge ausgeführt werden.

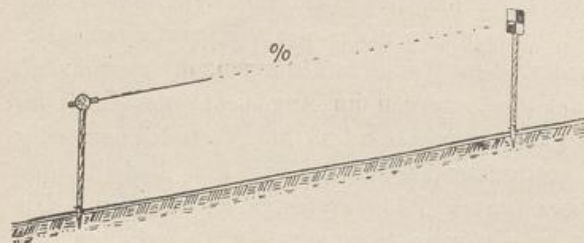
Ein ähnlicher Vorgang besteht in dem Gebrauch des „Neigungsmessers“ von Brandis oder anderer derartiger Vorrichtungen, die besonders für einfache

Abbildung 415.



Wegeabsteckungen in Betracht kommen. Das in der Büchse schwingende Rad (Abbil. 415) hat neben der Gradteilung**) eine $\%$ Teilung, mit deren Hilfe unmittelbar im Felde Linien bestimmter Neigung aufgesucht werden können. Man benutzt hierzu zwei gleichlange Stäbe, am einfachsten zwei Zielstäbe (I. Teil, S. 44). Auf den einen wird der Neigungsmesser gelegt, während der zweite eine Scheibe trägt, die von dem Beobachter angezielt wird, siehe Abbildung 416. Entspricht die vordere Stablage dem abzusteckenden Gefälle, so wird die Stelle durch einen Pflock bezeichnet und die Absteckung kann von hier aus fortgesetzt werden.

Abbildung 416.



Schärfere Ergebnisse werden mit Hilfe des Gefällmessers nach Fennel (Abbil. 417) erzielt. Ein kleines Zielfernrohr ist so eingerichtet, daß bei beliebiger Neigung desselben die angezielte Scheibe (Abbildung rechts), das Fadenkreuz und eine in der Richtung des Höhenbogens verlaufende Röhrenwage zu gleicher Zeit sichtbar sind. Der Gefällmesser ruht auf einem Stabe mit Eisenschuh; ein gleichhoher zweiter Stab trägt die farbig gehaltene Zielscheibe.

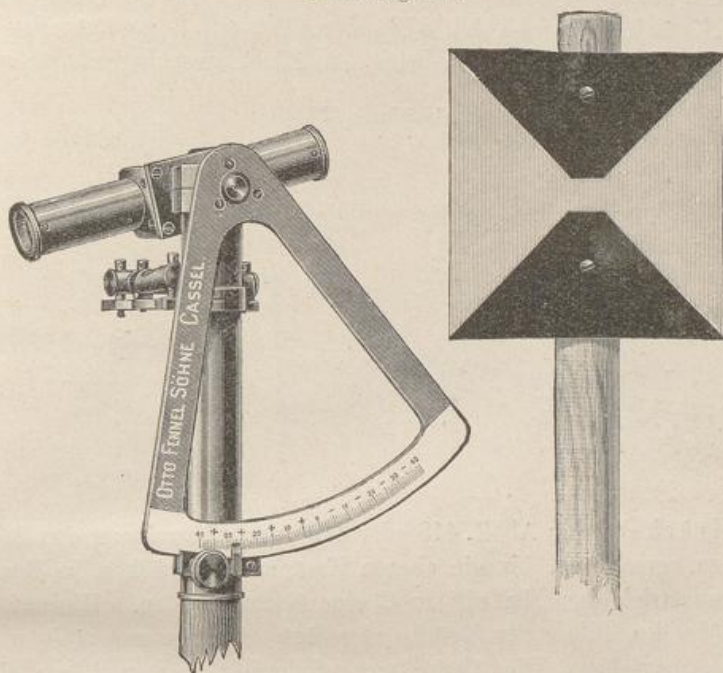
b) Austafelung. Ein viel erprobtes Hilfsmittel, um zwischen zwei gegebenen Punkten beliebig viele Höhenpflocke einzuschalten oder an beliebigen Zwischenstellen die geradlinige Höhenlage anzugeben, ist das „Austafeln“ durch „Ziel-

*) Die Berichtigung der Gefällschraube ist verschieden je nach der Einrichtung und ist nach den bezüglichen Gebrauchsanweisungen vorzunehmen.

**) Siehe I. Teil, S. 45, wo auch die Berichtigung des Werkzeuges angegeben ist.

kreuze“ und „Zielscheiben“ oder „Krücken“. Auf einer Holzleiste von 8 bis 10 cm Breite sitzt ein 16 bis 20 cm breiter Querbalken von 60 cm Länge

Abbildung 417.



(Abbil. 418b) oder eine mäßig große Scheibe (Abbil. 419b), deren Felder, in der Mitte getrennt, oben schwarz, unten weiß gestrichen sind. Die Abmessung vom

Abbildung 418.

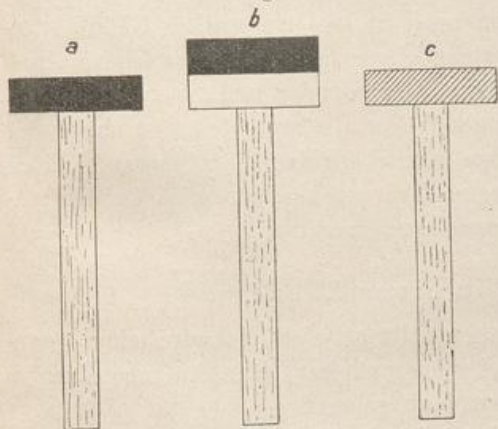
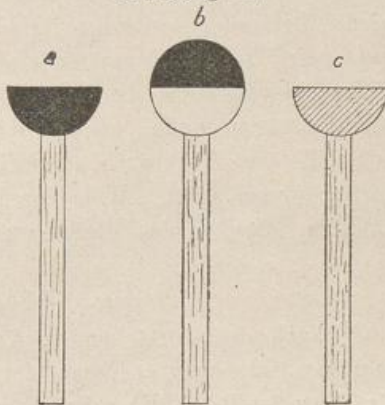


Abbildung 419.

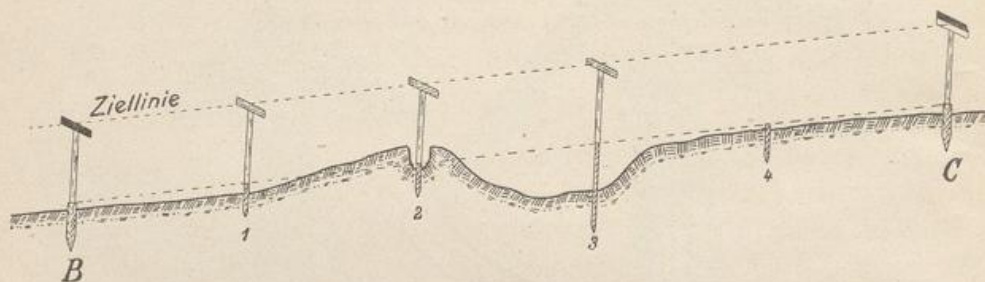


Fuße der Holzleiste, der mit Eisenblech beschlagen ist, bis zum Farbgrenzstrich beträgt genau 1 m oder 1,25 m. Zu einem „Satz“ des Geräts gehören noch zwei gleichartige Kreuze oder Scheiben, bei denen aber der obere Teil nur halb so breit ist und rot bzw. schwarz gefärbt ist (c bzw. a Abbil. 418 und 419).

Schewior, Das Feldmessen II.

Sind B und C die Köpfe der nach Seite 348 abgesteckten Pfähle, deren Entfernung hier nicht über 40 m gehen darf, und soll von B nach C eine Anzahl von Höhenpflocken, z. B. für eine Weganlage, eingerichtet werden, so wird die „Tafel“ (b in Abbil. 418 oder 419) auf C (Abbil. 420), die schwarze „Krücke“ (a in Abbil. 418 oder 419) auf B gesetzt oder befestigt. An der gewählten Stelle, z. B. 1, wird ein Pflock geschlagen und an diesem

Abbildung 420.



die rote „Krücke“ (c in Abbil. 418 oder 419) nach Anweisung des Beobachters in B so lange verschoben, bis die oberen Kanten der Krücken in B und 1 mit dem Farbrenzstrich der „Tafel“ in C eine Gerade bilden. Hierauf wird der Pflock in Höhe des Fußes der Krücke abgesägt oder bis zur nötigen Kopfhöhe in den Boden getrieben. Die Absteckung wiederholt sich in 2, wo eine Grube hergestellt wird, in 3 usw.

Der Vorgang ist der gleiche, wenn beim Verlegen von Röhren, z. B. in Durchlässen, Wasserleitungen und Kanalisationen, die Höhenlage der Röhren entsprechend den eingewogenen Hilfspunkten (Sohlpunkten) (s. S. 347) festgestellt wird. Bei untergeordneten Arbeiten oder auch da, wo ein starkes Gefälle vorliegt, wird bei Rohrlegungen eine gut ausgeglichene Sohle oft ausreichen. Dies bildet beispielsweise die Regel beim Einbau der Sammler und Sauger für Tonrohr-Entwässerungen, wo die Absteckungen*) der Grabensohlen fast durchweg mit Hilfe der Zielkreuze oder Zielscheiben von oberirdisch festgelegten Pfählen vorgenommen wird. Wie hier im Einzelnen vorzugehen ist, wird in den genannten Schriften des Verfassers näher auseinandergesetzt.

4. Höhenpflocke in einer Ebene.

Nach den vorstehenden Ausführungen fällt es nicht schwer, eine wagerechte oder geneigte Ebene durch Pflocke auszustecken, eine Aufgabe, die im Erdbau (s. Bd. XIII) sehr oft zur Anwendung gelangt.

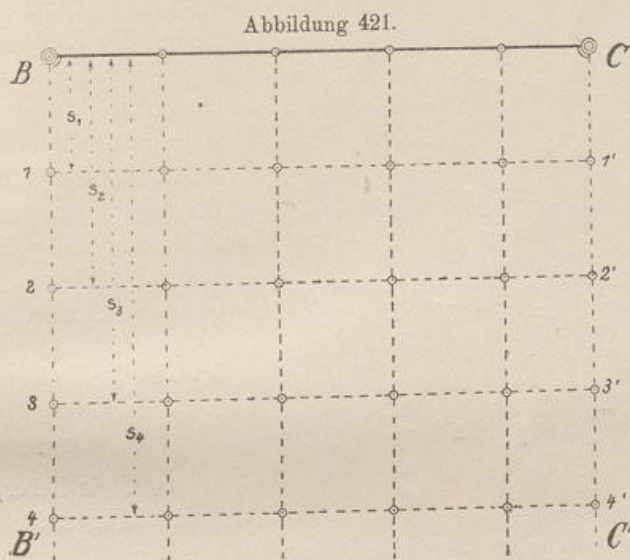
a) Wagerechte Einebnung. Ist die Bodenoberfläche in einer bestimmten Höhe des Pfahlkopfes B, etwa für die Anlage eines Bau- oder Spielplatzes oder dergl.,¹⁾ wagerecht einzuebnen oder aufzuschütten, so wird nach Abbil. 168 ein

*) Siehe. Bd. IX: „Die Bodenmelioration“, II. Teil und „Die Drainage“ von G. Schewior. Verlag Bernh. Friedr. Voigt, Leipzig 1910 bzw. 1912.

Netz von Pfählen abgesteckt, die sämtlich die Höhe des Pfahles B haben. Die Auswahl der Punkte kann in gleichmäßigen Abständen nach Abbil. 167 vorgenommen werden, sie kann aber auch den Verhältnissen entsprechend nach Belieben stattfinden.

b) Geneigte Einebnung. Für Bodenumformungen mit geneigter Oberfläche müssen zwei Punkte und die Größe der Neigung, gewöhnlich in ‰, gegeben sein.

1. Sind B und C von gleicher Höhe (Abbil. 421), also $h_b = h_c$, und das Gefälle der Fläche p ‰, so sind auf der Verbindungslinie BC in B und C die



zwei Senkrechten BB' und CC' abzustecken (s. S. 339) und auf ihnen in gleichmäßigen Abständen $B1 = 12 = 23$ usw. bzw. $C1' = 1'2' = 2'3'$ usw. Höhenpfähle nach Seite 350 einzuschalten. Das von der Ziellinie abzusetzende Höhenstück für B, 1, 2 bzw. C, 1', 2' beträgt

$$l_1 = l_b + \frac{p}{100} \cdot s_1$$

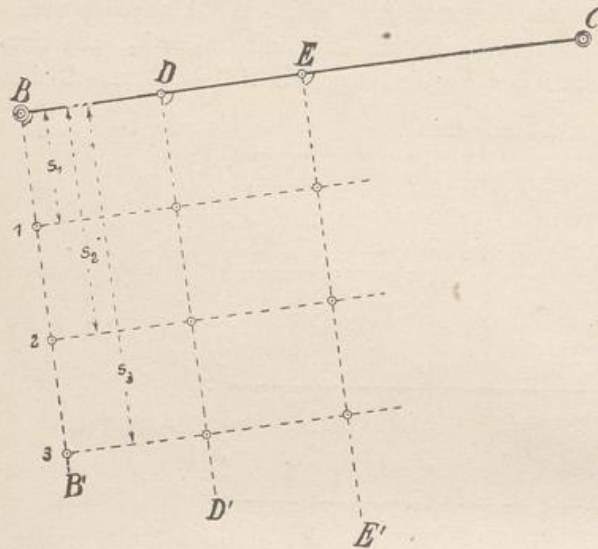
$$l_2 = l_b + \frac{p}{100} \cdot s_2 \text{ usw.}$$

wobei entweder von B oder C ausgegangen wird, da die Höhen dieser gleich sind. Weitere Pfähle zwischen B und C, 1 und 1' usw., sind in derselben Weise mit den bezüglichen Höhenstücken abzusetzen oder nach Seite 354 abzutafeln.

2. Bei ungleicher Höhenlage der Ausgangspunkte B und C (Abbil. 422) wird zunächst zwischen diesen eine erforderliche Anzahl von Punkten D, E nach Seite 349 bestimmt, hierauf die Senkrechten BB' , DD' usw. abgesteckt und in diesen die Höhenpfähle wie oben festgelegt. Beginnt man mit der Senkrechten BB' , so sind mit l_b die Höhenstücke für s_1, s_2, s_3 nacheinander abzusetzen. In der Senkrechten durch D, E werden die Lattenablesungen l_d, l_e eingeführt. Auch hier kann die Austafelung Verwendung finden, wenn in jeder Senkrechten Höhenpfähle in entsprechendem Abstände (S. 354 oben) gegeben sind.

Die geschilderte Absteckung bildet bei Wiesenbauten eine wichtige Arbeit, sobald künstliche Umformungen im Rückenbau und Hangbau mit ihren mannigfaltigen Abarten vorkommen*) u.**).

Abbildung 422.



Wie weit ein Ausgleich der Erdmassen bei allen Umformungen der Bodenoberfläche in Betracht zu ziehen ist und wie weit er die Höhenlage der abzusteckenden Fläche beeinflusst, ist Sache des Erdbaus selbst**). Dorthin gehören auch diejenigen Hilfsmittel, die bei der Herstellung von Böschungen in Aufschüttungen und Einschnitten in Betracht kommen und unter der Bezeichnung „Böschungslatten“ (s. a. S. 12) und „Lattengerüste“ bekannt sind.

5. Gleis-Ueberhöhung und Ausrundung des Gefällewechsels.

a) Gleis-Ueberhöhung. Während in geraden Strecken die beiden Schienenoberkanten der Eisenbahnen in gleicher Höhe verlaufen, erhält in Krümmungen der äußere Schienenstrang unter gewissen Voraussetzungen eine „Ueberhöhung“, um eine einseitige Abnutzung dieses Stranges zu verhindern, die Fliehkraft aufzuheben und die Gefahr einer Entgleisung abzuschwächen. Die Ueberhöhung wird wie die Ueberführung der geraden in die kreisbogenförmige Strecke (s. S. 334) durch den Uebergangsbogen vermittelt, derart, daß ihr Betrag — in der Geraden „Null“ — am Anfange des wirklichen Kreisbogens (U bzw. V in Abbil. 395) den vollen Wert h erreicht (siehe Abbil. 423). Dieser wird bei Haupt- und Nebenbahnen nach der Erfahrungsformel:

$$h = c \cdot \frac{v}{r}$$

berechnet, wobei v die Grenze der Fahrgeschwindigkeit in der Krümmung nach km/Std., r den Halbmesser in der Krümmung in m bedeutet und c z. B. in Preußen zu 0,5 m gesetzt wird; es ergibt sich hiernach:

$$h = 0,5 \cdot \frac{v}{r} = \frac{v}{2r}$$

Nach § 66 der „Eisenbahnbau und Betriebsordnung“ vom 4. Novbr. 1904 (4. Auflage 1913) sind in Krümmungen folgende Geschwindigkeitsgrenzen und Ueberhöhungen gestattet:

*) Siehe Bd. X: „Die Bodenmelioration“, III. Teil.

**) Siehe Bd. XIII: „Der Erdbau“.

Bei $r = 1200 \ 1100 \ 1000 \ 900 \ 800 \ 700 \ 600 \ 500 \ 400 \ 300 \ 250 \ 200 \ 180 \text{ m}$
 und $v \leq 115 \ 110 \ 105 \ 100 \ 95 \ 90 \ 85 \ 80 \ 75 \ 65 \ 60 \ 50 \ 45 \text{ km/Std.}$
 ist $h = 48 \ 50 \ 53 \ 56 \ 59 \ 64 \ 71 \ 80 \ 94 \ 108 \ 120 \ 125 \ 125 \text{ mm.}$

Es wird empfohlen, in Hauptbahnen das Größtmaß von 125 bis 150 mm und in Nebenbahnen das Maß von 160 bis 170 mm nicht zu überschreiten, da zu kleine Ueberhöhungen nicht so nachteilig wirken wie zu große Ueberhöhungen.

Die Strecke, auf der die Ueberhöhung gleichmäßig anwachsend (s. S. 356) verteilt werden soll, die sogen. „Ueberhöhungsrampe“, ist mindestens auf das 300fache der Ueberhöhung zu bemessen. Wenn hierzu die Länge des Uebergangsbogens nicht ausreicht, so ist der Rest der Ueberhöhungsrampe in die Gerade vor dem Uebergangsbogen oder auch in den anschließenden Kreisbogen selbst zu verlegen.

In Kreisbögen mit einem Halbmesser von über 2000 m bei Hauptbahnen, von über 1000 m bei Nebenbahnen wird die Ueberhöhung des äußeren Schienenstranges gewöhnlich unterlassen.

Bei Kleinbahnen wird meist nach der Formel

$$h = c \cdot \frac{v^2}{r}$$

gerechnet, wobei

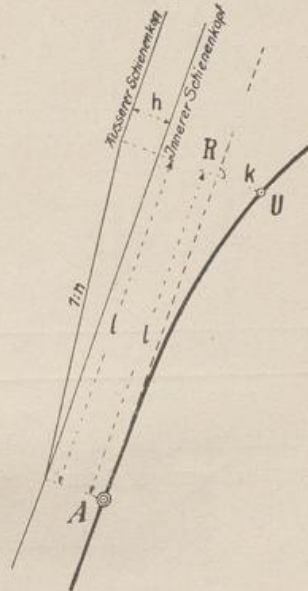
$c = 11,8$	bei einer Spurweite von	1435 mm
$c = 8,3$	" " " "	1000 "
$c = 6,2$	" " " "	750 "
$c = 5,0$	" " " "	600 "

Als Grenze der Ueberhöhung gilt hier eine Querneigung 1:10 der beiden Schienenoberkanten. Kreisbögen mit einem Halbmesser über 600 m bei einer Spur von 1000 mm und über 400 m bei 750 mm erhalten keine Ueberhöhung. Näheres über die Uebergangsbögen siehe Seite 334.

In Straßenbahnen, deren Gleislage gewöhnlich dem Straßenquergefälle angepaßt wird, ergibt sich eine Querneigung, die 1:80, höchstens 1:50 groß sein darf, von selbst; diese genügt auch als Ueberhöhung in Bögen. Da in Krümmungen meist die Fahrgeschwindigkeit verringert wird, kann das Gleis äußerstenfalls auch wagerecht gelegt werden.

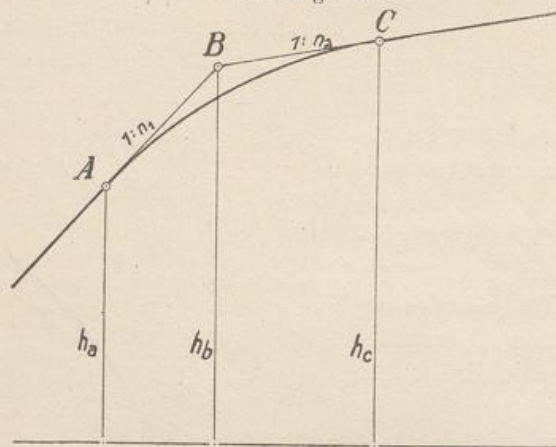
b) Ausrundung des Gefällwechsels. Noch ein dritter vermittelnder Uebergang ist bei Gleisanlagen zu beachten, wenn nämlich ein Wechsel in der Gefällfolge der Eisenbahnstrecke eintritt. Wird im Punkte B (Abbil. 424) das Gefälle $1:n_1$ in ein solches $1:n_2$ geändert, so ist in der Höhenlage der Schienen meist eine Ausrundung nach einem Kreisbogen mit einem Halbmesser vorzunehmen, dessen Größe den Verhältnissen entsprechend vorgeschrieben ist. Der Bogen berührt die Gefällstrecken in den Punkten A und C, deren Abstand von B sich nach

Abbildung 423.



$$AB = BC = \frac{r}{2} \left(\pm \frac{1}{n_1} \pm \frac{1}{n_2} \right)$$

Abbildung 424.



berechnet, worin $\left(\pm \frac{1}{n_1} \pm \frac{1}{n_2} \right)$ den Mittelpunktswinkel (wie ε in Abbil. 372) im Bogenmaß bezeichnet. Die Vorzeichen für $\frac{1}{n_1}$ und $\frac{1}{n_2}$ sind darnach zu bestimmen, ob die Strecke, von B aus gesehen, steigt, dann gilt +, oder fällt, dann gilt -.

Die Teilbeträge für die abzusteckenden Höhen der Ausrundung werden genau genug nach

$$\Delta h = \frac{x^2}{2r} \quad (\text{s. S. 327})$$

ermittelt, wobei x im Gegensatz zu Seite 327 unter gewöhnlichen Verhältnissen als wagerechter Abstand von A bzw. C dem Höhenplane entnommen werden kann. Sind für die Endpunkte von $x_1, x_2 \dots$ die Höhen h_1, h_2 bzw. von $x'_1, x'_2 \dots$ die Höhen $h'_1, h'_2 \dots$ dem Höhenplane entnommen, so erhält man die entsprechenden Ausrundungshöhen nach Abbil. 425 zu

$$H_1 = h_1 - \Delta h_1$$

$$H_2 = h_2 - \Delta h_2$$

usw.

$$\text{bzw. } H'_1 = h'_1 - \Delta h'_1$$

$$H'_2 = h'_2 - \Delta h'_2$$

usw.

In dieser Ableitung erhält das zweite Glied der rechten Seite das Vorzeichen +, wenn der Kreisbogen über den geraden Gefällstrecken liegt; nach Abbil. 426 demnach:

$$H_1 = h_1 + \Delta h_1$$

$$H_2 = h_2 + \Delta h_2$$

usw.

$$\text{bzw. } H'_1 = h'_1 + \Delta h'_1$$

$$H'_2 = h'_2 + \Delta h'_2$$

usw.

Abbildung 425.

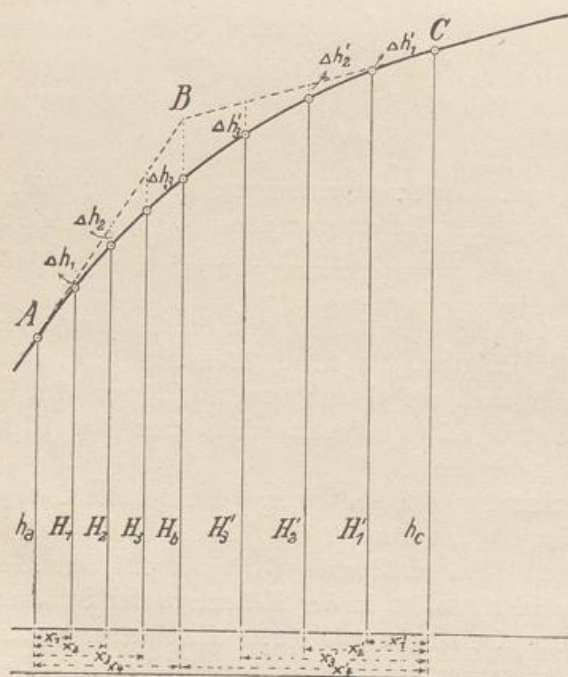
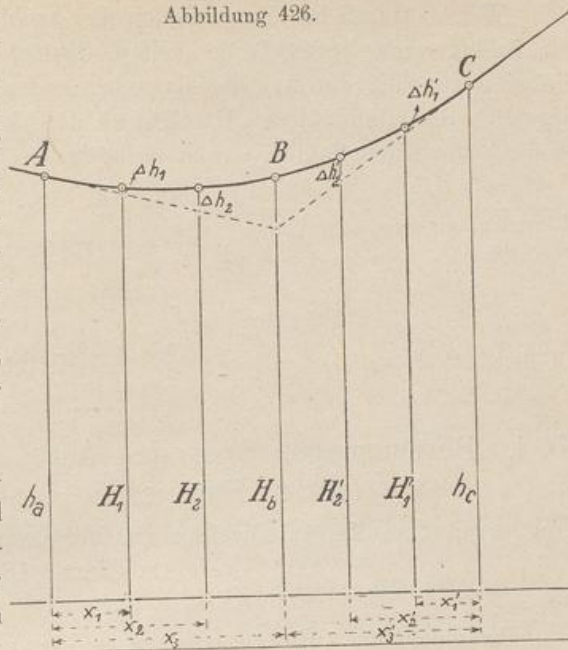


Abbildung 426.

Die Ausrundung hat bei Hauptbahnen nach einem Kreisbogen von mindestens 5000 m Halbmesser zu erfolgen, der in oder vor den Haltestellen auf 2000 m ermäßigt werden darf. Für Nebenbahnen ist ein Halbmesser von 2000 m vorgeschrieben; auch für Kleinbahnen wird er in dieser Größe empfohlen, doch ist hier $r = 1000$ m, ausnahmsweise $r = 500$ m gestattet.

Welche besonderen Vorschriften bei Ueberhöhungen und bei der Ausrundung der Gefällwechsel Geltung haben, ist der jeweilig in Betracht kommenden Bauordnung zu entnehmen.



B. Schlußvermessung.

Unter diesen Abschnitt fallen sämtliche Arbeiten, durch die die wirklich entstandenen Anlagen in ihren Umrissen und Einzelheiten aufgenommen, in die Lage- und Höhenpläne übergeführt und dadurch sichergestellt werden.

Höhenmessungen erstrecken sich auf alle Veränderungen und Abweichungen, die im Verlaufe des Baues durch die Verhältnisse bedingt worden sind und deren Berichtigung in den Plänen nicht unterlassen werden darf. Dies gilt nicht allein für die Anlage im allgemeinen, deren Höhen- und Querschnitte abzuändern sind, sondern auch für einzelne Bauwerke, deren Zeichnungen entsprechend der Ausführung einer Nachtragung bedürfen. Wieweit hierzu Lagemessungen erforderlich sind, ergibt sich in jedem Falle von selbst.

Von eigener Bedeutung ist die Lagemessung bei der Festlegung der Umringsgrenzen, soweit diese als Grenzen neu entstandener Grund-Eigentumsstücke in Betracht kommen. Hier ist die Uebertragung des Bestandes auch in die Karten und Bücher des Katasters und in das Grundbuch geboten (I. Teil, S. 175 usw.), die nur durch einen hierzu bestellten Beamten (I. Teil, S. 9 Anm.) vorgenommen werden kann. In welchem Umfange hierbei die für die „Ausführlichen Vorarbeiten“ und für die „Absteckungen“ gelegten Messungslinien oder Vieleckszüge benutzt werden, hängt lediglich davon ab, ob ihre Lage für die „Fortschreibungs-Vermessungen“ (I. Teil, S. 175) günstig oder geeignet erscheint. Für die Berichtigung des dem Baue dienenden Lageplanes ist aber grundsätzlich von den vorhandenen Linien auszugehen, wenn nicht die einheitliche, leicht zu übersehende Unterlage, die das vorhandene Liniennetz bietet, gestört werden soll.

Welche staatlichen Vorschriften oder sachlichen Grundsätze im übrigen bei den Schlußvermessungen Platz greifen, kann hier nicht näher erörtert werden. Sie sind je nach der Art der Bauanlage verschieden und werden in der vorliegenden Sammlung, dem „Handbuch des Bauingenieurs“, an den in Betracht kommenden Stellen, soweit es nötig erscheint, bekannt gegeben.

G. Anhang.

Nr. I. Bestimmungen über den Anschluß der Höheneinwägungen an den Preußischen Landeshorizont.

Laut Beschluß des Zentral-Direktoriums der Vermessungen im Preußischen Staate vom 12. Januar 1895.

§ 1.

Bei jedem im Auftrage oder unter Leitung einer Staatsbehörde neu auszuführenden Nivellement (Höheneinwägung), welches eine zusammenhängende Länge von 10 oder mehr Kilometer umfaßt, sind die Höhen auf Normal-Null (N.N.)* zu beziehen.

Bei vorhandenen Nivellements sind, sobald dieselben in Gebrauch genommen werden, die Höhenmaße entweder entsprechend umzurechnen, oder doch durch Angabe der Beziehungen zu N.N. zu vervollständigen.

§ 2.

Zu diesem Behuf sind die in Rede stehenden Nivellements an einem oder mehrere der Festpunkte des Präzisions-Nivellements oder an solche Festpunkte, deren Höhenlage gegen N.N. bereits anderweitig mit Sicherheit festgestellt ist (vergl. § 7), anzuschließen. Wenn hierzu ein besonderes Anschluß-Nivellement von mehr als 5 km Länge ausgeführt werden muß, so wird der Anschluß erst bei einer Ausdehnung des Nivellements von 30 km oder mehr erfordert.

Bei wiederholten Annäherungen an sichere Festpunkte ist so oft anzuschließen, wie es mittels einer Mehrarbeit von durchschnittlich 1 km auf 10 km geschehen kann.

An bereits ausgeführte Nivellements, welche dieser Vorschrift nicht genügen, dürfen weitere Nivellements nicht angeschlossen werden.

§ 3.

Soll ein Nivellement mit dem an N.N. angeschlossenen Nullpunkte eines Pegels in Verbindung gebracht werden, so ist stets von den für den letzteren vorhandenen Kontrollpunkten mindestens einer mit dem für ihn amtlich festgesetzten „Normal-Höhenunterschiede gegen Pegelnul“ zum Ausgangspunkt zu nehmen. Die Normal-Höhenunterschiede sind in jedem einzelnen Falle von dem

*) Siehe I. Teil, Seite 3.

„Bureau für die Haupt-Nivellements und Wasserstandsbeobachtungen“ in Berlin W., Wilhelmstraße 89, zu erlangen.

§ 4.

Durch die Bestimmungen im § 1 wird nicht ausgeschlossen, daß auch Nivellements von geringerer Längenausdehnung als 10 km bzw. 30 km auf N.N. bezogen werden; es hat dies vielmehr überall da zu geschehen, wo sich der Anschluß ohne besonderen Kostenaufwand erreichen läßt.

§ 5.

Wo der Anschluß an N.N. fehlt oder nicht erforderlich wird, müssen die Höhenangaben der Nivellements zu möglichst unveränderlichen und leicht auffindbaren Punkten in Beziehung gebracht werden, wobei die Ausgangshöhen derart festzustellen sind, daß die Höhenangaben nur in positiven Zahlen erscheinen.

§ 6.

Jedes Nivellement, welchem ein dauernder Wert beigemessen werden soll, ist mit zuverlässigen Festpunkten zu versehen, deren Abstand in der Regel 2 km nicht überschreiten darf. Als solche können u. a. dienen: Die Fundamentvorsprünge fester Gebäude, massive Brückenpfeiler, Marken an natürlichen Felsen und ähnliche gegen Verrückung gesicherte Punkte.

Sofern dergleichen Festpunkte nicht vorgefunden werden, sind dieselben künstlich herzustellen, am besten durch eiserne Bolzen in massiven Gebäuden oder in besonders hierzu gesetzten Pfeilern aus Granit oder anderem festen Gestein, deren Fuß möglichst 1 m tief in den gewachsenen Boden reichen muß. Der höchste Punkt des Bolzenkopfes an dem zutage tretenden Teile des Pfeilers ist der zu bestimmende Höhenpunkt.

Wenn Nivellements-Festpunkte irgend welcher Art mit Inschriften versehen werden, die eine Höhenzahl enthalten, so muß die letztere durch sicheren Anschluß an das Nivellementsnetz auf N.N. bezogen sein. Bereits angebrachte Höhenangaben, welche diesen Bedingungen nicht genügen, sind wieder zu entfernen oder entsprechend abzuändern.

§ 7.

Die Richtigkeit solcher Nivellements, welche in der im § 6 angegebenen Art festgelegt werden, ist in jedem Falle durch eine zweimalige Ausführung, wobei die zweite Nivellierung in entgegengesetzter Richtung wie die erste bewirkt wird, außerdem aber, sofern die Nivellements nicht die Gestalt einer Schleife oder in der Nähe der beiden Endpunkte Anschlüsse an bekannte zuverlässige Höhenpunkte haben, noch durch ein Kontroll-Nivellement sicherzustellen.

Ein Nivellement gilt als gut, wenn der mittlere Fehler (M s. S. 64 usw.) nicht mehr als 3 mm auf 1 km Länge, und noch brauchbar, wenn derselbe nicht mehr als 5 mm auf 1 km beträgt.

§ 8.

Ueber jedes durch sicheren Anschluß an N.N. festgelegte Nivellement, welches den Voraussetzungen der §§ 6 und 7 entspricht, sind in je zwei Exemplaren:

- a) eine Uebersichtsskizze, zu welcher eine beliebige Karte im Maßstabe von nicht weniger als 1:200000 benutzt werden kann;
 b) ein Verzeichnis der benutzten Anschlußpunkte;
 c) eine Zusammenstellung der Festpunkte mit Angabe der ermittelten Höhen über N.N., sowie der gefundenen mittleren Fehler
 an die betreffenden Provinzialbehörden bzw. Eisenbahndirektionen einzureichen.
 Das eine Exemplar verbleibt bei diesen Behörden, das andere wird an das Zentral-Direktorium der Vermessungen abgegeben.

Nr. II. Preise für Meßwerkzeuge usw.

In der nachstehenden Zusammenstellung sind mit wenigen Ausnahmen die in den Abbildungen dargestellten Meßwerkzeuge, Zeichengeräte und Hilfsmittel aufgeführt. Die neben den Gegenständen kurz angegebenen Bezugsquellen sind zumeist genauer im I. Teile, Seite 244 und 245, angegeben.

Lfd. Nr.	Gegenstand	Abbil. Nr.	Bezugsquelle	Preis M
1	Setzwage	6	Reiß-Liebenwerda	6,50
2	Richtscheit	7	ders.	3,50—8,00
3	Bauplatz-Meßlatte	8	ders.	7,50—11,50
4	Richtscheit mit Röhrenwage	11	Weiland-Liebenwerda	5,50—10,0
5	Setzbesteck	12	ders.	25,00
6	Setzwage	13	Reiß-Liebenwerda	1,75—3,60
7	Gefällwage	14	ders.	15,00
8	Wasserwage	15	ders.	8,75
9	Böschungswage	16	ders.	2,00
10	Böschungslatte	17	ders.	18,00
11	Gleiswasserwage	18	ders.	11,00
12	desgl.	19	ders.	38,00
13	desgl. nach Wessel	20	ders.	12,00
14	Dreibein	21	ders.	7,50
15	Schiebelatte	23	ders.	17,50
16	Kanalwage	24	ders.	18,50
17	desgl.	25	ders.	45,00
18	Schlauchwage	26	ders.	30,00
19	Ablesewage	27	ders.	28,00
20	desgl.	28	Hein-Hannover, Gellertstr.	50
21	Fernrohrwage	29	Fennel-Cassel [18 A	180 u. 220
22	desgl.	35	ders.	180 u. 220
23	desgl.	36	Zeiß-Jena	170 u. 180
24	desgl.	38	Heyde-Dresden	100
25	desgl.	39	Breithaupt-Cassel	232
26	desgl.	40	Fennel-Cassel	130
27	Dreibein	41	ders.	24
28	Fernrohrwage	42	Reiß-Liebenwerda	80
29	desgl.	43	Wichmann-Berlin	65
30	desgl.	54	Fennel-Cassel	385 u. 475
31	desgl.	55	Breithaupt-Cassel	200
32	desgl.	56	Sickler-Karlsruhe	175 u. 210
33	desgl.	57	ders.	200

Lfd. Nr.	Gegenstand	Abbil. Nr.	Bezugsquelle	Preis M
34	Fernrohrwage	57 a	Fennel-Cassel	160
35	desgl.	60	Zeiß-Jena	285
36	desgl.	63	ders.	440 u. 540
37	Höhenlatte	71	Fennel-Cassel	18—85
38	Lattenvergleich	73	Sickler-Karlsruhe	8,50
39	Höhenlatte	78	Fennel-Cassel	20—34
40	Höhenband, das m	79	Reiß-Liebenwerda	1,60 u. 3,00
41	Bandhalter	80	ders.	3,00
42	Latten-Untersatz	81	ders.	2,00
43	desgl.	82	Dennert u. Pape-Hamburg	10,00
44	desgl.	83	Fennel-Cassel	4,00
45	desgl.	84	ders.	10,00
46	Dosenwage für Höhenlatte	87	ders.	14,00
47	desgl.	88	Reiß-Liebenwerda	14,00
48	Höhenbolzen	89	ders.	0,90
49	desgl. mit fortl. Nummer	.	ders.	1,00
50	Höhenschild	93	ders.	1,40
51	desgl.	94	ders.	3,00 u. 3,75
52	Höhenbolzen, ohne Zahlen	95	Hallup-Halle a.S., Brunos-	1,45
53	desgl.	96	ders. [warte	1,45
54	Hand-Fernrohrwage	107	Sickler-Karlsruhe	20,00
55	desgl.	108	Schmidt u. Haensch-Berlin	27,00
56	desgl.	109	Kahle-Jena	6
57	Höhenlatte	143 a	Ott-Kempten (Bayern)	20—30
58	Peilstange	146	Reiß-Liebenwerda	19,50—45,50
59	Peilleine	147	Ott-Kempten	35—750
60	Aufrollrad	148	ders.	35—750
61	Feldmappe	163	Reiß-Liebenwerda	3,00
62	desgl.	164	ders.	3,50
63	Feldtisch	165	ders.	25
64	Schmalkalderscher Kompaß mit Höhenmesser	169	Wichmann-Berlin	60
65	Schichten-Ziehfeder	178	ders.	2,50
66	Schnellmeß-Fernrohrwage	186	Reiß-Liebenwerda	180
67	desgl.	192	Fennel-Cassel	300
68	desgl.	193	Sickler-Karlsruhe	190
69	desgl.	194	Breithaupt-Cassel	425
70	desgl.	195	ders.	375
71	desgl.	196	Wolz-Bonn	415 u. 445
72	Schnellmesser	204	Fennel-Cassel	435—540
73	desgl.	208	Breithaupt-Cassel	
74	desgl.	209	Fennel-Cassel	815
75	desgl.	214	Wichmann-Berlin	400
76	desgl.	215	Fennel-Cassel	400
77	desgl.	216	Breithaupt-Cassel	290
78	desgl.	217	Rosenberg-Berlin, Ackerstr.	400
79	desgl.	218	Breithaupt-Cassel	
80	desgl.	219	ders.	
81	desgl.	220	Sickler-Karlsruhe	350
82	Dosenbandlot	222	Breithaupt-Cassel	6,00
83	Schnellmeß-Rechenschieber	230 a	Günther u. Tegetmeyer, Braunschweig	15,00

Lfd. Nr.	Gegenstand	Abbil. Nr.	Bezugsquelle	Preis M
84	Winkelzeichner	232	Fennel-Cassel	40,00
85	Schnellmesser Hammer-Fennel	234	ders.	1045
86	desgl.	239	ders.	1200
87	desgl. Puller-Breithaupt	240	Breithaupt-Cassel	735 u. 840
88	desgl. Wagner-Fennel	243	Fennel-Cassel	840
89	desgl.	244	ders.	872
90	Luftdruckmesser	247	Fuß-Berlin-Steglitz	
91	Quecksilber-Schweremesser	249b	ders.	
92	desgl.	252b	ders.	
93	desgl.	253	ders.	
94	Wärmemesser	256	Bohne-Berlin, Prinzenstr.	6,00
95	Luftdruck- und Wärmemesser	263	ders.	300
96	Wasserflügel	276	Ott-Kempten (Bayern)	75
97	Zeitmesser	277	ders.	32
98	Wasserflügel	278	ders.	55 u. 60
99	desgl.	281	ders.	125
100	desgl.	292	ders.	300
101	Pegel, das m	312	ders.	22
102	desgl., das m	313	ders.	19—23
103	Selbstschr. Pegel	314	ders.	230—380
104	desgl.	315	ders.	290—440
105	desgl.	316	ders.	150
106	Eisenpfähle	333	Reiß-Liebenwerda	1
107	Glühlampe	352	Breithaupt-Cassel	
108	Winkeltrommel	390	Heyde-Dresden	30
109	desgl.	392	ders.	90
110	desgl.	393	Sprenger-Berlin	100
111	desgl.	401	Fennel-Cassel	35
112	Höhenlatte	413	Reiß-Liebenwerda	60
113	Höhenmesser	417	Fennel-Cassel	140
114	Ein Satz Zielkreuze	418	Reiß-Liebenwerda	7,50 u. 9,00
115	Ein Satz Zielscheiben	419	ders.	7,50 u. 9,00



Druck von Straubing & Müller, Weimar.

Handbuch des Bauingenieurs.

Eine vollständige Sammlung der an den Tiefbauschulen gelehrtten technischen Unterrichtsfächer. Zum Gebrauche für die Schule und Praxis herausgegeben unter Mitwirkung erfahrener Fachmänner von R. Schöler, Direktor der Anhaltischen Bauschule in Zerbst. Fünfzehn Bände. Lex.-8. Mit vielen Abbildungen und Tafeln. 1906/17.

Jeder Band kostet Geh. 6 Mark. Gebd. 7 Mark 50 Pfg. und ist einzeln käuflich.

Bd. XII., Das Feldmessen II. Teil, kostet Geh. 9 Mark. Gebd. 10 Mark 50 Pfg.

Bisher erschienen:

Bd. I.

Der Wasserbau I. Teil.

Umfassend die Meteorologie, den Kreislauf des Wassers, die stehenden und fließenden Binnengewässer, die Talsperren, die Messung der Wasserstände, der Wassergeschwindigkeiten und Wasserabflüßmengen, den Flußbau und den Wehrbau. Bearbeitet von S. Deutsch, staatlich geprüfter Ingenieur und Oberlehrer an der Königl. Baugewerkschule zu Münster i. W. Mit 218 Textabbildungen und 32 Tafeln.

Bd. II.

Der Wasserbau II. Teil.

Umfassend natürliche u. künstliche Wasserstraßen, Schiffahrtsschleusen, Schiffshebeeinrichtungen, Hafenbauten, Flußkanalisierung, Bekämpfung des Hochwassers der Flüsse und Ströme, Deichbauten, Berechnung der durch Schütze fließenden Wassermenge, Berechnung der Werkkanäle, Berechnung von Kaimauern und Notizen über die wichtigsten Flüsse des deutschen Reiches. Bearbeitet von S. Deutsch, staatlich geprüfter Ingenieur und Oberlehrer an der Königl. Baugewerkschule zu Münster i. W. Mit 135 Textabbildungen und 37 Tafeln.

Bd. III.

Der städtische Tiefbau.

Umfassend die Bebauungspläne, die Befestigung der Straßen, die Reinigung der Straßenflächen und die Beseitigung des Kehrrechts, die Wasserversorgung der Städte, die Entwässerungsanlagen der Städte und die Reinigung und Beseitigung städtischer Abwässer. Bearbeitet von A. Reich, Baugewerkschul-Direktor. Mit 386 Textabbildungen und 5 Tafeln.

Bd. IV.

Der Eisenbahnbau I. Teil.

Umfassend die Geschichte der Eisenbahn, die amtlichen Vorschriften, das Aufsuchen einer Eisenbahnlinie, die Vorarbeiten, den Unterbau, den Schutz der Eisenbahnen gegen Wasser, Frost, Feuer und Schnee, die Wegübergänge in Schienenhöhe, den Oberbau, insbesondere der preuß. Staatsbahn, die Weichen, Drehscheiben und Schiebebühnen, die Betriebsmittel, die Signalordnung, den Eisenbahnbetrieb, die Unterhaltung des Oberbaues. Bearbeitet von K. Strohmeier, Ingenieur und Oberlehrer an der Kgl. Baugewerkschule zu Kattowitz (O.-S.). Mit 312 Textabbildungen und 8 Tafeln.

Bd. V.

Der Eisenbahnbau II. Teil.

Umfassend die Bahnhofsanlagen, die Bahnhofshochbauten, Einrichtungen, welche sonst noch für Bahnhöfe in Betracht kommen, Auszüge aus den amtlichen Vorschriften über Bahnhofsanlagen und Bahnhofshochbauten, Beleuchtung der Bahnhöfe, Züge und Strecken, das Wichtigste aus dem Magnetismus, Grundzüge der Elektrizitätslehre, die elektrischen Läutewerke, die Bahntelegraphie. Bearbeitet von K. Strohmeier, Ingenieur und Oberlehrer an der Kgl. Baugewerkschule zu Buxtehude. Mit 380 Textabbildungen und 2 Tafeln.

Bd. VI.

Der Eisenbahnbau III. Teil.

Umfassend das gesamte Sicherungswesen, bestehend aus: den mechanischen Stellwerken mit dem Kurbel- und Hebelwerk, den Leitungen und den an den Signalen und Weichen befindlichen örtlichen Einrichtungen, den elektrischen Kraftstellwerken, den Druckluftstellwerken, den Stellwerksentwürfen, dem Blockwesen, sowie den amtlichen Vorschriften für die einzelnen Gebiete. Bearbeitet von K. Strohmeier, Ingenieur und Oberlehrer an der Königl. Baugewerkschule zu Buxtehude. Mit 261 Textabbildungen und 37 Tafeln.

Handbuch des Bauingenieurs.

Bd. VII. Der Eisenbahnbau IV. Teil.

Umfassend die Neben-, Lokal-, Klein- und Straßenbahnen; die elektrischen Bahnen einschl. Akkumulatorenwagen; die Schwebebahnen; die Zahnradbahnen; die Seilbahnen; die Kabelbahnen; die Heißdampfmotorwagen; die Einschienenbahn; die Drahtseil- und Hängebahnen; die Feld-, Forst-, Industrie- usw. Bahnen; die Fuhrwerksgleise; die amtlichen Vorschriften und technischen Vereinbarungen, die einzelnen Bahngattungen betreffend. Bearbeitet von K. Strohmeier, Ingenieur und Oberlehrer an der Baugewerkschule zu Buxtehude. Mit 388 Textabbildungen und 26 Tafeln.

Bd. VIII. Die Bodenmelioration I. Teil.

Umfassend den Boden, die Bodenbearbeitung, die Düngung des Bodens, die landwirtschaftlichen Nutzpflanzen, die Hydrostatik, die Hydrodynamik, das Wasser, die Wassermengen in natürlichen und künstlichen Flußläufen, die Durchflußmengen bei Wehren, Schleusen, Durchlässen, Brücken, die Berechnung der Rückstauweite, den zweckmäßigsten Querschnitt eines Wasserlaufes, die zulässige Geschwindigkeit des fließenden Wassers, die Schutzvorrichtungen gegen die Einwirkung des fließenden Wassers, die Beschaffung der Vorflut, das Grundsteuerkataster nebst einem Anhang. Bearbeitet von Georg Schewior, Königl. Landmesser und Kulturingenieur zu Münster i. W. Mit 342 Textabbildungen, 4 Tafeln und zahlreichen Tabellen.

Bd. IX. Die Bodenmelioration II. Teil.

Umfassend die Bodenentwässerung durch Anpflanzung, durch Kolmation, durch holländische Drainage, durch Gräben und durch unterirdische Drains; Durchlässe und Brücken; Ueberleitungen; Dücker; feste Wehre; bewegliche Wehre; Berechnung der Holzschützen; Berechnung der Kraft zum Aufziehen lotrecht stehender Schützen nebst einem Anhang. Bearbeitet von Georg Schewior, Königl. Landmesser und Kulturingenieur zu Münster i. W. Mit 271 Textabbildungen, 27 Tafeln und zahlreichen Tabellen.

Bd. X. Die Bodenmelioration III. Teil.

Umfassend den Grundbau; die Moorkultur; die Ackerbewässerung; die landwirtschaftliche Verwertung des städtischen Kanalwassers; die Wiesenbewässerung; die Urbarmachung; die technische Bearbeitung von Meliorationsplänen; staatliche Förderung der Meliorationen in Preußen, das Wasserrecht nebst einem Anhang. Bearbeitet von Georg Schewior, Königl. Landmesser und Kulturingenieur zu Münster i. W. Mit 303 Textabbildungen, 15 Tafeln und zahlreichen Tabellen.

Bd. XI. Das Feldmessen I. Teil.

Umfassend die Maßeinheiten; die Ausgangs- oder Projektionsfläche; örtliche Bezeichnung und Sichtbarmachung der Messungspunkte; die Lagemessung; Herstellung der Lagepläne; das Vervielfältigen, Vergrößern und Verkleinern von Lageplänen; Karten und Bücher des Grundsteuerkatasters, sowie Karten der Landesaufnahme; die Flächenberechnung; Grenzbegradigung u. Flächenteilung u. einem Anhang. Bearbeitet von Georg Schewior, Regierungs-Landmesser u. Lektor an der Westfäl. Wilhelms-Universität zu Münster i. W. Mit 331 Textabbildungen, 10 Tafeln und zahlreichen Tabellen.

Bd. XII. Das Feldmessen II. Teil.

Umfassend die Höheneinwägung; das Schnellmessen; die Höhenbestimmung mittels Luftdruckmesser; die Wassermessungen; Absteckarbeiten und Schlußvermessung; Anhang. Bearbeitet von Georg Schewior, Regierungs-Landmesser und Lektor an der Westfäl. Wilhelms-Universität in Münster i. W. Mit 430 Textabbildungen, 10 Tafeln und zahlreichen Tabellen.

Jeder Band kostet Geh. 6 Mark. Gebd. 7 Mark 50 Pfg. und ist einzeln käuflich.
Bd. XII., Das Feldmessen II. Teil, kostet Geh. 9 Mark. Gebd. 10 Mark 50 Pfg.

Druck von Straubing & Müller, Weimar.





03M36218



P
03

Handbuch des Bauingenieurs 12

M
36218