



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Das Feldmessen**

**Schewior, Georg**

**Leipzig, 1917**

B. Die Höhen-Einwägung

---

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

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

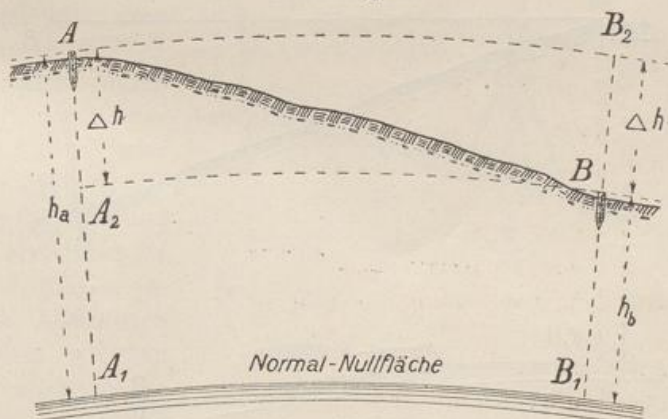
Die Darstellung der Lage- und Höhenaufnahmen im „Lage- und Höhenplan“, für die das oben genannte „Schnellmeß-Verfahren“ als „vereinigte Lage- und Höhenmessung“ von hervorragender Bedeutung ist, bildet in der Regel die Grundlage und den Nachweis von Veränderungen an der Bodenoberfläche, wobei gewisse 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  $\Delta h$  von Punkt B nach A.

\*\*\*)  $h_b - h_a$  = Höhenunterschied  $\Delta h$  von Punkt A nach B.



Die Höhenunterschiede  $\Delta h$  in Gl. 1) und 2) sind der Größe nach gleich, sie unterscheiden sich nur in dem Vorzeichen, indem von B aus gesehen der Höhenunterschied  $\Delta h$  das Vorzeichen  $+$  hat, d. h. in Worten ein „Steigen“ des Geländes anzeigt, während von A aus der Höhenunterschied  $\Delta h$  mit dem Vorzeichen  $-$  ein „Fallen“ des Geländes angibt.

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

$$h_b - h_a = -\Delta h$$

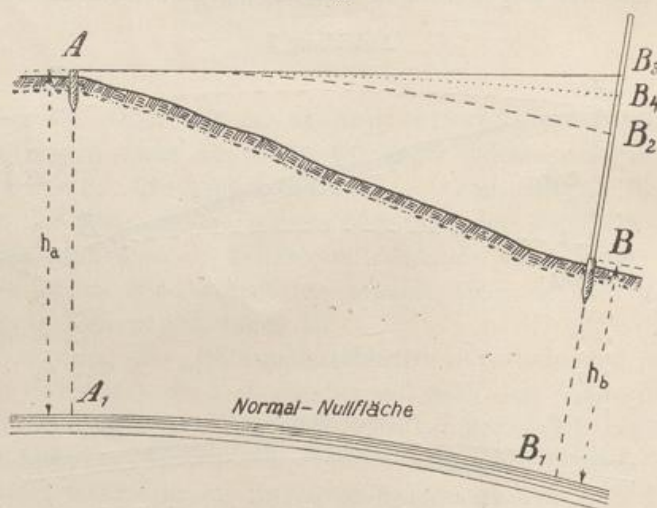
sofort gegeben. Wäre ferner der Bodenpunkt A seiner „Höhe“ über N.N. als  $h_a$  bekannt, so ließe sich auch die „Höhe“ des Punktes B über N.N. nach Gl. 1) oder Gl. 2) zu

$$h_b = h_a - \Delta h$$

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 Änderung 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 Erdhalbmesser, 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.

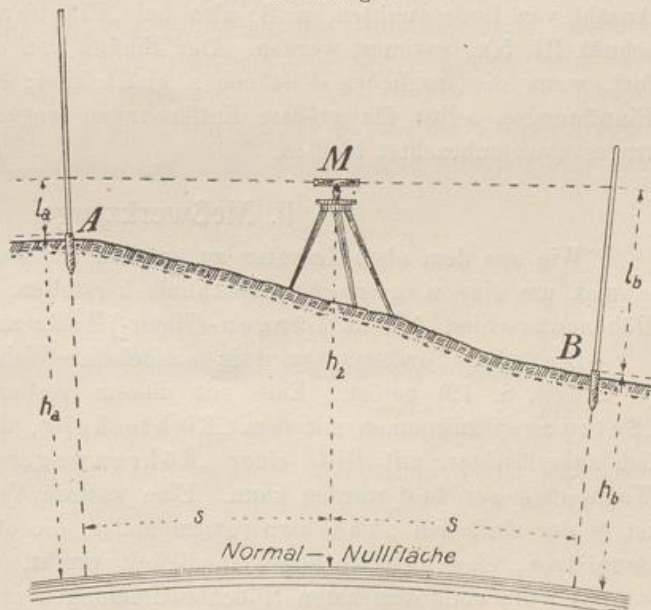
Zur Kenntnis des Höhenunterschiedes gelangt man auch auf einem anderen Wege. Dieser ist bei guten und feinsten Höhenmessungen üblich und bietet den großen Vorteil, daß der Einfluß von  $c$  und auch gewisse verbleibende Fehler der benutzten Meßwerkzeuge durch das hier einzuschlagende Messungsverfahren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

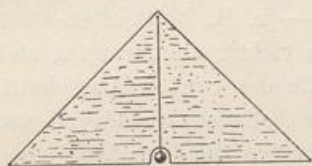
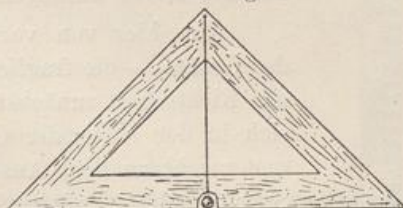


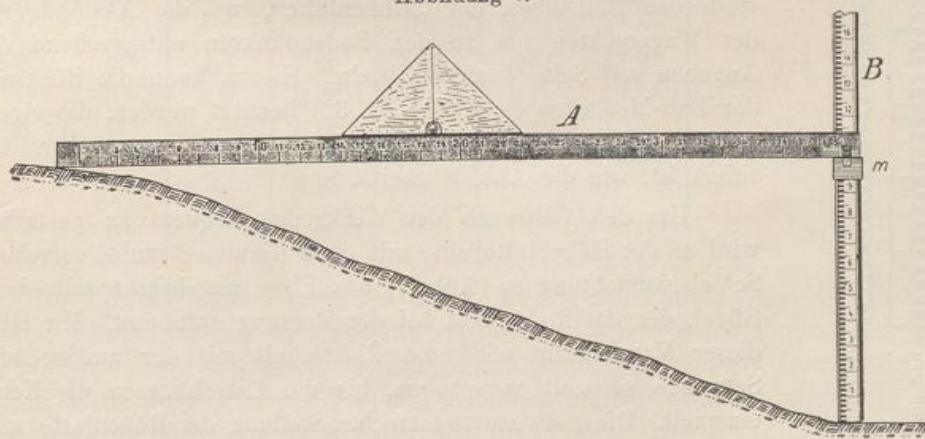
Abbildung 6.



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.

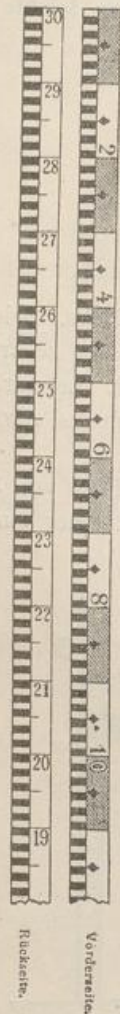
Hierzu wird zunächst das Richtscheit auf einen ebenen Fußboden oder auf ein glattes Brett gelegt, sodann entlang der Kante, die der Teilung gegenüber-



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.

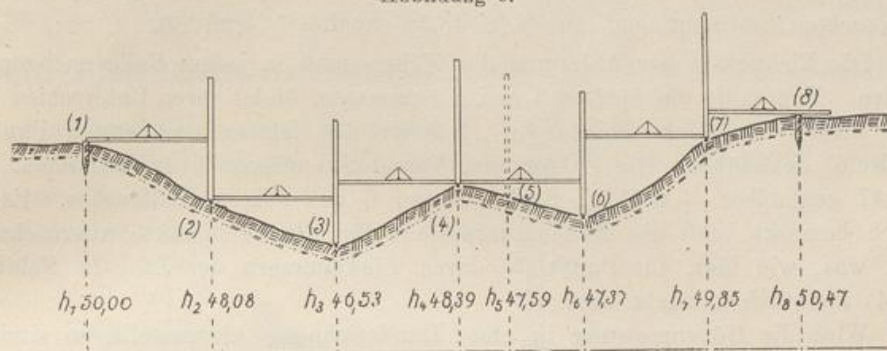
Um den Gebrauch der Werkzeuge bequem zu gestalten, wird an der Höhenlatte eine mit einer Klemmschraube versehene Schiebevorrichtung m (Abb. 7) aus Eisen angebracht mit einem Bügel, der das Richtscheit bei der Messung aufnimmt. Mit Hilfe dieser Vorrichtung wird das Richtscheit mit der aufliegenden Setzwage 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.<br>der Punkte | Länge<br>m | Das Gelände        |                   | Des Punktes |                 | Bemerkungen                                                                                      |
|-------------------|------------|--------------------|-------------------|-------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   |            | steigt<br>(+)<br>m | fällt<br>(-)<br>m | Nr.         | Höhe<br>in<br>m |                                                                                                  |
| 1                 | 2          | 3                  | 4                 | 5           | 6               | 7                                                                                                |
| (1)               | (2)        | 4,0                | .                 | (1)         | 50,00           | Die Höhen-Ausgangs-<br>fläche liegt 50,00 m<br>unter Punkt (1), siehe<br>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           |                                                                                                  |
| (6)               | (8)        | 4,0                | 2,48              | (7)         | 49,85           |                                                                                                  |
| (7)               |            | 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.

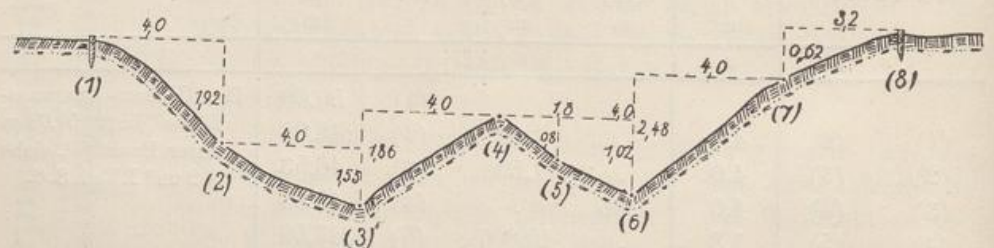


Die „Höhen“ der Bodenpunkte werden in Spalte 6 abgeleitet. Für (1) ist die Höhe zu  $h_1 = 50,00$  m gegeben (Abbil. 9). Punkt (2) wird durch Abzug von 1,92 zu  $h_2 = 50,00 - 1,92 = 48,08$  m, Punkt (3) zu  $h_3 = 48,08 - 1,55 = 46,53$  m usw. gewonnen. Die Höhenpunkte (5) und (6) werden, da sie von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

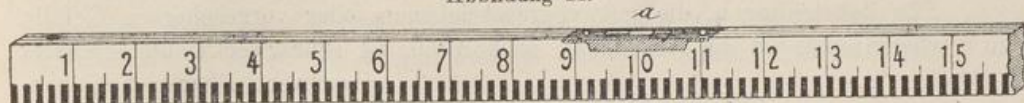
Das Arbeiten mit Setzwage und Richtscheit ist, wie man dem Vorstehenden entnehmen kann, ziemlich mühsam. Der Vorgang wiederholt sich je nach der Länge des Richtscheites weitestens alle 3 oder 4 m, auch dann, wenn die Bodengestaltung die Aufnahme der vielen Punkte gar nicht erfordert. Man benutzt dieses 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-



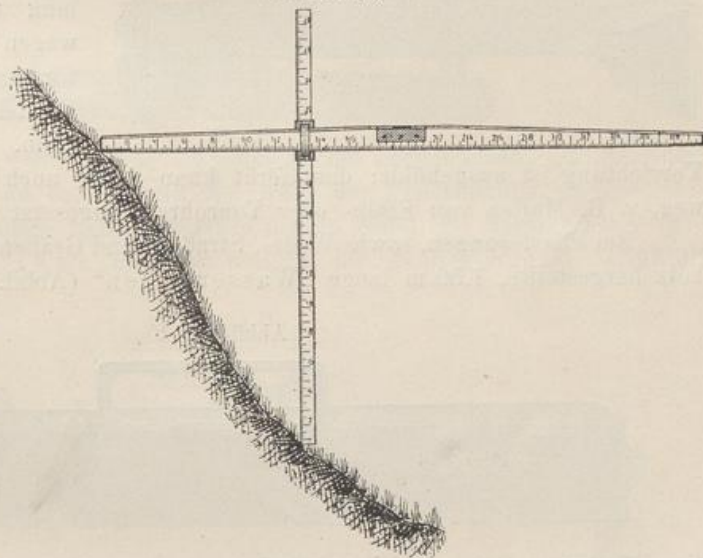
bracht sind, einstellt, liegt das Richtscheit wagerecht. Eine vollständige, mit einer Röhrenwage versehene Ausrüstung, ein „Setzbesteck“, zeigt die Abbil. 12.

Abbildung 11.



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

Abbildung 12.



durch Kenntlichmachung (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.

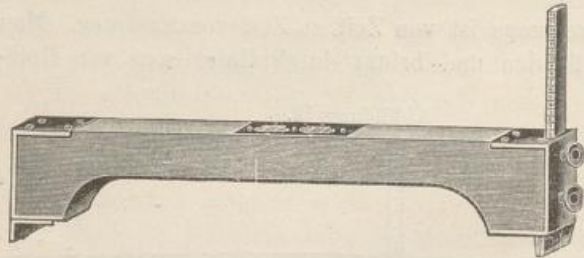
c) Die „Röhrenwagen“ werden auch anderweitig mit bestem Erfolge verwendet, so z. B. beim Einwägen von Balken und Trägern in Mauern, bei Rohr-



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.

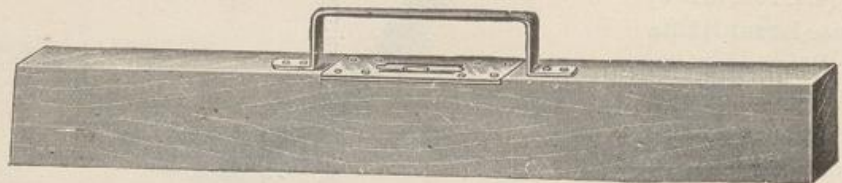


eines verstellbaren Schiebers kann an einer Zentimeter-teilung jedes beliebige Gefälle sofort eingestellt werden. Die „Gefällwage“ ist 100 cm lang und mit zwei Röhrenwagen ausgestattet, so daß sie für wagerechte und lotrechte Einstellungen benutzt werden kann. Die untere Seite der

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.

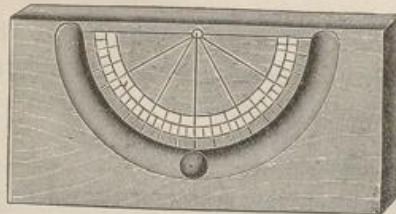


Abbildung 17.



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

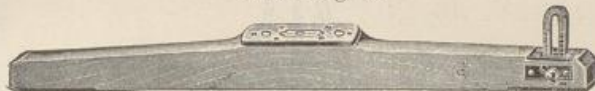


versehen sind und zum Verlegen von Schwellen, Schienen usw. dienen. Eine „Gleiswasserwage“ aus Holz von 175 cm Länge, mit 20 cm langer Eisensohle an den Enden zeigt die Abbil. 18. Eine andere Anordnung ist die Gleiswage nach Abbil. 19, die gleichzeitig für die Feststellung der „Ueberhöhung“ (s. Abschnitt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

Abbildung 18.



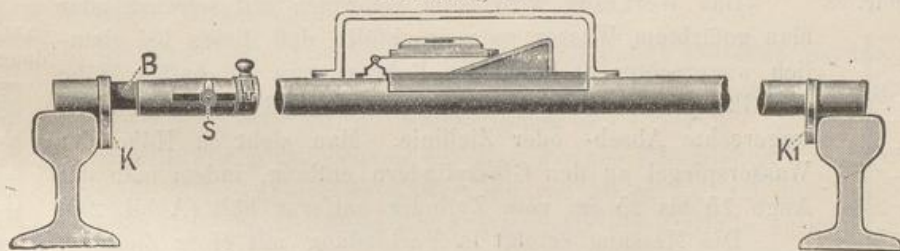
Abbildung 19.



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 K<sub>1</sub> sind zwei winkelig angebrachte Anschläge, die durch eine Spiralfeder im Schieber B gegen die Innenseiten der Schienen gepreßt werden.

## 2. Kanal- und Schlauchwage.

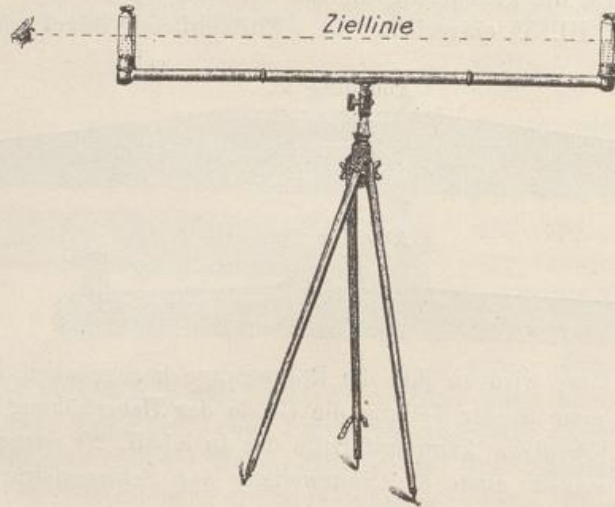
a) Die Einrichtung der „Kanalwage“ beruht auf dem Naturgesetze, daß Flüssigkeiten in Gefäßen, die unterhalb des Flüssigkeitsspiegels miteinander verbunden sind, sich gleich hoch stellen. Hierzu wird ein 1,0 bis 1,2 m langes, 2 bis 3 cm weites Weißblech- oder Messingrohr verwendet, auf dessen kurz aufgebogene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

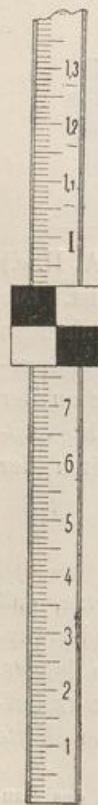


unter dem Metallrohr ist eine konisch zulaufende Hülse angebracht, um das Ganze auf ein dreibeiniges Gestell zu setzen.

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.



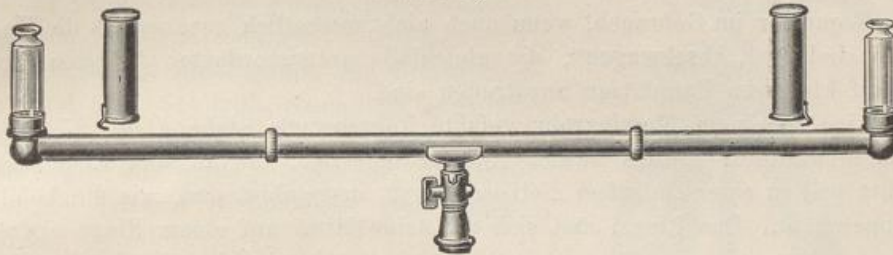


daß der auf Seite 5 genannte Abstand  $s$  zweckmäßig das Maß von 20 m nicht überschreiten soll.

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.

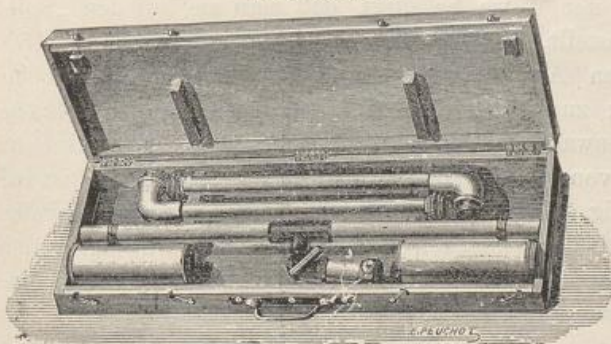
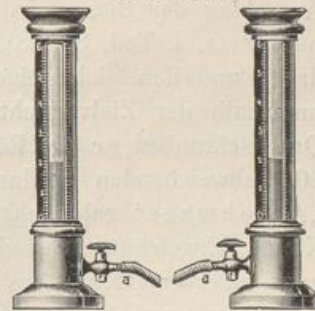


Abbildung 26.



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-



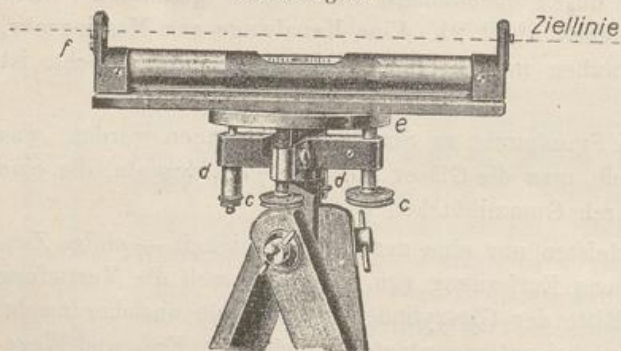
Teilung versehen sind. Die Verbindung der beiden Messingrohre wird durch einen 20 bis 25 m langen Gummischlauch (aa der Abbildung) erhalten. Die Aufstellungsorte der Schlauchgläser liegen in derselben Höhe, wenn das Wasser in ihnen an der Teilung gleich hoch steht. Die Schlauchwagen haben sich bei der 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 Kanalwage, 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.

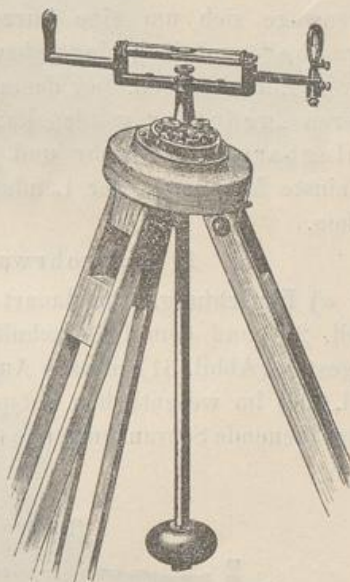
Eine einfache Absehwage sei noch in Abbil. 28 gezeigt. Durch ein starres Lot mit schwerem Gewicht wird die Zielvorrichtung bei jeder Stellung des Dreigestells selbsttätig in die Wagerechte gerichtet. Die Röhrenwage dient zur Nachprüfung der wagerechten Lage. Für kleine Bauplätze und bei Erdarbeiten ist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





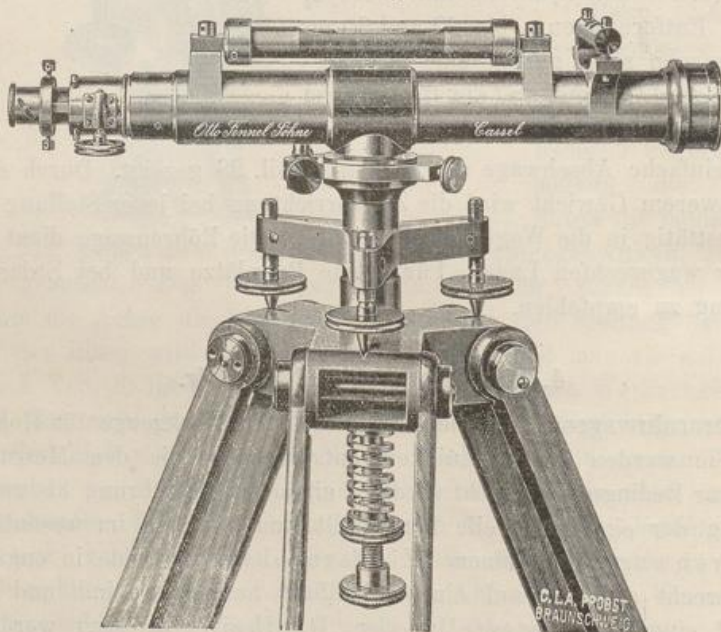
## a) Die Fernrohrwagen.

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 „Kippschraube“ 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.



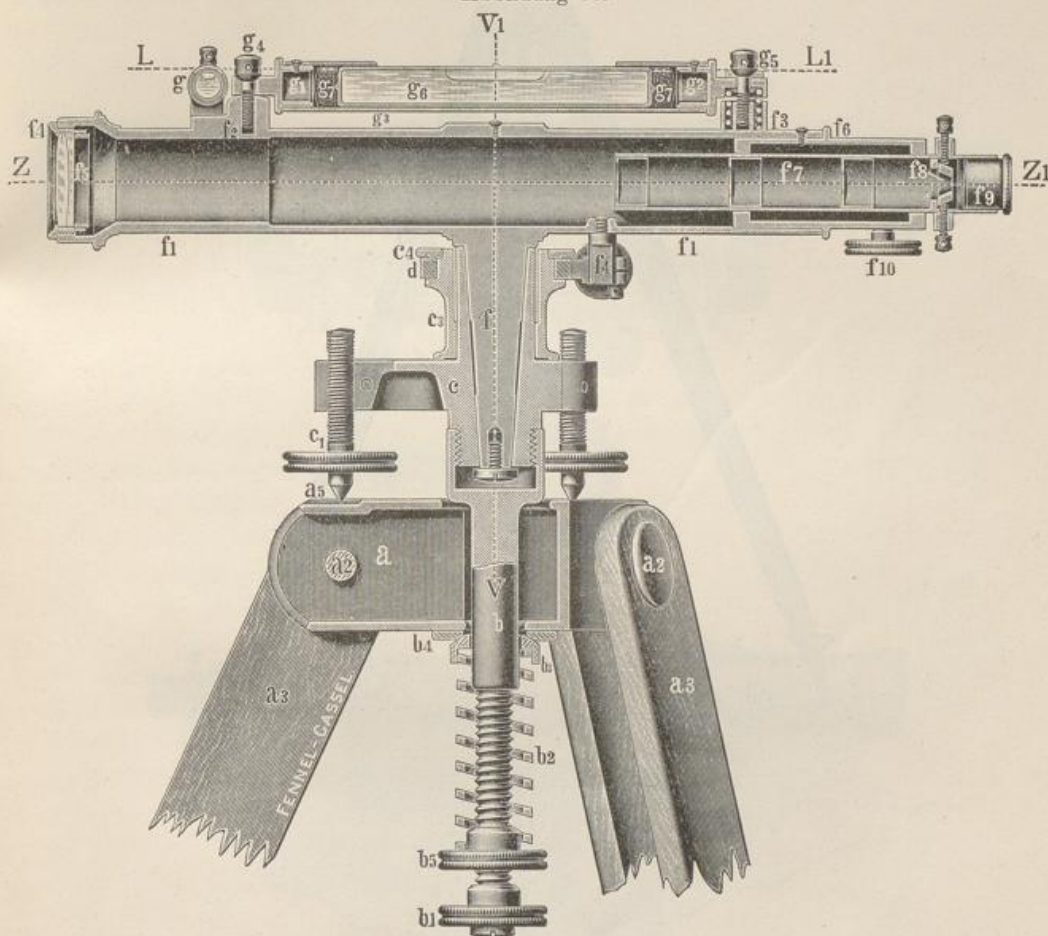
Auf der Oberfläche des Dreigestell-Kopfes sind drei nach unten spitz zulaufende Rillen eingearbeitet (Abbil. 30), in die die Fernrohrwage mit den Spitzen der Dreifuß-Stellschrauben eingesetzt wird (Abbil. 29). Das Meßwerkzeug wird

\*) 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 b<sub>2</sub>,

Abbildung 30.



die sich gegen die abgerundete Scheibe b<sub>3</sub> und gegen die weitere Scheibe b<sub>4</sub> stützt, gespannt. Die Verbindung von Dreibein und Fernrohrwage ist nicht starr, vielmehr ist es möglich, mittels der Stellschrauben c<sub>1</sub> den aufstehenden Höhenmesser nach Maßgabe der Röhrenwage einzustellen.

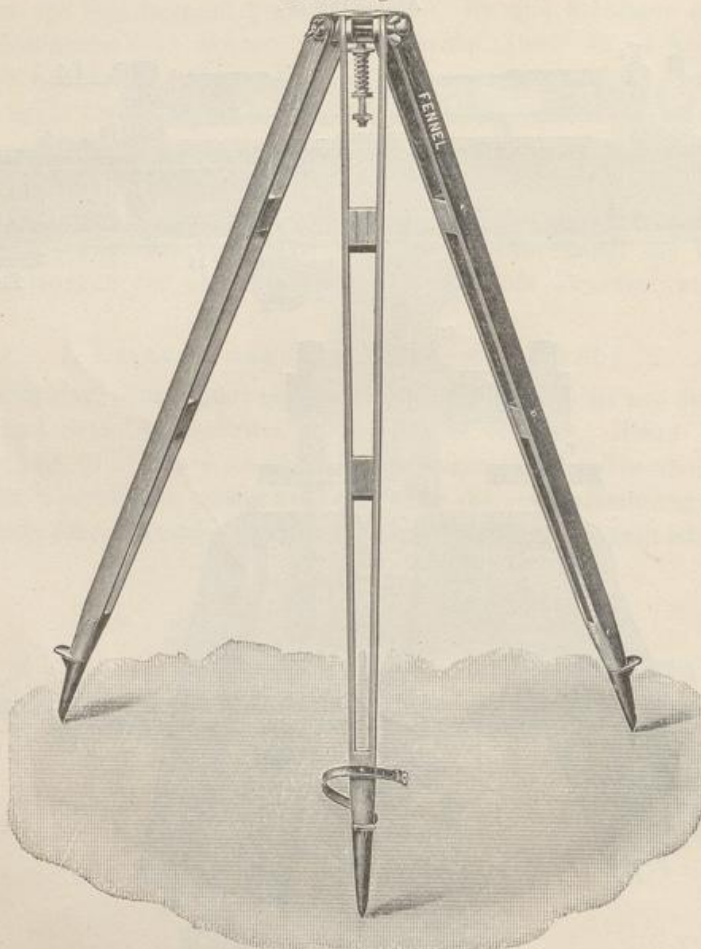
Die Buchse c des Dreifußes wird in ihrem oberen Teile von einem Mantelstück c<sub>3</sub> umschlossen; um letzteres ist ein Klemmring d gelegt, der durch eine darüberliegende Scheibe c<sub>4</sub> festgehalten wird. Das Mantelstück c<sub>3</sub> schließt nur unten dicht an die Dreifußbuchse an. Der obere Teil steht etwas ab, damit durch das Anziehen der Klemmschraube d<sub>1</sub> (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 d<sub>1</sub>, das Bremsklötzchen d<sub>2</sub>, das Federgehäuse d<sub>3</sub> mit dem Federstift d<sub>4</sub> und die Feinstellschraube d<sub>5</sub>. Letztere lehnt sich für die



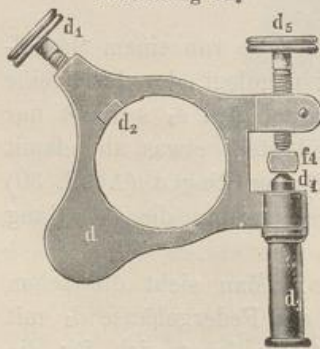
wagerechte Drehung gegen den auch in Abbil. 30 dargestellten Anschlagstift  $f_4$ , der in dem Fernrohre eingeschraubt ist.

Abbildung 31.



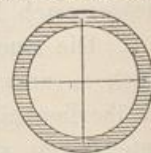
Der Fernrohrkörper  $f_1$  mit den Ansätzen  $f_2$  und  $f_3$  zur Befestigung der Röhrenwage  $g_6$  und die Drehachse  $f$  (Abbil. 30) werden in der Regel als einziges

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.





49

Abbildung 34.

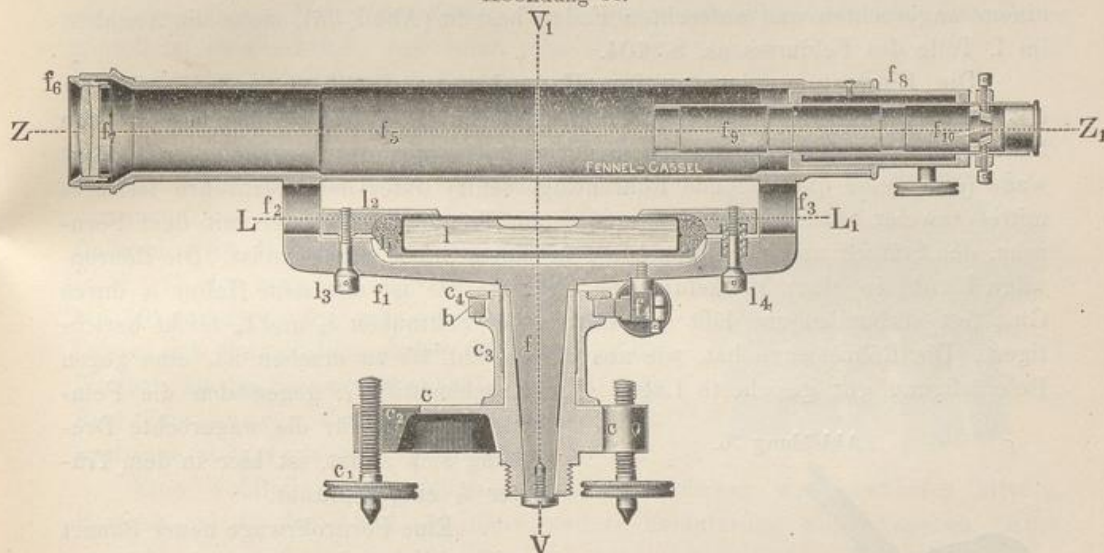
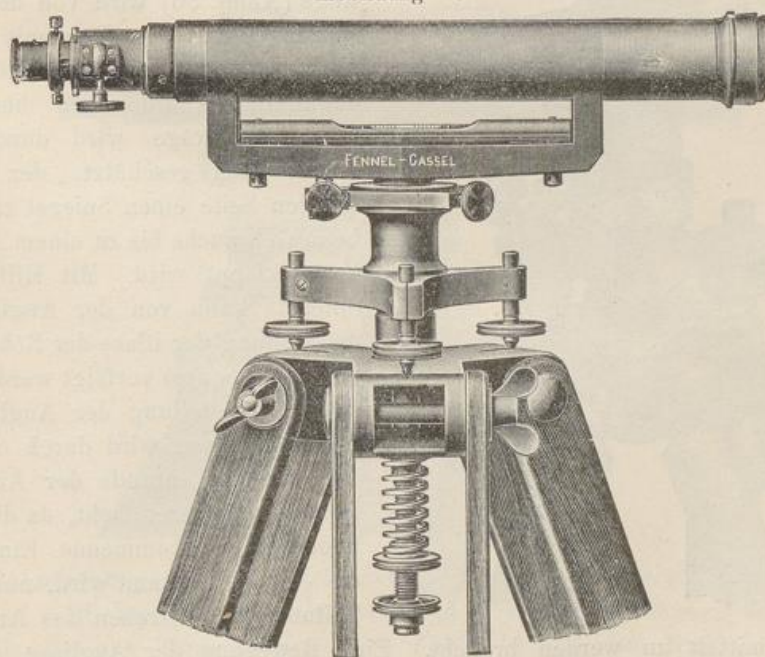


Abbildung 35.



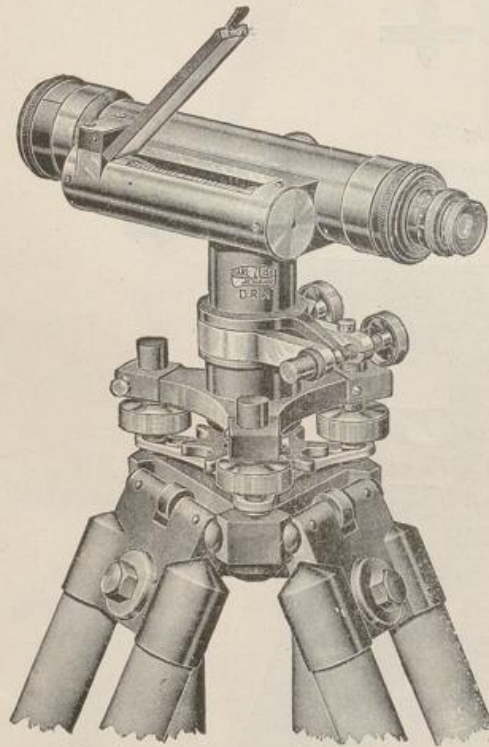
n



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-

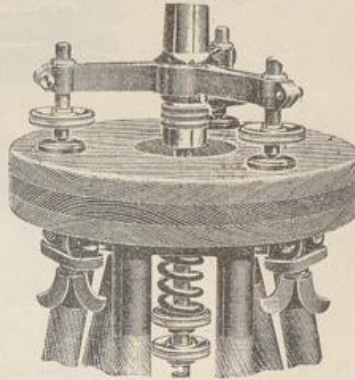
kopfes ermittelt zu werden braucht. Eine Bewegung der Auglinse mit dem Fadenkreuze entsprechend der Zielweite (s. S. 28) ist durch Einfügung einer weiteren Linse im Fernrohrkörper, der „Schaltlinse“ (C in Abbil. 65), vermieden. Durch Drehen einer seitlich in der Mitte des Fernrohrs (s. Abbil. 36 rechts)



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

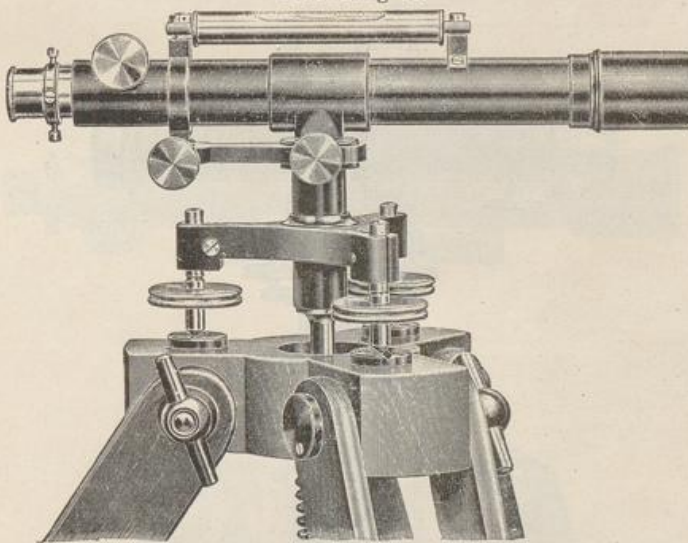
Die Befestigung auf dem Dreigestell erfolgt hier mit Hilfe einer Sternschraube, die mäßig angezogen wird, nachdem die Fernrohrwage einem kleinen sehr handlichen Kasten entnommen und mit den Spitzen der Dreifuß-Stellschrauben in die Nuten des Kopfes des Gestells gesetzt worden ist. Das Dreigestell ist 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. Rheinherztz, 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.



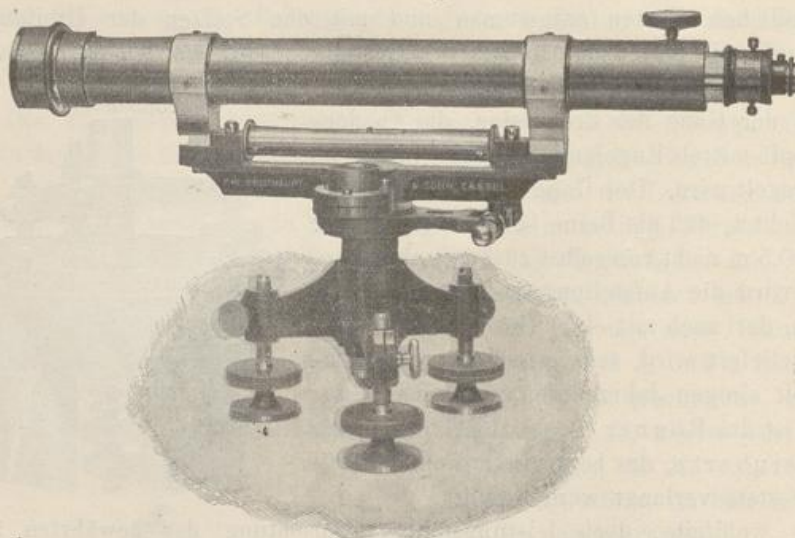
ähnliche Anordnung, jedoch mit tiefliegender, daher nach außen geschützter Röhrenwage und seitlicher Dosenwage ist weiter in Abbil. 39 zu sehen. Für Reisen ist auch die einfache Fernrohrwage nach Abbil. 40 mit dem Dreibein Abbil. 41 zu empfehlen.

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



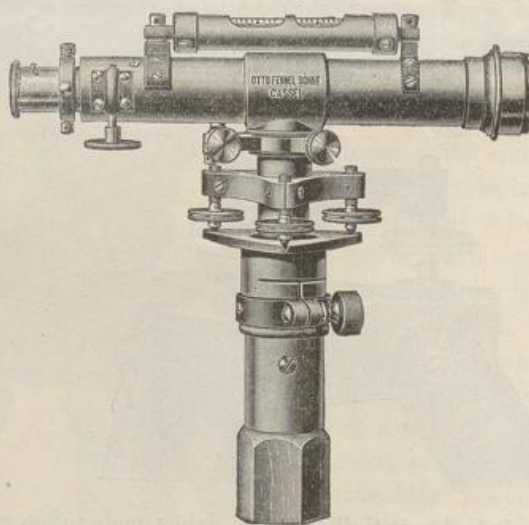
zu ganz mäßigen Preisen in großer Zahl angeboten. Die Abbildungen 42 und 43 zeigen derartige Einrichtungen. Hier fehlen oft Klemm- und Fein-

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.

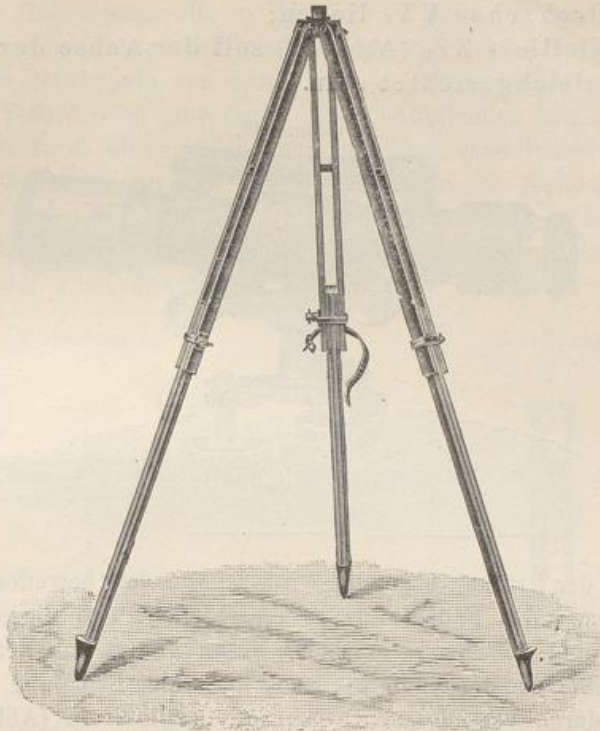
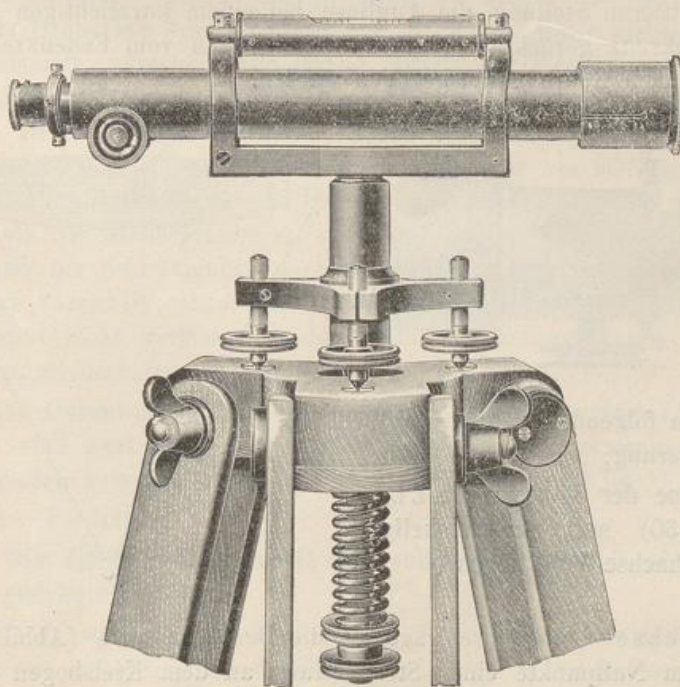


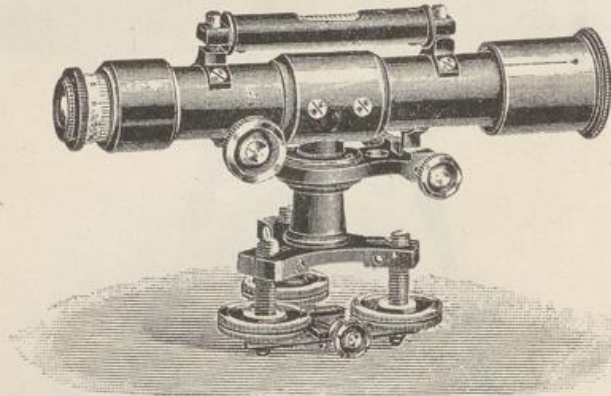
Abbildung 42.





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.

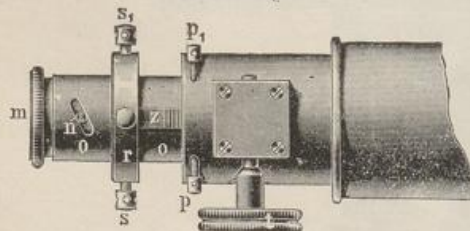
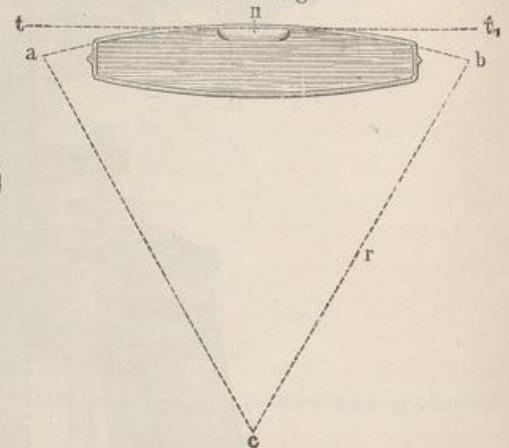


Abbildung 45.



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.

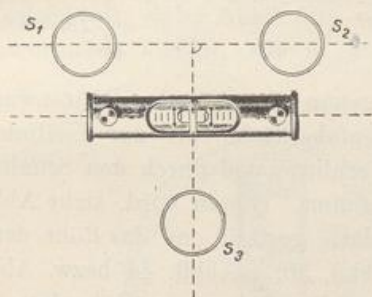
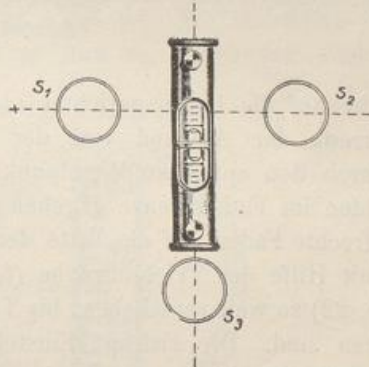


Abbildung 47.



wird das Fernrohr um  $180^\circ$  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  $90^\circ$  (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:

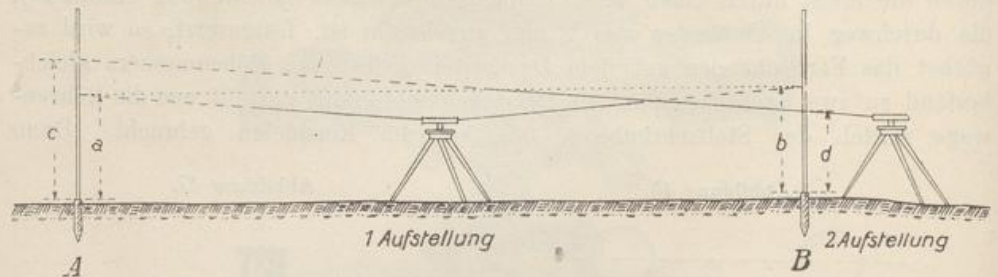
**2. Die Ziellinie  $ZZ_1$  (Abbil. 30) soll der Achse  $LL_1$  der Röhrenwage gleichgerichtet sein**

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



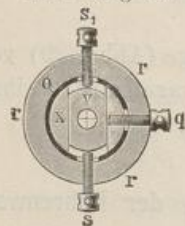
in den Boden geschlagen. In der Mitte zwischen den Pfählen wird die nach 1. bereits berichtigte Fernrohrwage aufgestellt, wobei eine der Dreifußstellschrauben in die Richtung der Ziellinie gebracht wird. Nun wird eine „Höhenlatte“ (s. S. 41) auf den Pfahl A lotrecht (Hilfsmittel hierzu s. S. 47) aufgestellt,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

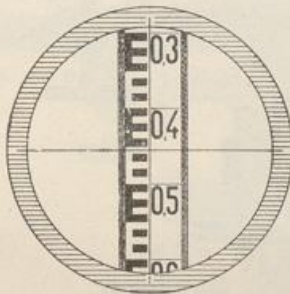
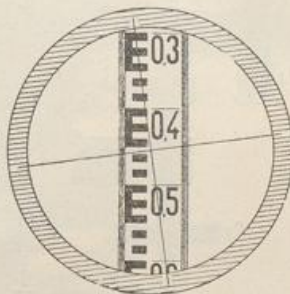


Abbildung 51.



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.

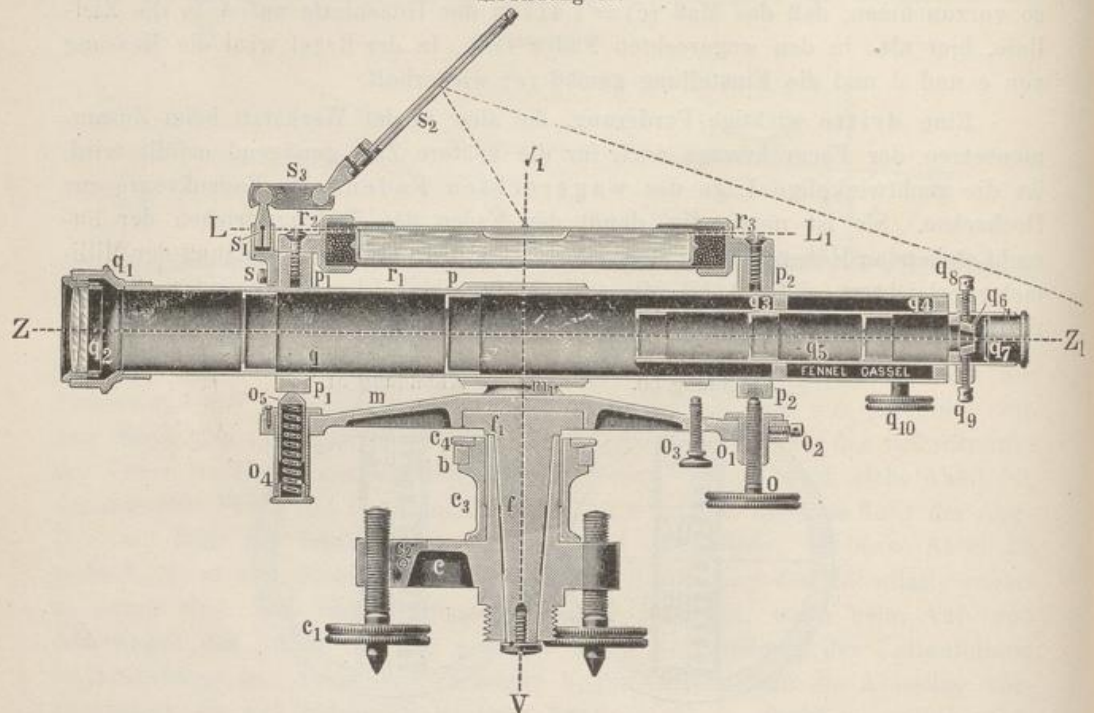
## 2. Fernrohrwagen mit kippbarem Fernrohr.

**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-

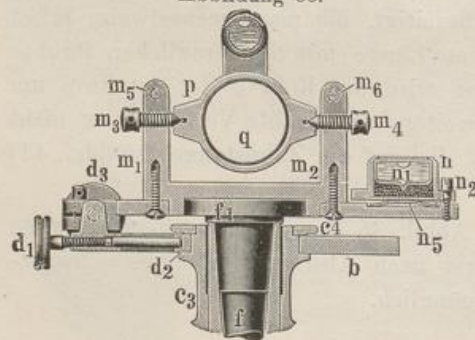
Abbildung 52.



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,

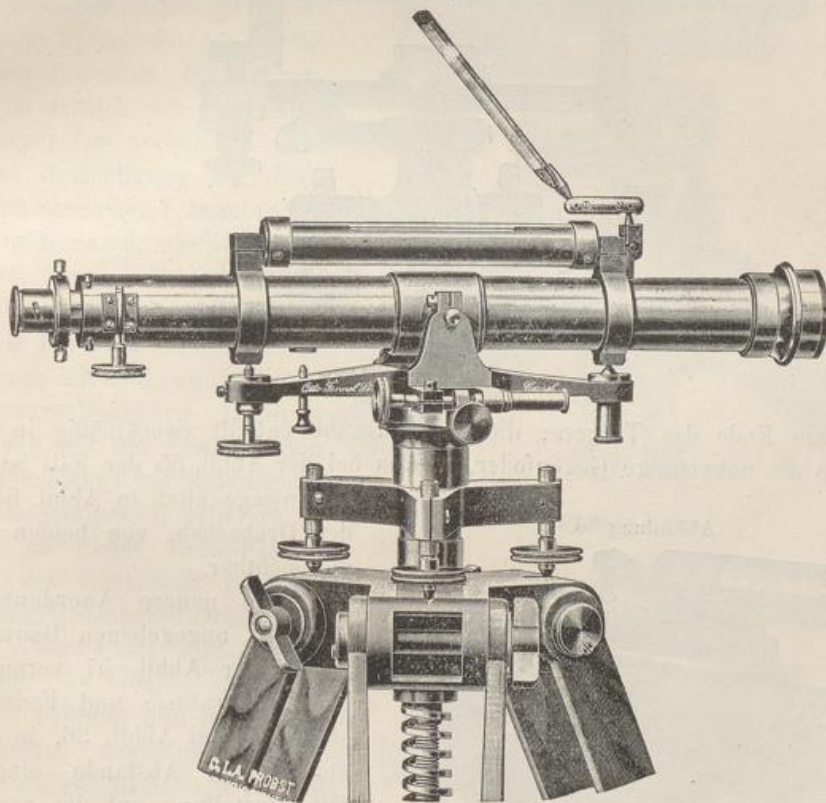
\*) Siehe: „Geodätische Instrumente“. Von Adolf Fennel. Heft I. Nivellier-Instrumente. Verlag von Konrad Wittwer, Stuttgart 1910.



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.

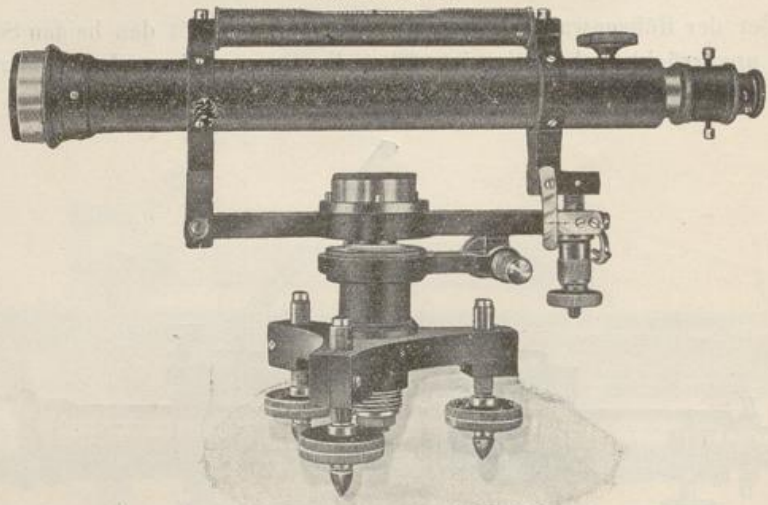
Mit Vorteil werden Instrumente dieser Art nur unter Verwendung eines Spiegels benutzt. Letzterer sitzt hier, s. Abbil. 52, in einem Ansatzstück  $s$ , das senkrecht und wagerecht durchbohrt ist, so daß sich der zylindrische Zapfen  $s_1$  des Spiegels entweder oben (Abbil. 52) oder von beiden Seiten (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



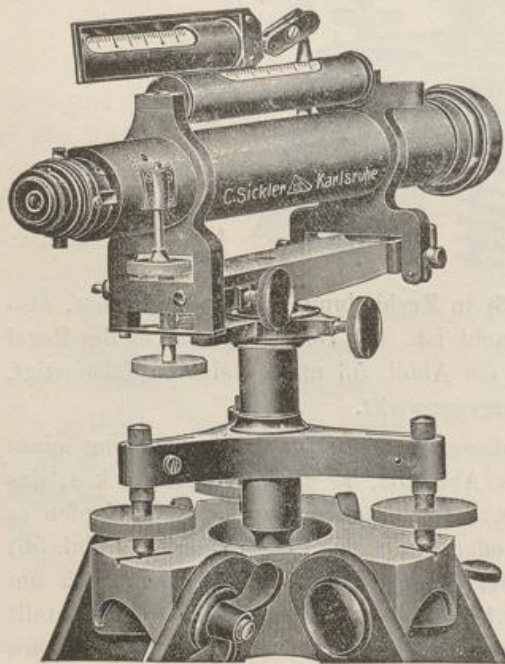
& Sohn in Cassel und die Abbil. 56 aus der Werkstatt C. Sickler in Karlsruhe in Baden. Die Kippung erfolgt in beiden Fällen um eine wagerechte

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.

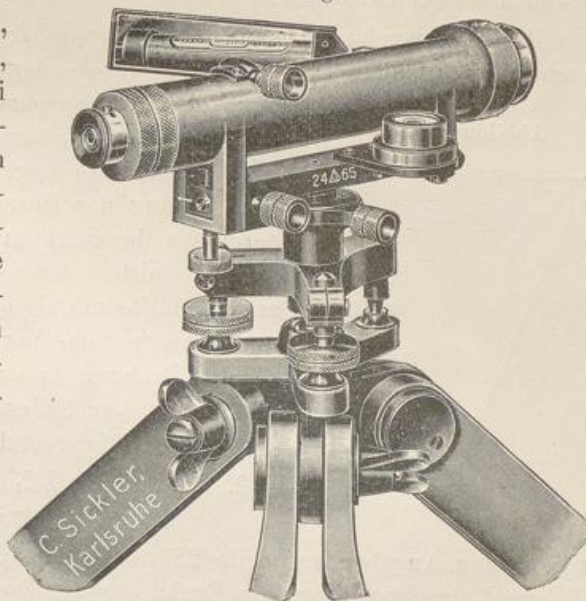
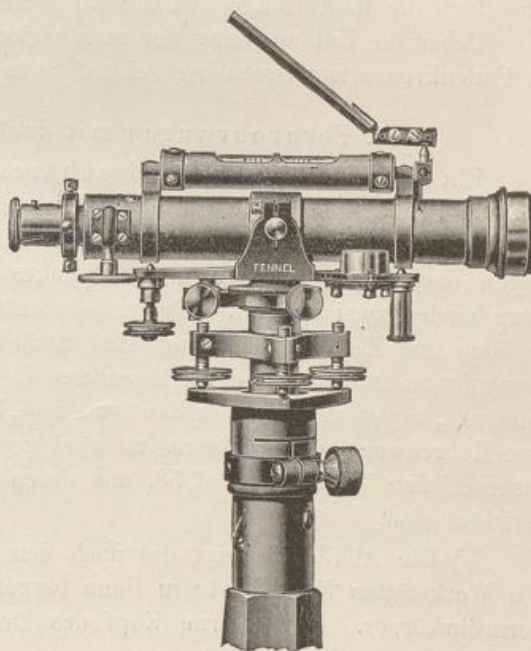


Abbildung 57a.

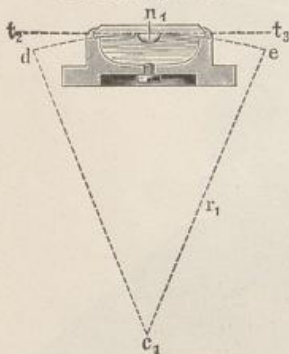




Unter „Berührungsebene“ wird die Ebene  $t_2 t_3$  (Abbil. 57b) verstanden, gelegt an die kugelförmig ausgeschliffene Innenseite des Deckglases der Dosenwage und zwar im Mittelpunkte der den „Spielpunkt“\*) kennzeichnenden Ringmarken auf dem Deckglase.

Die Untersuchung beginnt mit der scharfen Einstellung der Blase der Dosenwage auf den „Spielpunkt“ mittels der Dreifuß-Stellschrauben. Eine Drehung der Fernrohrwage um  $180^\circ$  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 wagerechter 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.



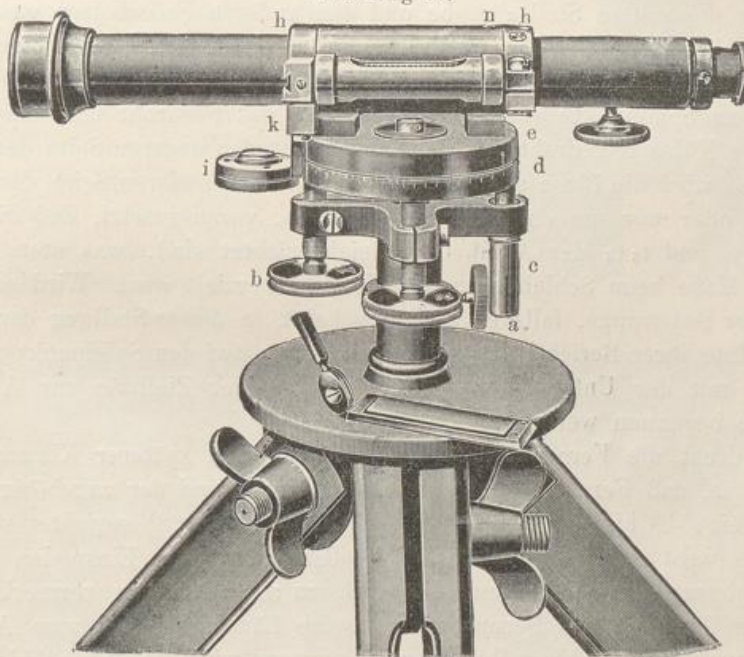
Zapfen, auf den die Fernrohrwage mittels einer Steckhülse aufgesetzt und durch eine Klemmschraube a festgehalten wird. Vier am oberen Ende der Steckhülse vorstehende Ansätze tragen zwei Stellschrauben b mit entgegenwirkenden Federbolzen c, die gegen einen Stellteller d drücken. Auf dem Teller ruht drehbar

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 ( $180^\circ$ ) 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  $180^\circ$  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“<sup>\*)</sup> (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-

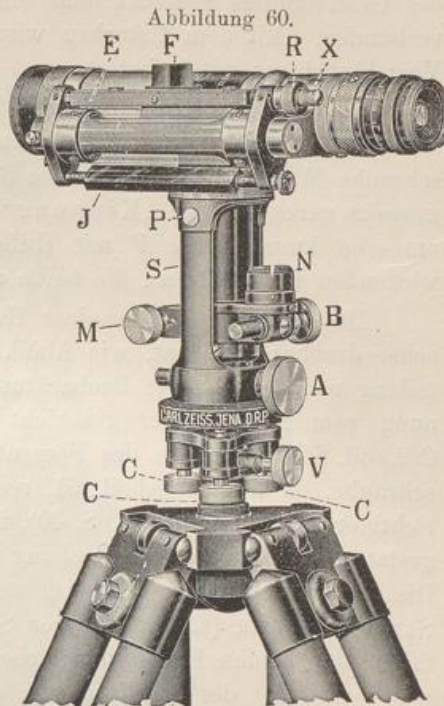
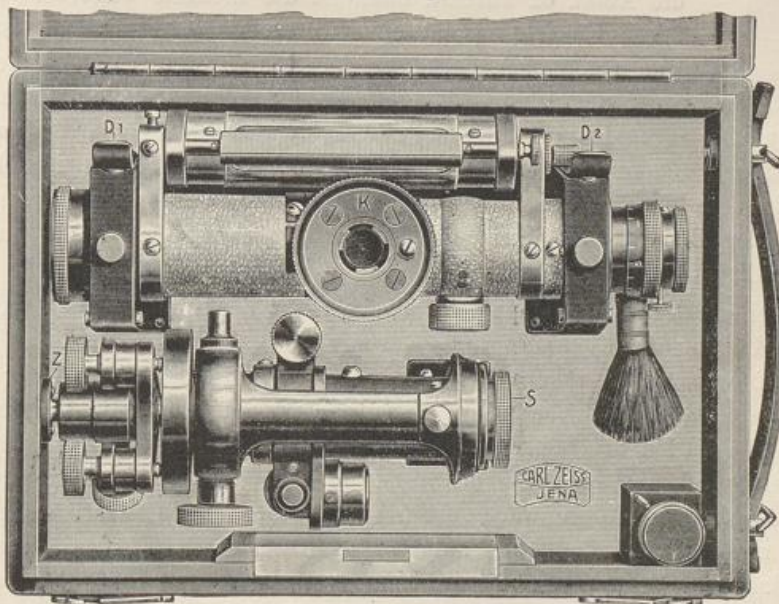


Abbildung 61.



<sup>\*)</sup> 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.

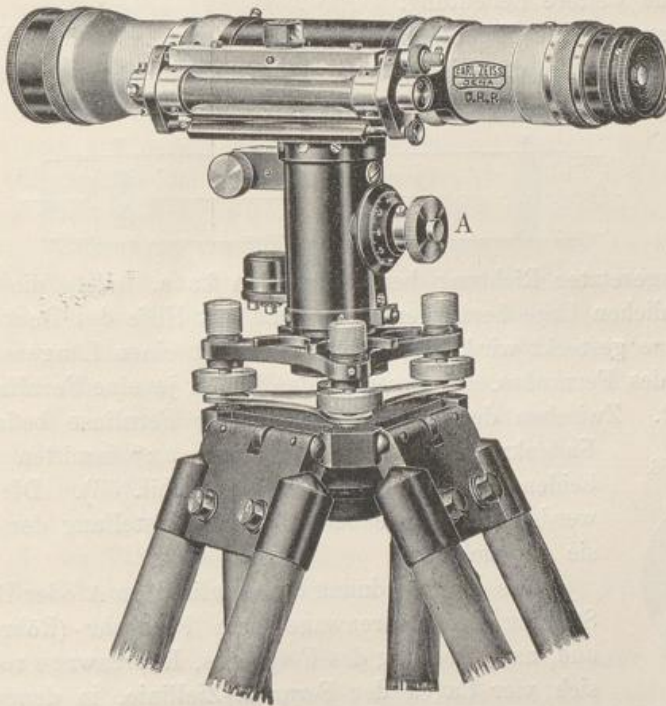
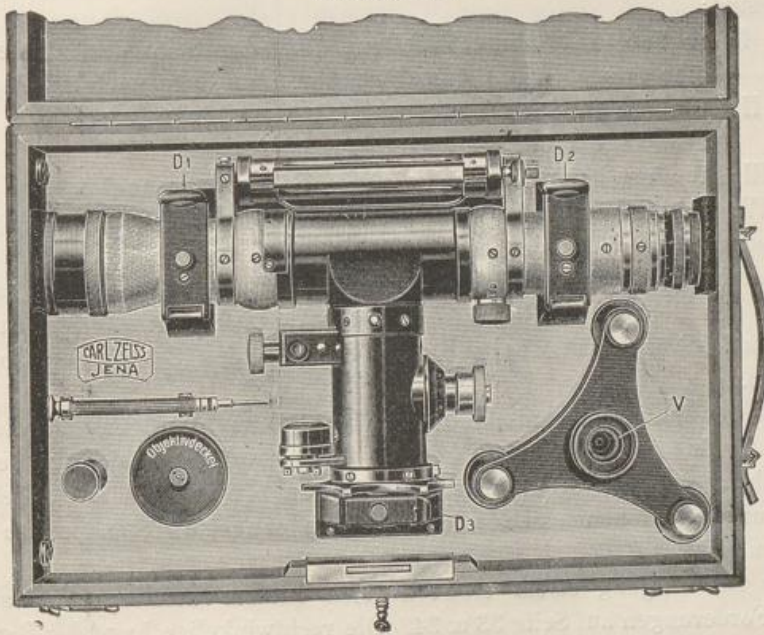


Abbildung 64.

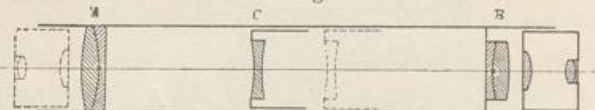




schriebenen nur in der Anordnung des Unterbaues ab. Wie aus den Abbild. 63 u. 64 zu ersehen ist, ruht der Oberbau auf dem üblichen Dreifuße, außerdem ist der Kipphebel in das Innere der Drehachse verlegt. Seine Bewegung erfolgt durch die Kippschraube A; eine mit ihr verbundene, mit Teilung versehene 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  $180^\circ$  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.

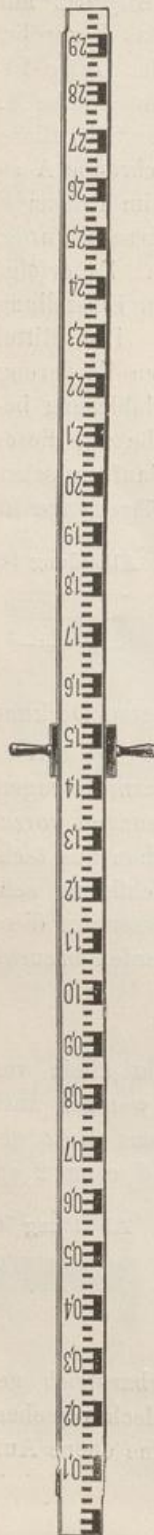
Abbildung 69. Abbildung 70.



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  $10^{\circ}$  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.

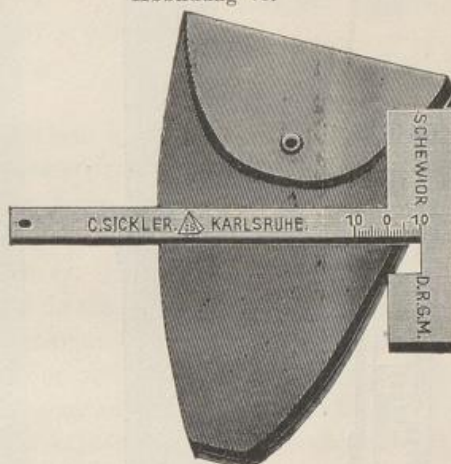
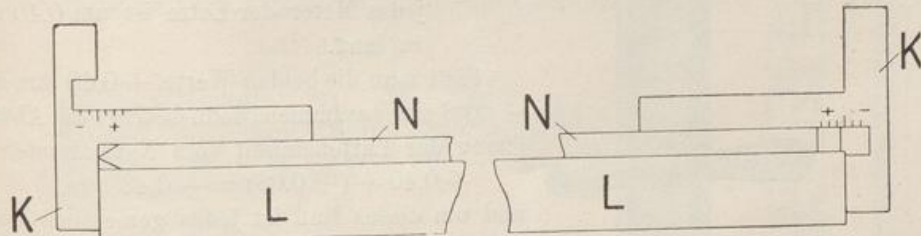


Abbildung 74.



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,



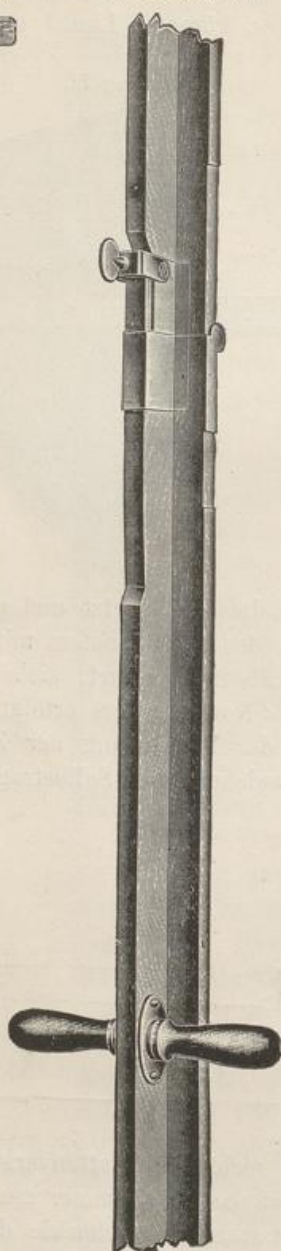
Abbil. 75.



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 Endschnitte des Normalmeters (hier 1,6 mm, s. Beispiel) vorab zum Abzug gebracht.



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

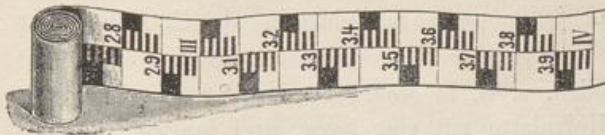
Hätte sich die Abweichung zu  $+0,40 + (-0,08)^* = +0,32 \text{ mm}$  ergeben, dann wäre

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

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  $11^{\circ} \text{ C}$ .



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.

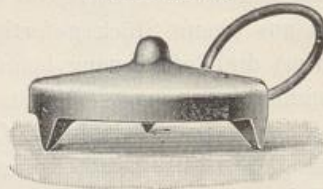


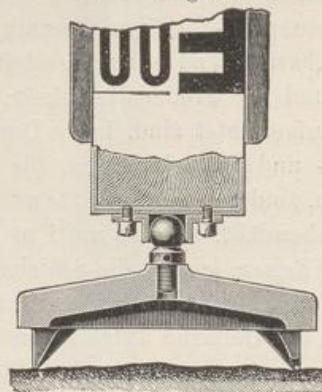
Abbildung 85.



Abbildung 82.



Abbildung 84.



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.

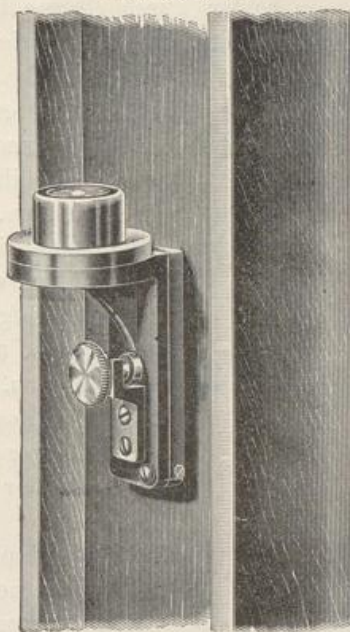
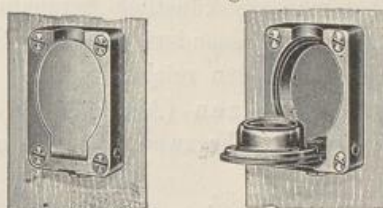


Abbildung 88.



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 „Zentraldirektoriums 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.



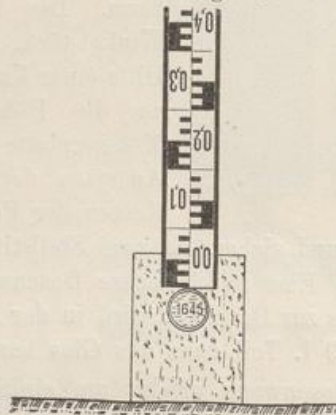
Abbildung 90.



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.

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.

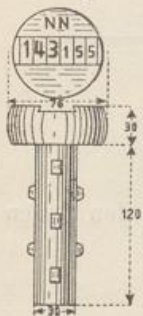


Abbildung 96.

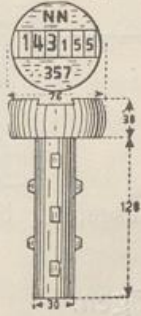


Abbildung 97.



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.



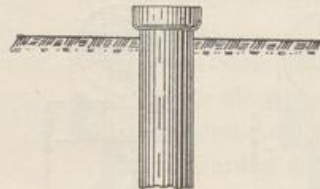
Marke bezeichneten Stelle aufhalten lassen und dabei lotrecht gestellt werden können. Wenn möglich, müssen die Latten nach allen Seiten, von denen eine Beobachtung in Betracht kommt, sichtbar sein. Insbesondere ist beim Einbau der Höhenbolzen in Gebäuden darauf zu achten, daß nicht breite Simse, Erker, 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.

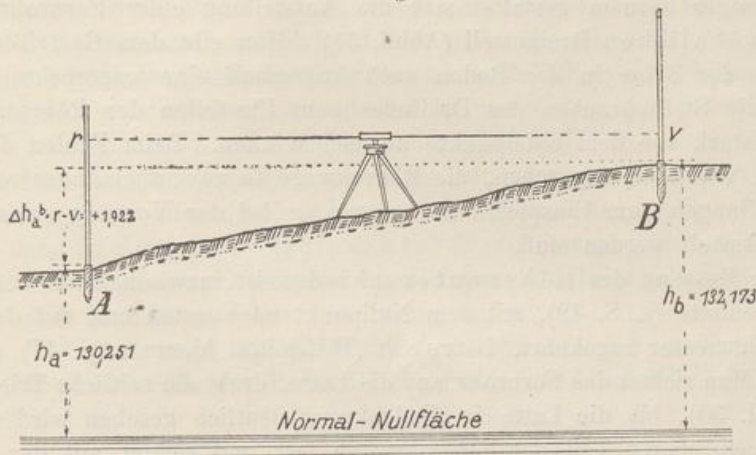
Die Fernrohrwage ist beim Feldgebrauch gegen Stöße oder Erschütterungen zu schützen, damit unbeabsichtigte Verbiegungen einzelner Teile oder Lockerungen von Schrauben vermieden werden. Auf der Reise von oder zum Wohnhause sollte das Werkzeug nicht ohne Not aus der Hand gegeben werden; die neueren Fernrohrwagen 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 vermarkt — 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 Dreießel, damit während der Messung die Ziellinie des Höhenmessers unverändert bleibt.

Die Aufstellung der Fernrohrwage, die mit dem Dreießel 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

\*)  $\Delta h_{a^b}$  = Höhenunterschied von Punkt A nach Punkt B.

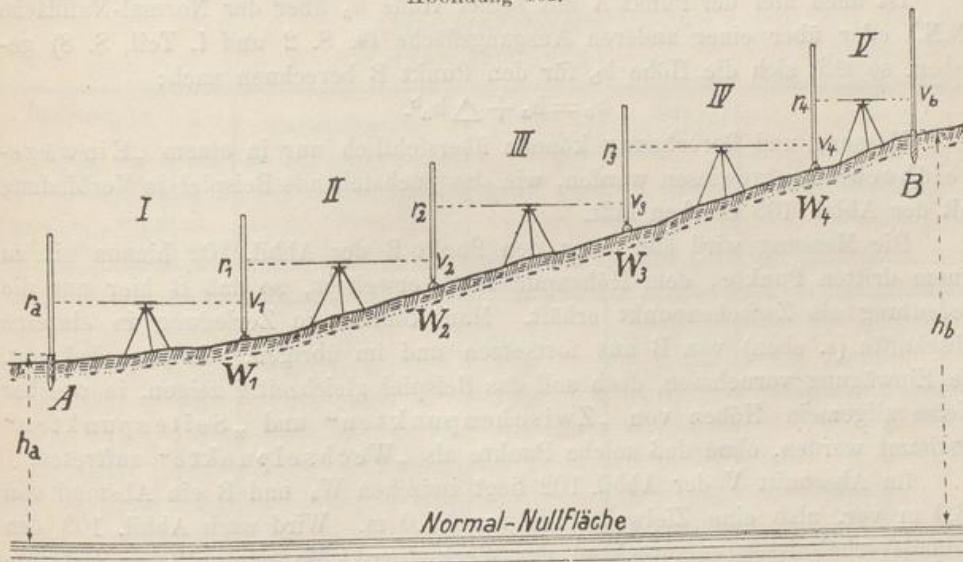


$$h_b = h_a + \Delta h = 130,251 + 1,922 \\ = 132,173 \text{ m über N.N.}$$

Die Ermittlung des Höhenunterschiedes  $\Delta h$  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 Abschnitt 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 Wechselpunkte  $W_1$ , 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.

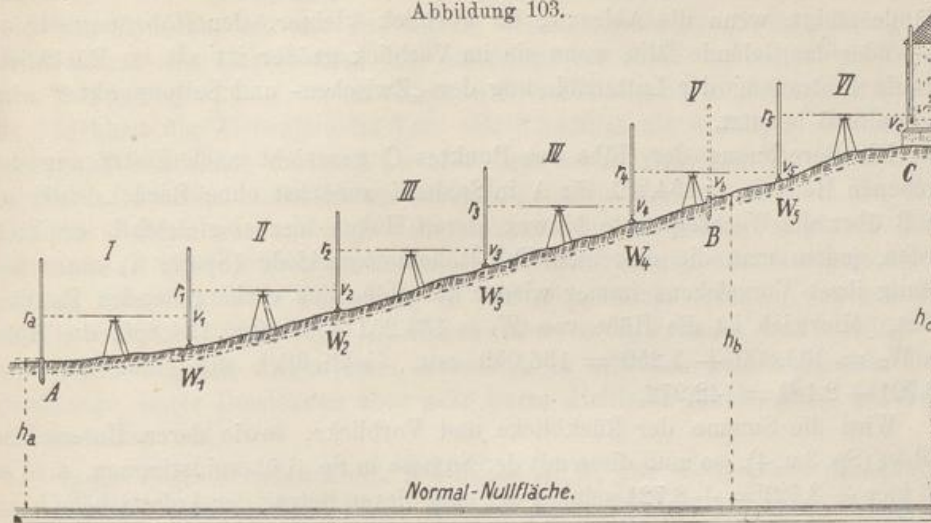
Von solchen „Zwischenpunkten“, also stets Punkten der Einwägestrecke selbst, sind zu unterscheiden die schon genannten „Seitenpunkte“, die in größerer oder kleinerer Entfernung seitlich der genannten Strecke liegen und sinngemäß in der eben angegebenen Weise beobachtet werden.

\*) 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<br>in<br>m | Lattenablesung              |                                                     | Höhen-<br>unterschied | Des<br>Punktes      |                    | Bemerkungen            |
|---------------------------------------|----------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|------------------------|
| d. Punktes<br>der fortl.<br>Einwägung |                |                       | für die fortl.<br>Einwägung | fürZwi-<br>schen-<br>oder<br>Seiten-<br>punkte<br>m |                       | Ste-<br>igen<br>(+) | Fal-<br>len<br>(-) |                        |
| Rück-<br>blick                        | Vor-<br>blick  |                       | Rückbl.<br>m                | Vorbl.<br>m                                         |                       | m                   | m                  |                        |
| 1                                     | 2              | 3                     | 4                           | 5                                                   | 6                     | 7                   | 8                  |                        |
| A                                     | W <sub>1</sub> | 100                   | 1,561                       | 1,012                                               |                       | 0,549               | .                  | A 134,251              |
| W <sub>1</sub>                        | W <sub>2</sub> | 100                   | 1,803                       | 0,544                                               |                       | 1,259               | .                  | W <sub>1</sub> 134,800 |
| W <sub>2</sub>                        | W <sub>3</sub> | 100                   | 2,014                       | 0,325                                               |                       | 1,689               | .                  | W <sub>2</sub> 136,059 |
| W <sub>3</sub>                        | W <sub>4</sub> | 100                   | 1,905                       | 0,384                                               |                       | 1,521               | .                  | W <sub>3</sub> 137,748 |
| W <sub>4</sub>                        | W <sub>5</sub> | 100                   | 1,624                       | 0,102                                               | hz =                  | 1,522               | .                  | W <sub>4</sub> 139,269 |
|                                       |                |                       |                             |                                                     | 140,893               |                     |                    | W <sub>5</sub> 140,791 |
|                                       | B              | 56                    | .                           | .                                                   | 0,924                 |                     |                    | B 139,969              |
|                                       | a              | .                     | .                           | .                                                   | 0,525                 |                     |                    | a 140,368              |
|                                       | b              | .                     | .                           | .                                                   | 1,926                 |                     |                    | b 138,967              |
|                                       |                |                       |                             |                                                     | 3,375                 |                     |                    | 419,304                |
| W <sub>5</sub>                        | C              | 80                    | 2,240                       | 0,059                                               |                       | 2,181               | .                  | C 142,972              |
|                                       |                |                       | 11,147                      | 2,426                                               |                       | +8,721              |                    |                        |
|                                       |                |                       | +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 Wechsellpunkte, z. B. für B 56 m von W<sub>4</sub> 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).

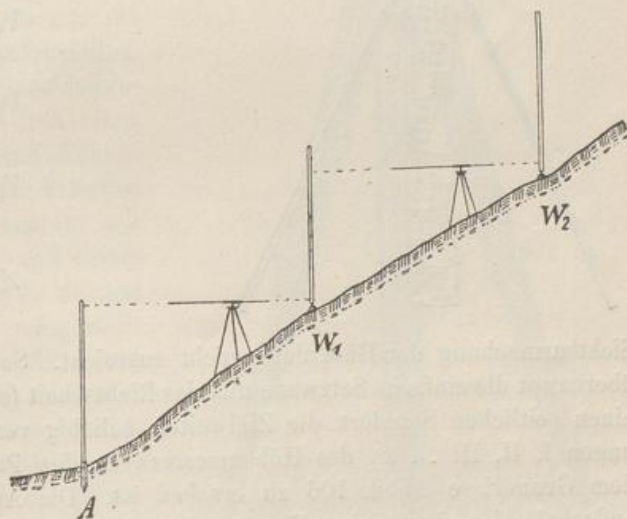


Die Probe wird ebenfalls in Spalte 8 des Feldbuches nachgewiesen (siehe Feldbuch S. 55) und für jede benutzte Zielhöhe besonders geführt.

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.

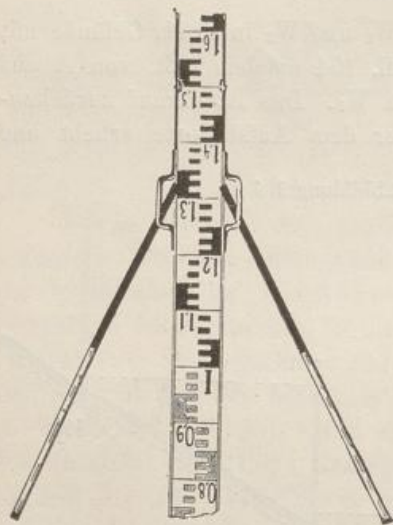
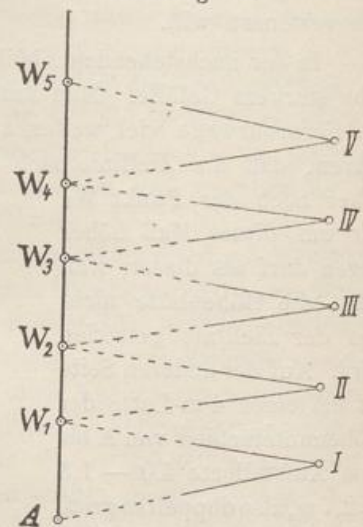


Abbildung 106.



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, W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub> . . . . 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, W<sub>1</sub> 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),  $10 \times 15$  cm groß, oder kreisrund mit 10 bis 12 cm Durchmesser (Abbil. 110), mit gefärbtem Weingeiste

Abbildung 107.

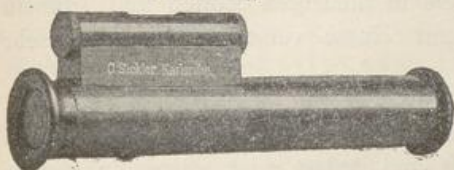
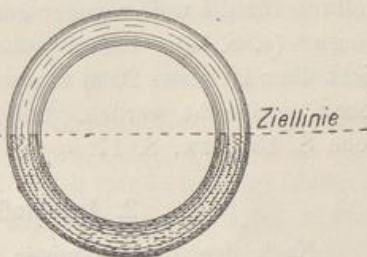
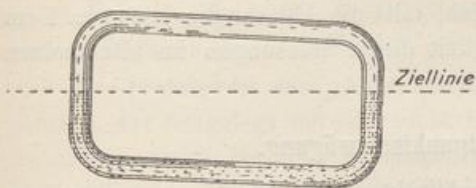


Abbildung 108.



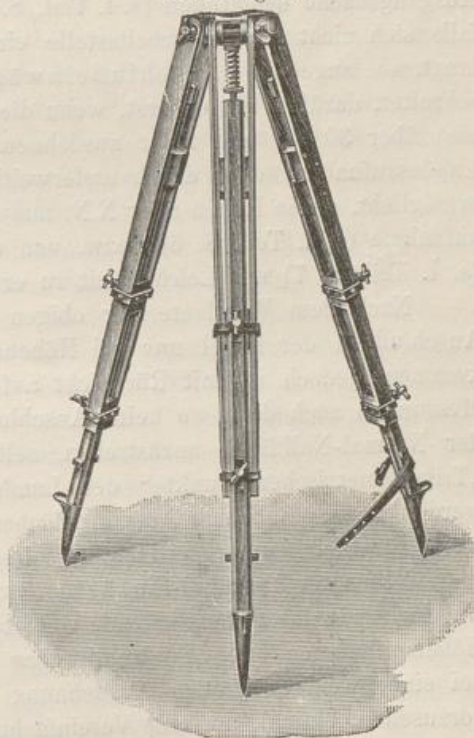
Abbildung 110.

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  $45^\circ$  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.



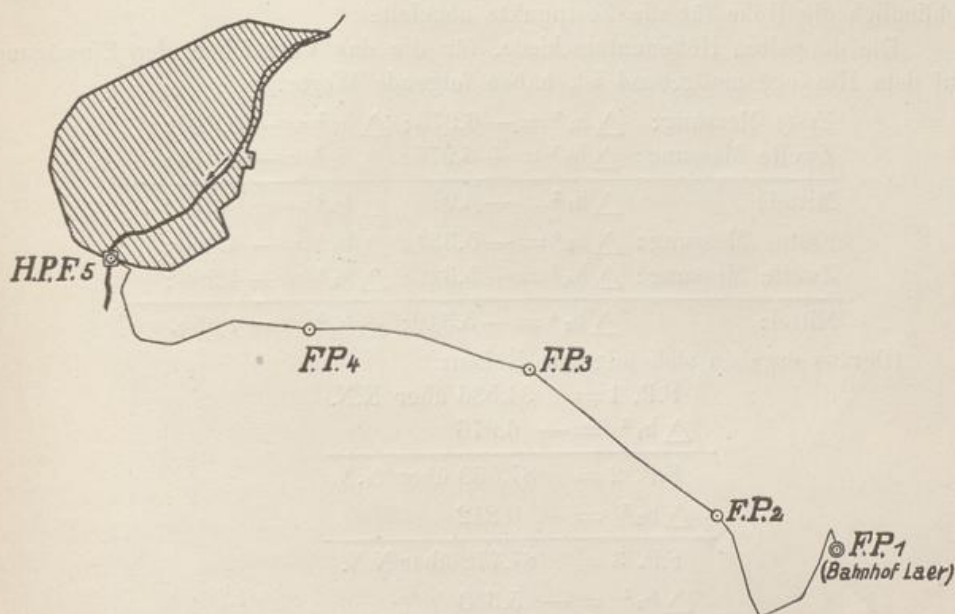
In dem Einwäge-Zuge sind in Abständen von rd. 1 km drei Zwischen-  
Festpunkte eingeschaltet und gemäß dem Verzeichnisse auf Seite 75 kenntlich  
gemacht (s. Abbil. 112).

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



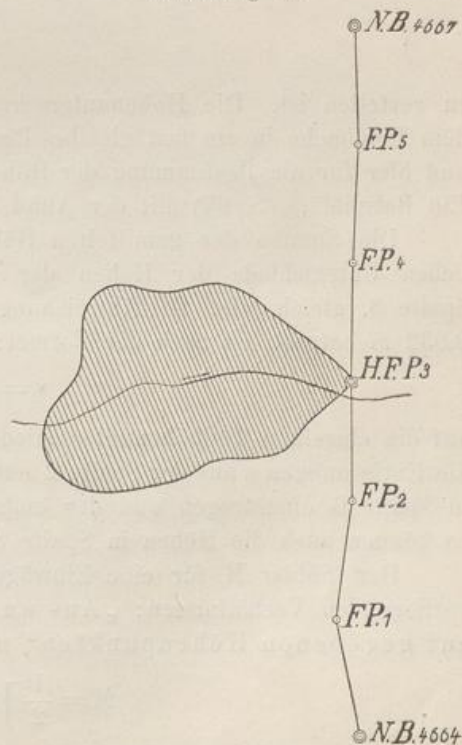
Ableitung der Höhen und des Kilometerfehlers M.  
Zu Abbildung 112 und 113.

| Bezeichnung der Strecke |          | Entfernung s<br>km | Gemessener Höhenunterschied |                 | Mittel der Spalte 3 und 4<br>m | Des Festpunktes |           | Abweichung der Höhenunterschiede w = Sp. 3—Sp. 4<br>mm | w · w                                   | $\frac{1}{2s}$<br>(s. Sp. 2) | $\frac{w \cdot w}{2s}$                                                                                                                                                    | Bemerkungen |
|-------------------------|----------|--------------------|-----------------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|-----------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| von                     | bis      |                    | im Hinweg<br>m              | im Rückweg<br>m |                                | Bezeichnung     | Höhe<br>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                         | $M = \sqrt{\frac{1}{2n} \left[ \frac{w \cdot w}{2s} \right]}$<br>$= \sqrt{\frac{1}{2 \cdot 4} [17,74]}$<br>$= 1,5 \text{ mm.}$<br><br>Probe: 94,536<br>— 17,069<br>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. 4 82,432   | 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                         |                                                                                                                                                                           |             |
|                         |          |                    |                             |                 | + 0,212<br>—17,281<br>—17,069  |                 |           |                                                        | $\left[ \frac{w \cdot w}{2s} \right] =$ | 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.



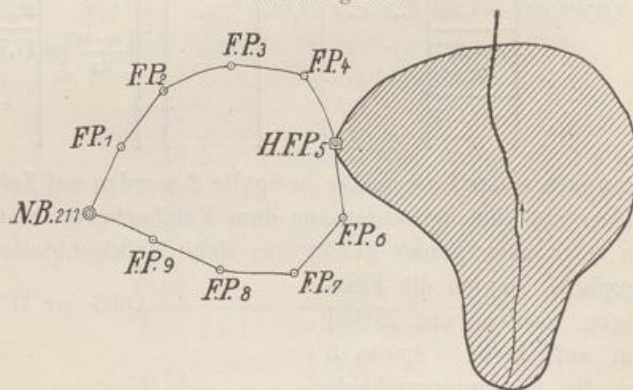


Anschluß-Einwägung nicht nur brauchbar ist (s. S. 64), sondern daß sie als „gut“ bezeichnet werden kann.

Die nach den Bestimmungen des Zentralkuratoriums 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<br>s<br>km | Gemessener Höhenunterschied |                 | Mittel aus Spalte 3 u. 4<br>m | Verbesserung<br>v = $\frac{f}{[s]} \cdot s$<br>mm | Endgültiger Höhenunterschied<br>Sp. 5 + Sp. 6<br>m | Des Festpunktes          |         | Abweichung der Höhenunterschiede<br>w = Sp. 7 - Sp. 5<br>mm | W · w                   | $\frac{1}{s}$<br>(s. Sp. 2) | $\frac{w \cdot w}{s}$ | Bemerkungen                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------|-----------|-----------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------|---------|-------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| von                     | bis       |                       | im Hinweg<br>m              | im Rückweg<br>m |                               |                                                   |                                                    | Bezeichnung<br>Höhe<br>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:<br>N.B. 4664 = 247,177 m über N.N.<br>N.B. 4667 = 252,382 m über N.N.<br>$M = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[ \frac{w \cdot w}{s} \right]}$<br>$= \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{6} \cdot 128,68}$<br>$= 2,3 \text{ mm.}$ |
| 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                                            | 2                        | 282,312 | 3                                                           | 9                       | 1,25                        | 11,25                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| H.F.P. 3                | F.P. 4    | 2,4                   | -15,382                     | 15,388          | -15,335                       | +10                                               | -15,375                                            | 3                        | 305,442 | 10                                                          | 100                     | 0,42                        | 42,00                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| F.P. 4                  | F.P. 5    | 0,6                   | -30,288                     | 30,296          | -30,292                       | +2                                                | -30,290                                            | 4                        | 290,067 | 2                                                           | 4                       | 1,67                        | 6,68                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| F.P. 5                  | N.B. 4667 | 1,2                   | -7,395                      | 7,405           | -7,400                        | +5                                                | -7,395                                             | 5                        | 259,777 | 5                                                           | 25                      | 0,83                        | 20,75                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                         | [s] =     | 8,0                   |                             |                 | +58,250<br>-53,077            |                                                   | Tats. Höhenunt. =                                  | 4667                     | 252,382 |                                                             | $\frac{w \cdot w}{s} =$ | 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

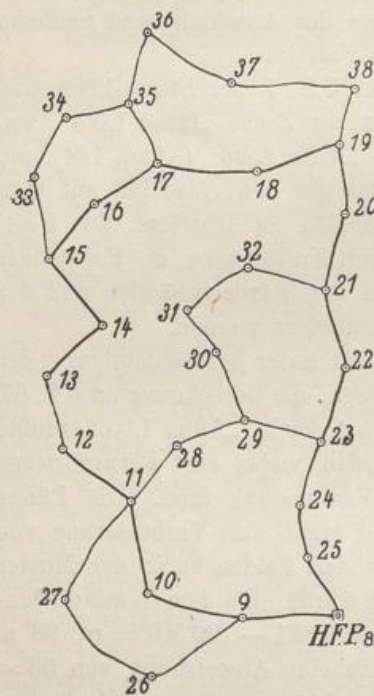
Hauptzug hervorheben, liegen auf einer Chaussee und auf zwei gehärteten Wegen und sind zuerst vom Hauptfestpunkte H.F.P. 8 aus gemäß der einmaligen Einwägung in einer „Schleife“ nach Seite 78 eingerechnet worden\*). Für die übrigen Züge, als Nebenzüge, kann die Berechnung der Festpunkthöhen in nachstehender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

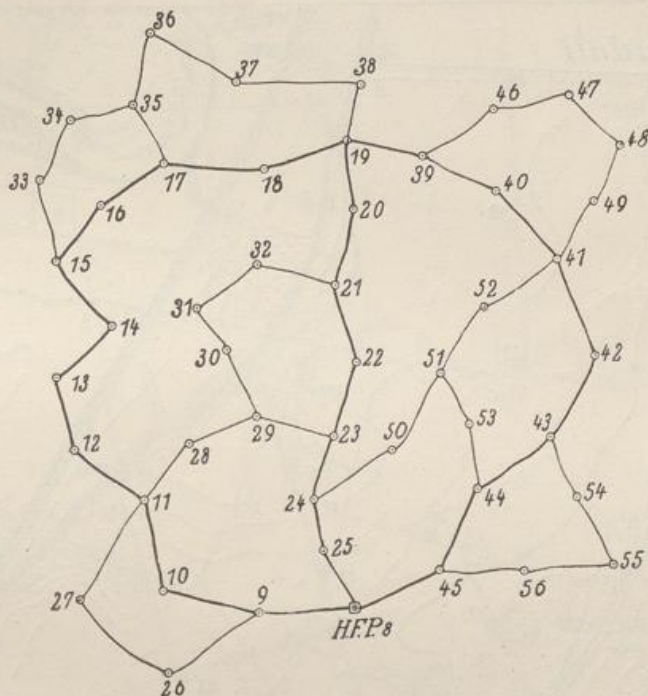
Abbildung 116.





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.

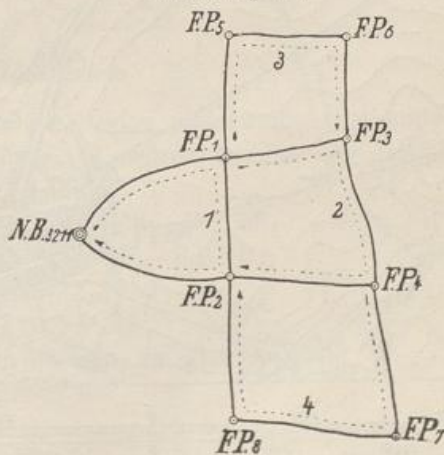


Ein kleineres Beispiel ist in Abbil. 118 dargestellt, wo durch die Pfeillinien mit eingetragenen Zahlen die Aufeinanderfolge der Rechnungen angedeutet ist.

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-

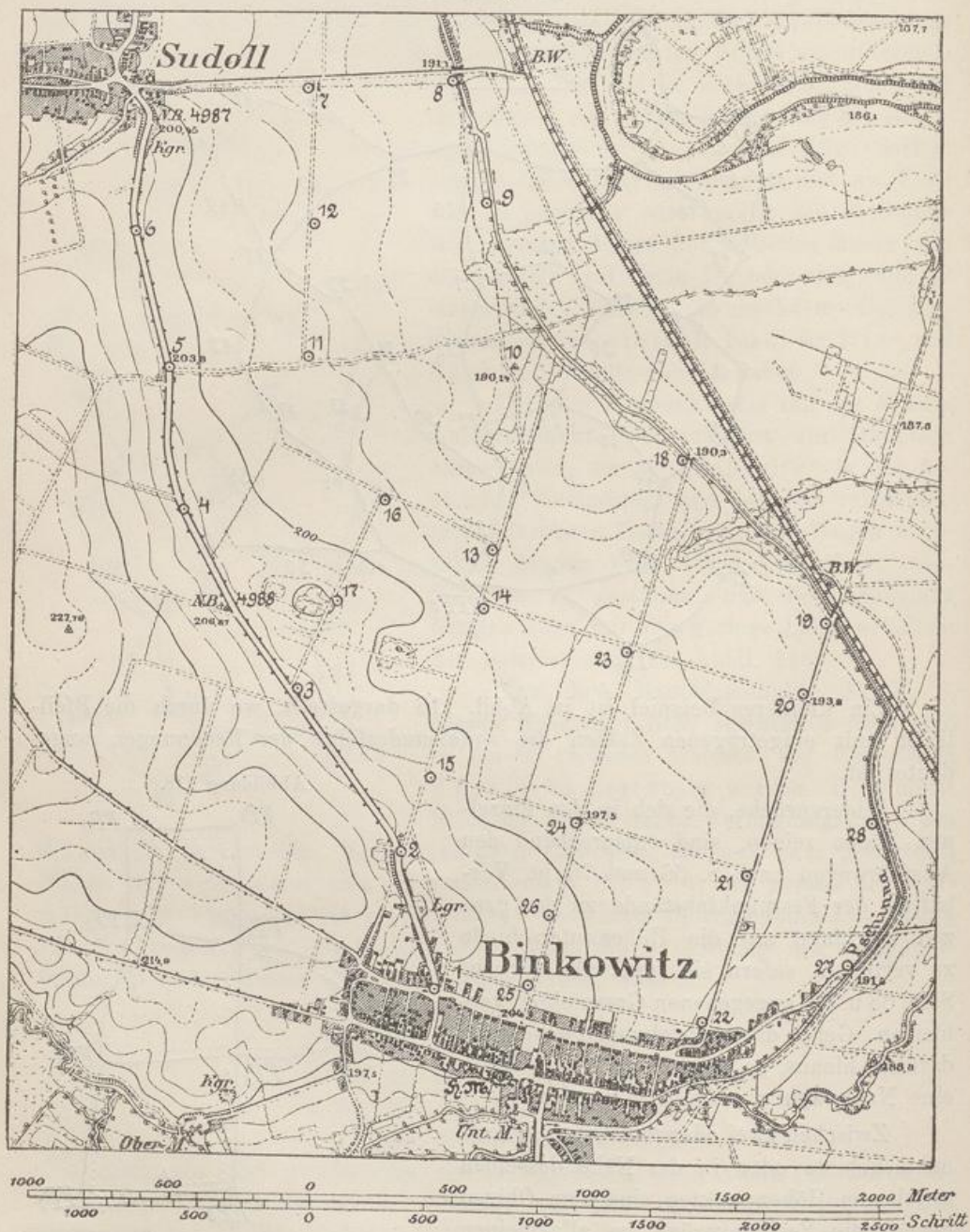
Abbildung 118.





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.

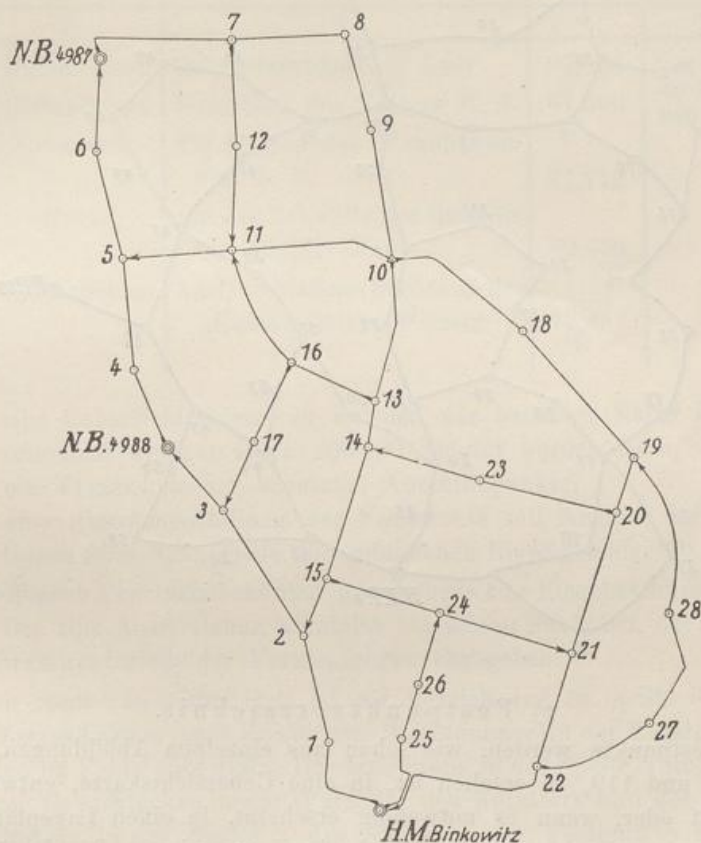


\*) H.M. bedeutet „Höhenmarke“, N.B. „Nivellements-Bolzen“ (siehe I. Teil, S. 6). Im übrigen sind die Nummern 4988 und 4987 und die drei „Höhen“ den „Nivellements-Ergebnissen“ der Landesaufnahme für die Provinz Schlesien entnommen.



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,

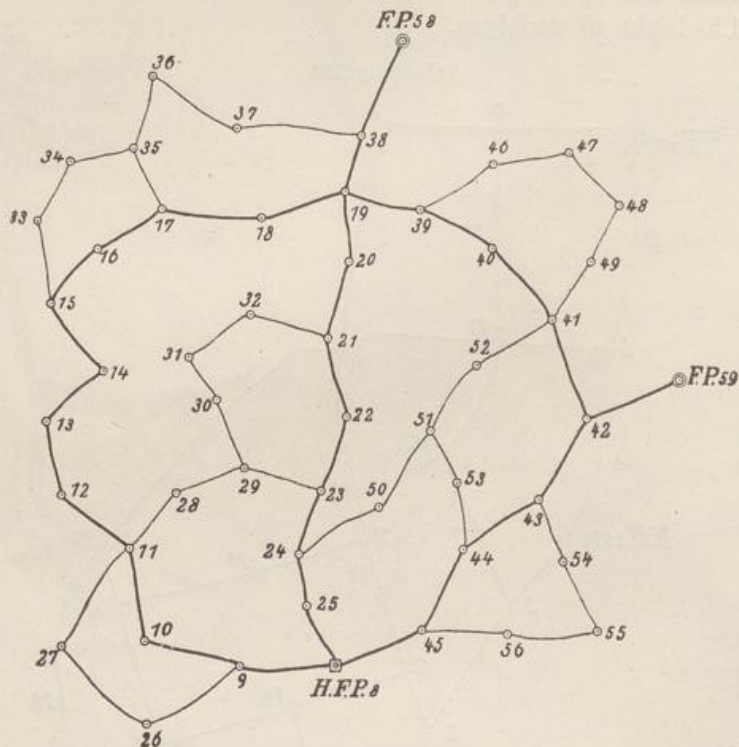
während die Berechnung der Nebenzüge im übrigen die gleiche bleibt, wie sie auf Seite 70 für Abbil. 116 und 117 angegeben ist.

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 Höhennetze



mit weitverzweigten Festpunkten werden dagegen zweckmäßig nach den Grundsätzen 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 nummeriert. 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 Zentralkomitees 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.<br>des<br>Festpunktes | Art der<br>Vermarkung | Bezeichnung der Lage                                   | Höhe<br>(N.N.)<br>m | Bemerkungen                                     |
|---------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------|
| 1                         | 2                     | 3                                                      | 4                   | 5                                               |
| F.P. 1                    | Höhenbolzen           | Bahnhofsgebäude in Laer                                | 94,536              | Gegebener Punkt<br>der Eisenbahnver-<br>waltung |
| F.P. 2                    | Höhenbolzen           | Wohnhaus des Kötters N. N.                             | 87,560              |                                                 |
| F.P. 3                    | Grenzstein            | Am Garten des Wohnhauses<br>von N. N.                  | 87,772              |                                                 |
| F.P. 4                    | Kreuz                 | Auf der Schwelle der Haustür<br>bei Tischler N. N.     | 82,432              |                                                 |
| H.F.P. 5                  | Höhenbolzen           | Am Durchlaß des Baches an den<br>„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.

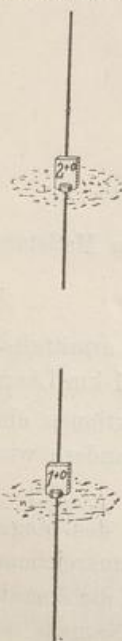
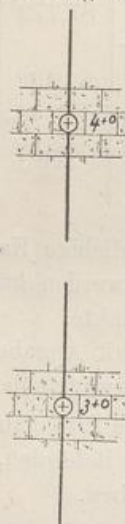


Abbildung 123.



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 Bahnhofe 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 vermarkt, 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.



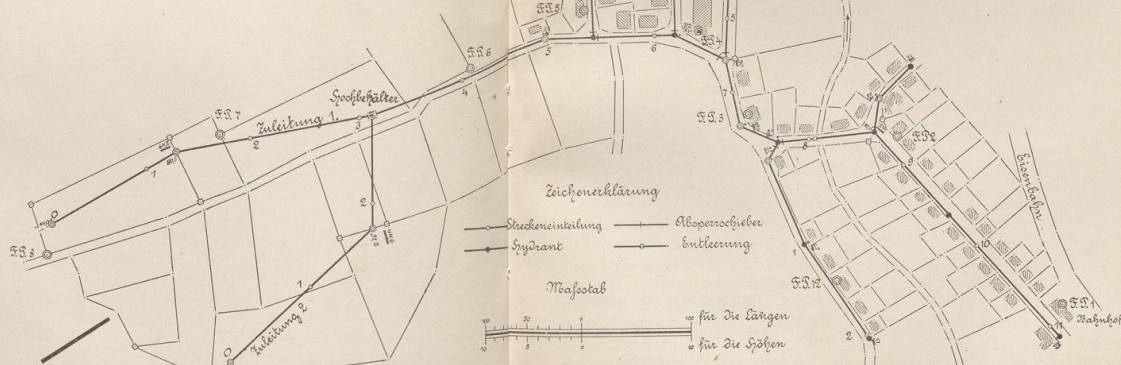
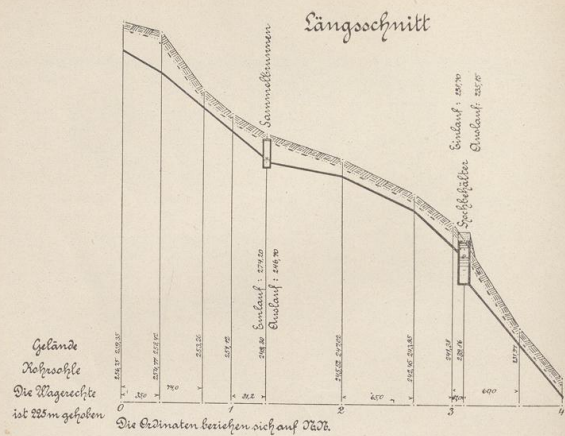
| Bezeichnung<br>des Punktes<br>der fortl.<br>Einwägung |                | Entfernung s<br>m | Lattenablesung<br>für die<br>fortlaufende<br>Einwägung |              |                                             | Höhen-<br>unterschied |               | Des<br>Punktes           |                    |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

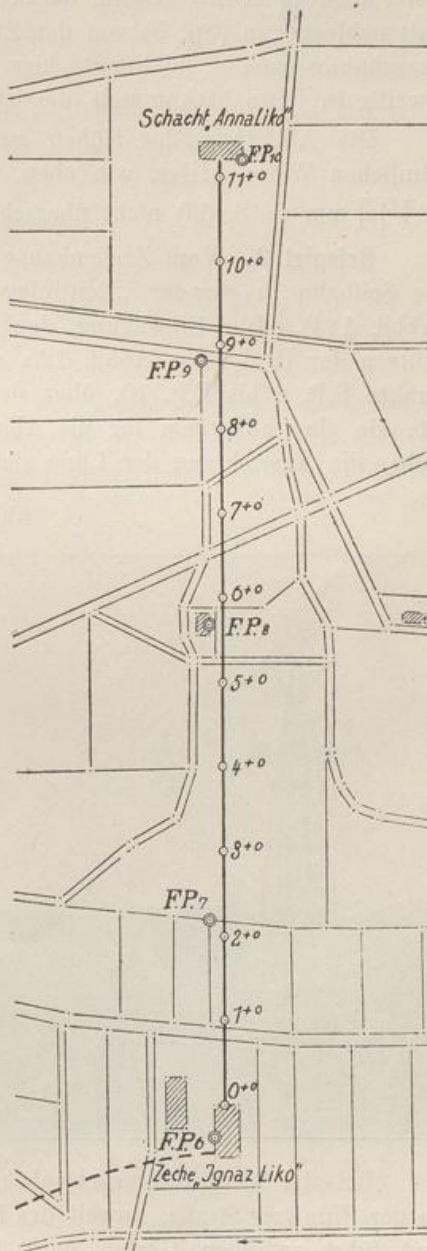
Die Bezeichnung der Geländebrechpunkte des Längsschnittes wird in Spalte 1 des Feldbuches sehr einfach durch die Angabe der Entfernung von den Streckenpunkten bewirkt. Als Wechsellpunkte (Sp. 1) sind hier nicht die „Streckenpunkte“  $1+0$ ,  $2+0$  usw., sondern mit Rücksicht auf das sehr starke Gefälle 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

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

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.

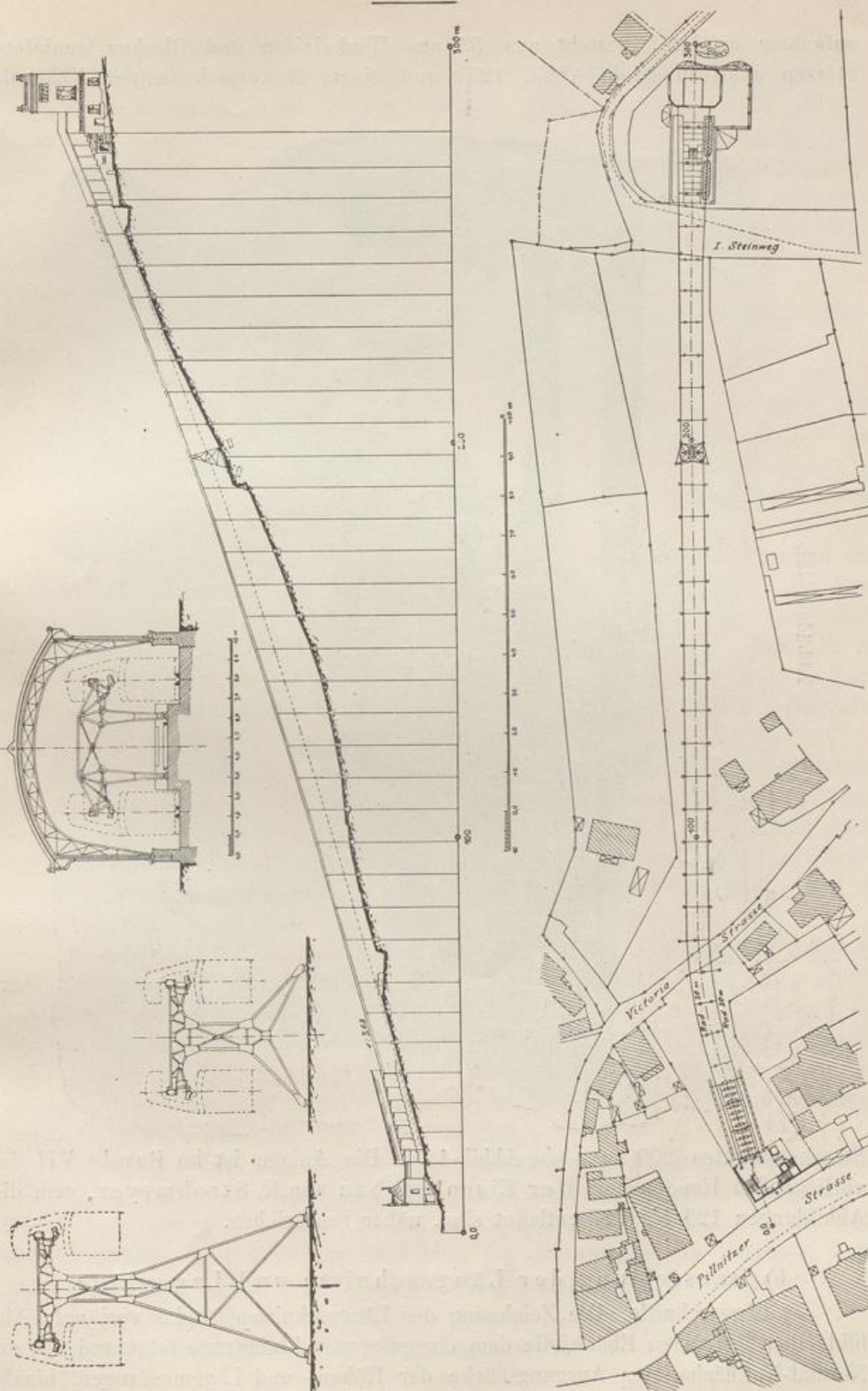
Abbildung 125.



**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 ausgegundet ist (s. Abschnitt F.). Der Bahnkörper, zu dessen Ausführung die Höhen-



Abbildung 126.

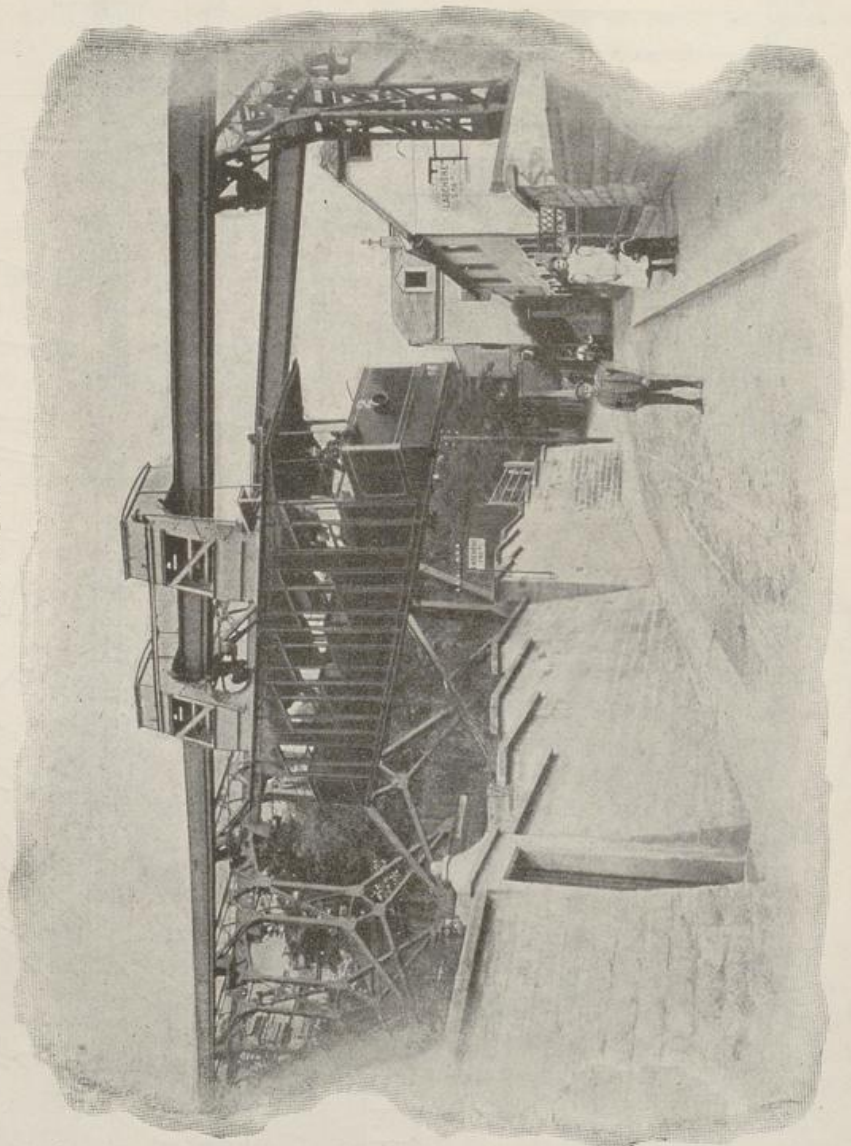


Schewior, Feldmessen II.



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 Zentralkontrollamtes 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  $\alpha$  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.

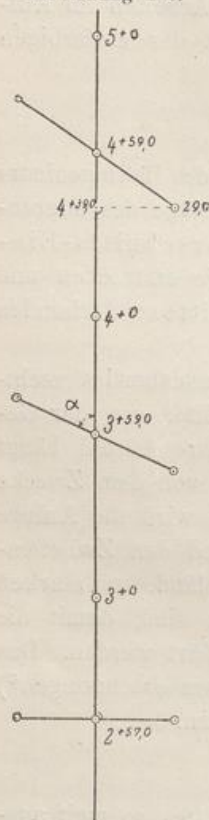


Abbildung 129.

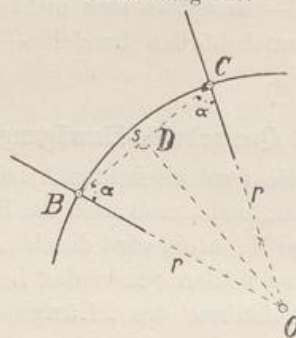


Abbildung 130.

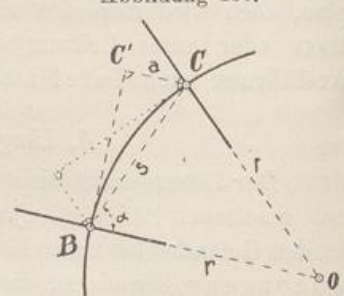
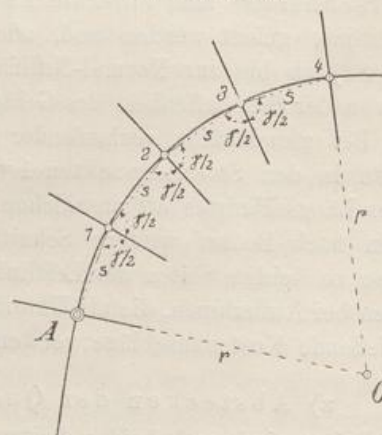


Abbildung 131.



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.







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

| Bezeichnung<br>des Punktes<br>der fortl.<br>Einwägung |                               | Entfernung s<br>m | Lattenablesung<br>für die<br>fortlaufende<br>Einwägung |                   | Höhen-<br>unterschied | Des<br>Punktes      |                    | Bemerkungen                              |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|------------------------------------------|
| im<br>Rückbl.                                         | im<br>Vorbl.                  |                   | im<br>Rückbl.<br>m                                     | im<br>Vorbl.<br>m |                       | Steigen<br>(+)<br>m | Fallen<br>(-)<br>m |                                          |
| 1                                                     |                               | 2                 | 3                                                      | 4                 | 5                     | 6                   | 7                  | 8                                        |
| F.P. 5                                                | W <sub>1</sub>                | 90                | 1,705                                                  | 1,213             |                       | —2<br>0,492         |                    | F.P. 5 136,254<br>W <sub>1</sub> 136,744 |
|                                                       | W <sub>1</sub> W <sub>2</sub> | 80                | 1,923                                                  | 1,034             |                       | —2<br>0,889         |                    | W <sub>2</sub> 137,631                   |
|                                                       | W <sub>2</sub> W <sub>3</sub> | 80                | 2,103                                                  | 1,512             |                       | —2<br>0,591         |                    | W <sub>3</sub> 138,220                   |
|                                                       | W <sub>3</sub> W <sub>4</sub> | 100               | 2,100                                                  | 0,564             |                       | —3<br>1,536         |                    | W <sub>4</sub> 139,753                   |
|                                                       |                               |                   |                                                        |                   | $h_z =$<br>140,32     |                     |                    |                                          |
|                                                       | 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                 |                     |                    |                                          |
| W <sub>4</sub>                                        | W <sub>5</sub>                | 100               | 1,500                                                  | 2,713             |                       | —2<br>1,213         |                    | W <sub>5</sub> 138,538                   |
|                                                       | 1+0                           |                   |                                                        |                   |                       |                     |                    |                                          |
|                                                       | l. 8,8                        |                   |                                                        |                   |                       |                     |                    |                                          |
|                                                       | usw.                          |                   |                                                        |                   |                       |                     |                    |                                          |
| W <sub>5</sub>                                        | W <sub>6</sub>                | 100               | 1,452                                                  | 2,584             |                       | —3<br>1,132         |                    | W <sub>6</sub> 137,403                   |
|                                                       | 2+0                           |                   |                                                        |                   |                       |                     |                    |                                          |
|                                                       | l. 10,0                       |                   |                                                        |                   |                       |                     |                    |                                          |
|                                                       | usw.                          |                   |                                                        |                   |                       |                     |                    |                                          |
| W <sub>6</sub>                                        | W <sub>7</sub>                | 100               | 0,312                                                  | 2,015             |                       | —2<br>1,703         |                    | W <sub>7</sub> 135,698                   |
| W <sub>7</sub>                                        | W <sub>8</sub>                | 100               | 1,924                                                  | 0,512             |                       | —3<br>1,412         |                    | W <sub>8</sub> 137,107                   |
| W <sub>8</sub>                                        | F.P. 6                        | 50                | 2,135                                                  | 0,622             |                       | —1<br>1,513         |                    | F.P. 6 138,619                           |
|                                                       | [s] =                         | 800               | 15,154                                                 | 12,769            |                       | 6,433               | 4,048              |                                          |
|                                                       |                               |                   | 2,385                                                  |                   |                       | 2,385               |                    |                                          |
|                                                       |                               |                   |                                                        |                   | Soll                  | 2,365               |                    |                                          |
|                                                       |                               |                   |                                                        |                   | Zuvert.               | —0,020              |                    |                                          |

Die Höhe von F.P. 5 ist zu 136,254 m, von F.P. 6 zu 138,619 m über N.N. gegeben.

Probe der Zwischen- und Seitenpunkte:  
140,32  
 $\times 14$   
1964,48  
— 24,54  
1939,94

Probe: 136,254  
+ 2,385  
— 0,020  
138,619

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



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-



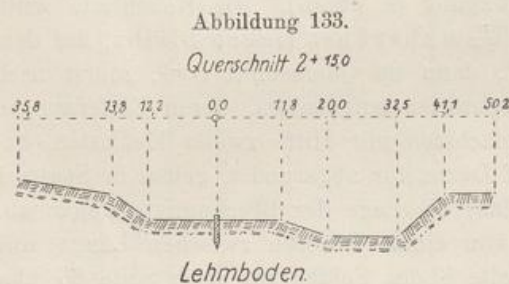
Entfernung berechnet, so erhält man die Verbesserung der einzelnen Höhenunterschiede zu

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

wobei  $s$  aus Sp. 2 entnommen wird. Die Verbesserungen werden in Spalte 6 (abgerundet auf mm) eingetragen. Werden mit diesen und den gemessenen einzelnen Höhenunterschieden die Höhen der Wechsellpunkte ermittelt, so muß für F.P. 6 die gegebene Höhe erhalten werden. Die Ableitung der Höhen der Geländepunkte wird dann weiter mit Hilfe der „Zielhöhen“ vorgenommen, wie schon oben erwähnt wurde.

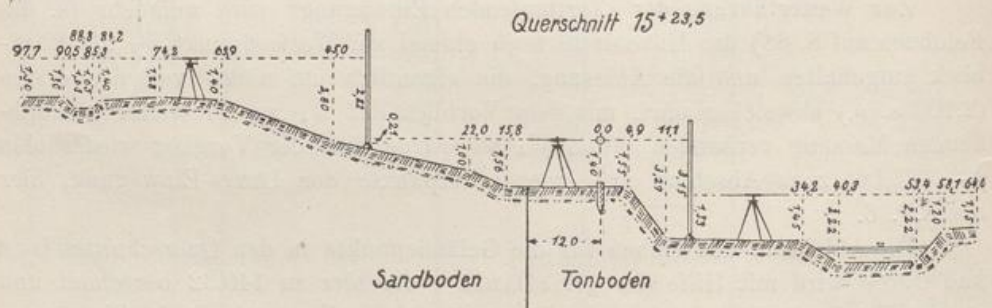
Ueber die Berechnung der Höhen selbst und ihre Nachprüfung ist Näheres bereits auf Seite 56 bekannt gegeben.

Sobald die Querschnitte eine größere Ausdehnung annehmen oder über Straßen, Wege, Gräben, Bäche usw. hinweggehen, deren Lage für etwa neu zu entwerfende Anlagen von Bedeutung ist, wird die Messung der Querschnitte zweckmäßig in einen „Handriß“ aufgenommen. Dieser enthält nur die Längenmaße, die an der Zielhöhe entlang geschrieben werden, z. B. Abbil. 133, oder auch die Lattenablesungen, wie Abbil. 134 zeigt. In letzterem Querschnitte ist wegen des starken Gefälles zum



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

Abbildung 134.



messung zu umständlich wird und deshalb für sich gesondert vorgenommen werden muß, werden die Bodenpunkte vorher, wie beim Längsschnitt, durch Pfählechen vermarktet. Dies geschieht auch, falls die Längenmessung und die Einwägung aus irgend welchem Grunde, z. B. wegen besonders genauer Bau- und Massenbestimmungen, doppelt (s. S. 77) ausgeführt werden soll.

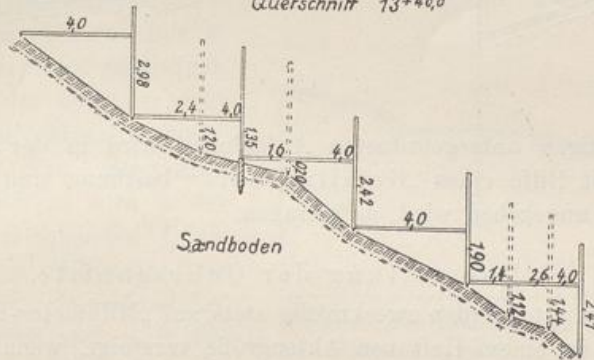
Die Handrisse werden in einfachen Fällen auch zum Eintragen der Bodenbeschaffenheit\*) benutzt, wie z. B. aus Abbildung 133 und 134 hervorgeht.

\*) Ueber eingehende Bodenuntersuchungen siehe: „Der Erdbau“, Bd. XIII der vorliegenden Sammlung. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig.



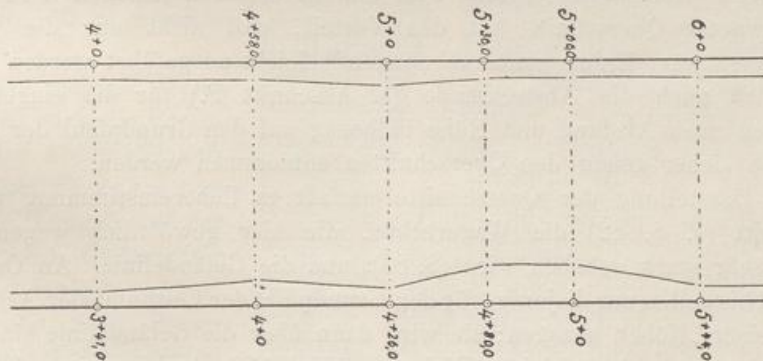
$\beta$ ) In stark ansteigendem Gelände, wo die Höhenaufnahme infolge häufiger Aufstellung der Fernrohrwage äußerst mühsam und zeitraubend ist, findet vielfach mit ausreichender Genauigkeit die Setzwage und das Richtscheit nach S. 7 Verwendung. Für die Eintragung werden zweckmäßig nur Handrisse angefertigt (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.



$\gamma$ ) 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.

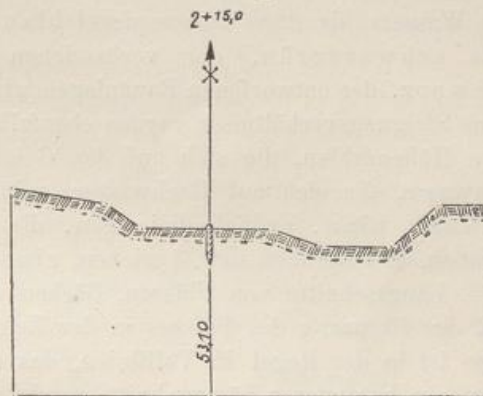
Bei Herstellung der Querschnitte nach „Handrissen“, siehe Seite 9 und Seite 91, werden die Geländepunkte von der Ziellinie aus abgesetzt. Im übrigen bleibt die obige Darstellungsweise bestehen, s. Taf. III u. Abb. 139, die der Messung in Abbil. 133 entspricht.

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.

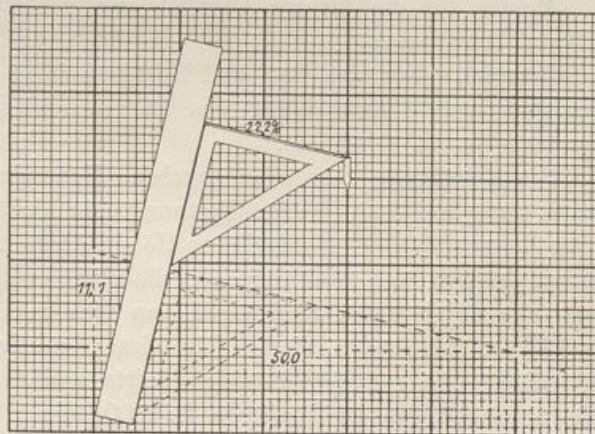
Für die **farbige** Auszeichnung der Querschnitte sind die schon bei den Längsschnitten (S. 85) genannten Bestimmungen des Zentralkuratoriums (siehe Anhang I. Teil unter Nr. IV) maßgebend, die insbesondere auch Angaben über die Darstellung von baulichen Veränderungen in den Längs- und Querschnitten, 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 Querschnitts-abmessungen in einer einfachen Handzeichnung klargelegt werden, z. B. nach

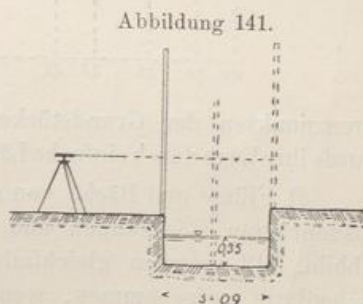
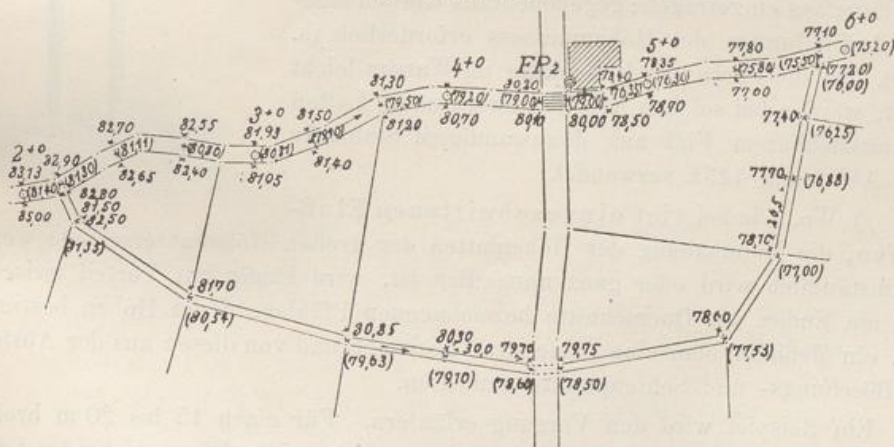


Abbildung 142.



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.

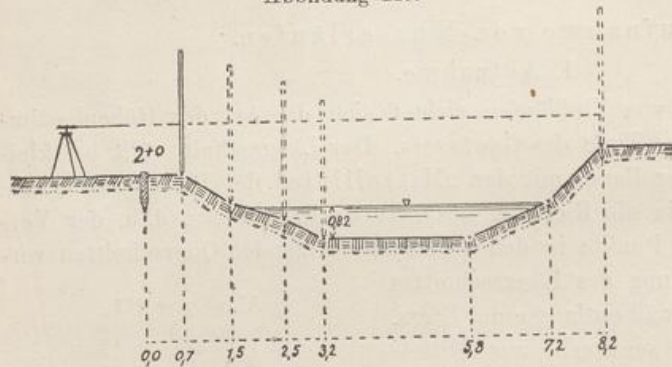
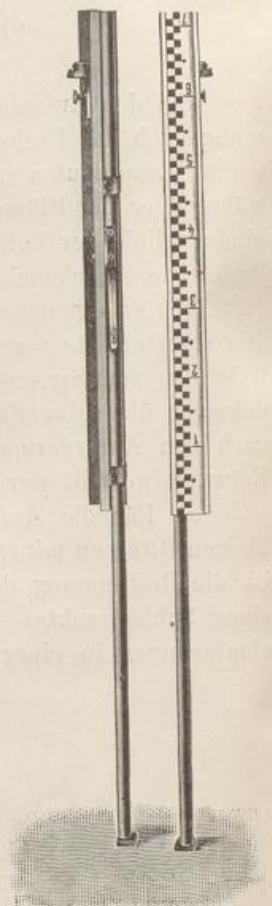


Abbildung 143a.



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

$\beta$ ) 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.

$\gamma$ ) 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

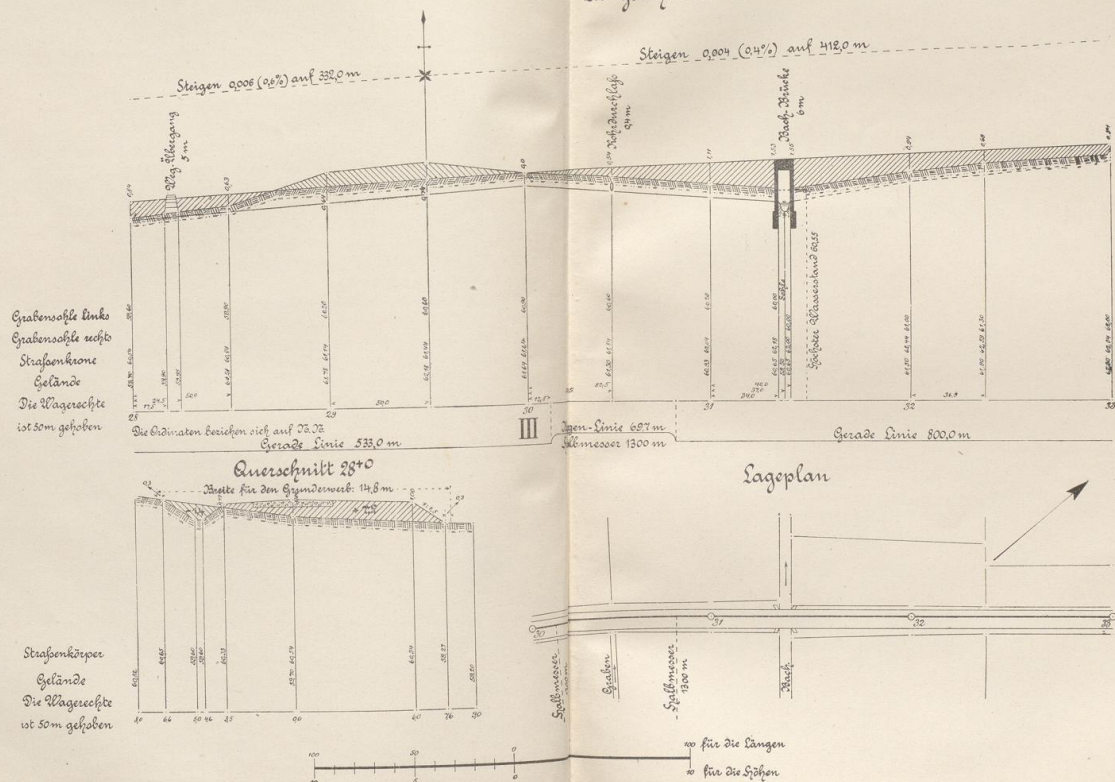


en  
en  
nt  
ad  
  
en  
e-  
ne  
on



Höhenaufnahme einer Kreisstraße

Längsschnitt.



Schewior, Das Feldmessen II.



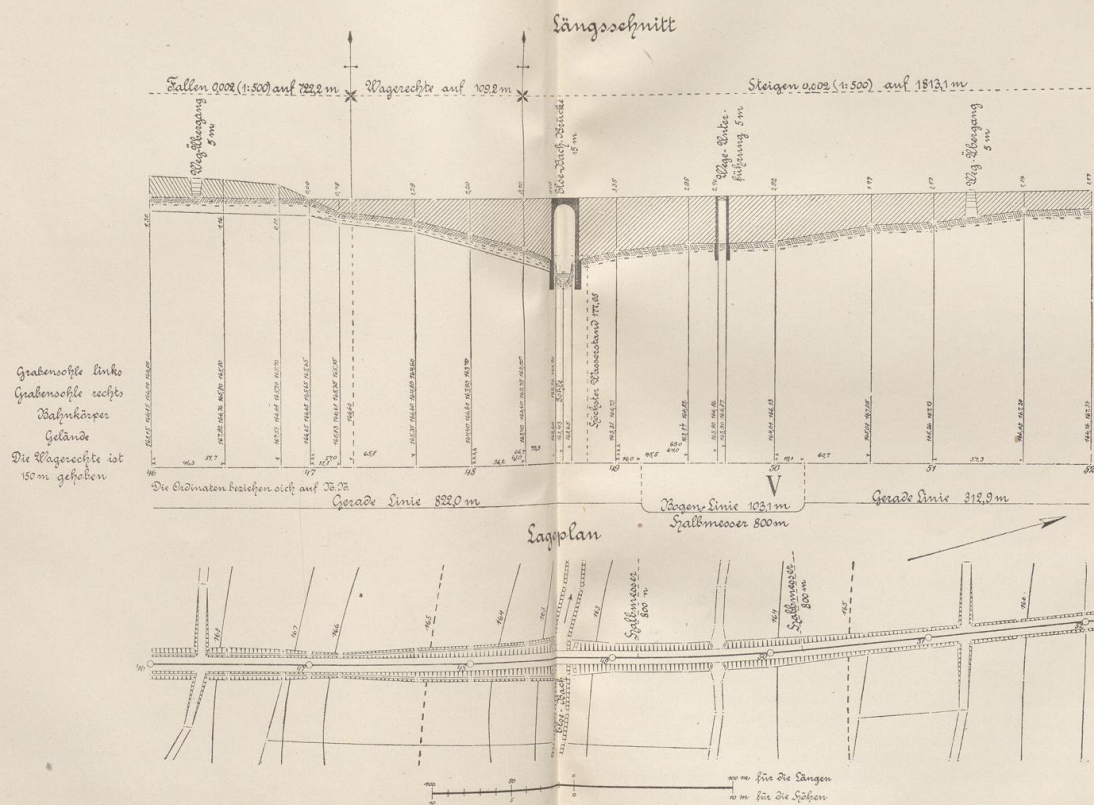








# Höhenaufnahme einer Eisenbahn.



Schewior, Das Feldmessen II.

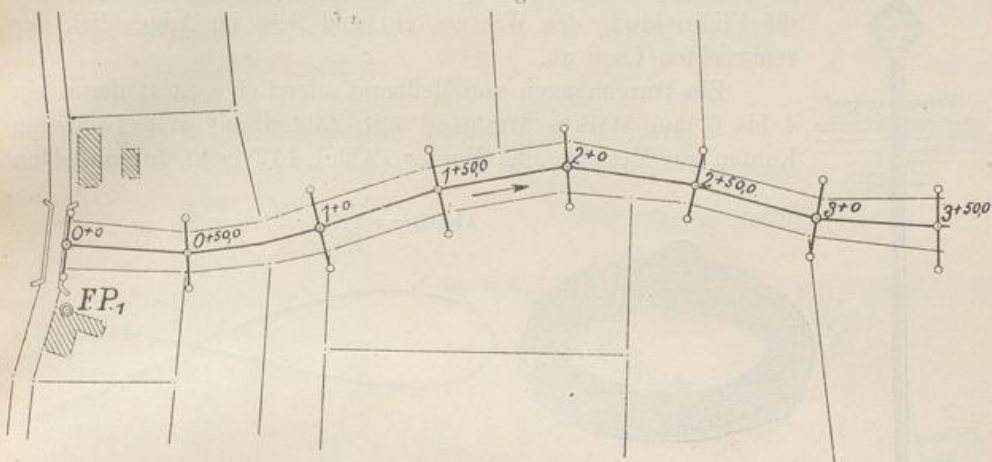






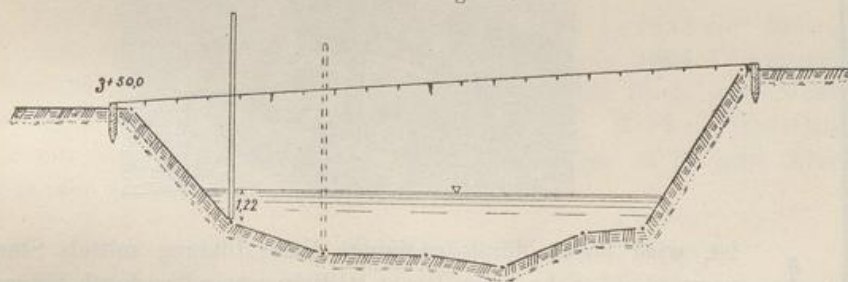
Pfahlkopf zu Pfahlkopf über den Bach ein Meßband (s. I. Teil S. 34) oder eine mit farbigen Läppchen in Meter eingeteilte und mit heißem Leinöl getränkte

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.

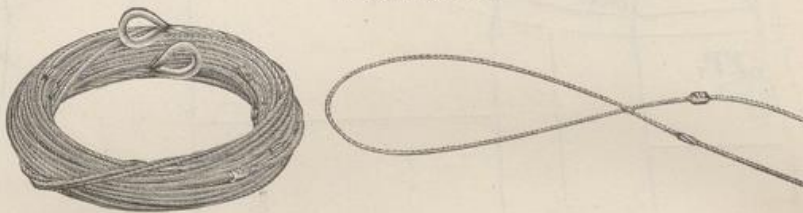
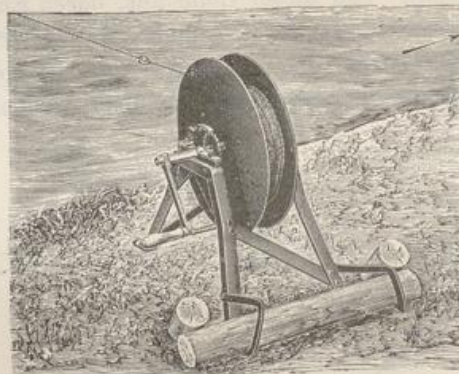


Abbildung 148.



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 Abstand des Wasserspiegels vom Pfahlkopfe (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.

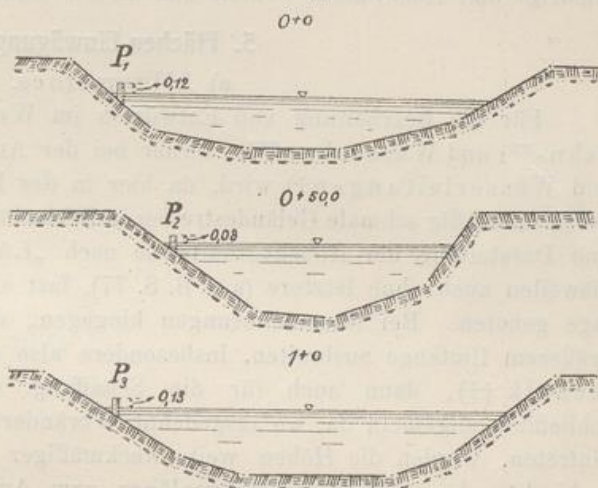
Das Ergebnis wird als „Wasserstand der Aufnahme“ bezeichnet und im Längsschnitt durch einen feinen blauen Strich (s. Tafel V) angegeben. Die Wasserstände zu anderen Zeiten, vornehmlich das Hoch- und Niedrigwasser, sind durch besondere Einwägungen zu ermitteln. Werden Wasserläufe durch Schleusen oder 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-<sup>\*)</sup>, Straßen-<sup>\*)</sup>, Eisenbahn-<sup>\*\*)</sup> und Wasserbau<sup>\*\*\*)</sup>, ferner bei der Anlage von Kanalisationen<sup>†)</sup> und Wasserleitungen<sup>†)</sup> 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<sup>††)</sup>, dann auch für die Schaffung von Bebauungsplänen<sup>††)</sup>, schließlich allgemein da, wo ausgedehnte Veränderungen der Bodenoberfläche<sup>†††)</sup> 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.

<sup>\*)</sup> Siehe Bd. XIV und XV: Der Straßen- und Wegebau von G. Schewior.

<sup>\*\*)</sup> Siehe Bd. IV bis VII: Der Eisenbahnbau von K. Strohmeier.

<sup>\*\*\*)</sup> Siehe Bd. I und II: Der Wasserbau von S. Deutsch.

<sup>†)</sup> Siehe Bd. III: Der städtische Tiefbau von A. Reich.

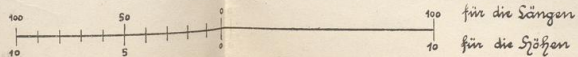
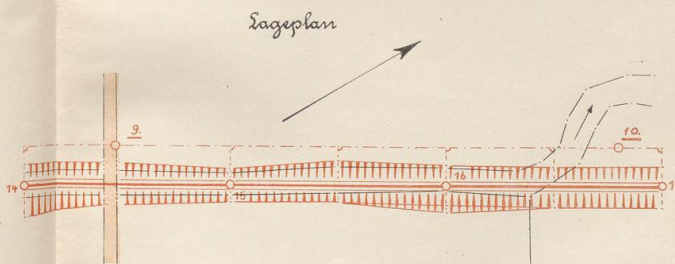
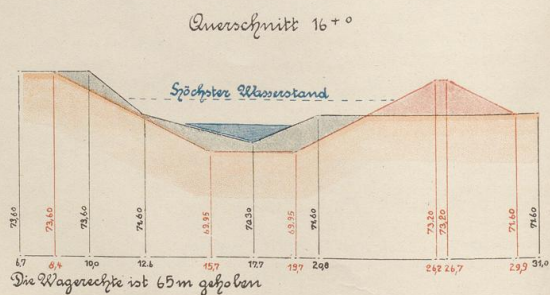
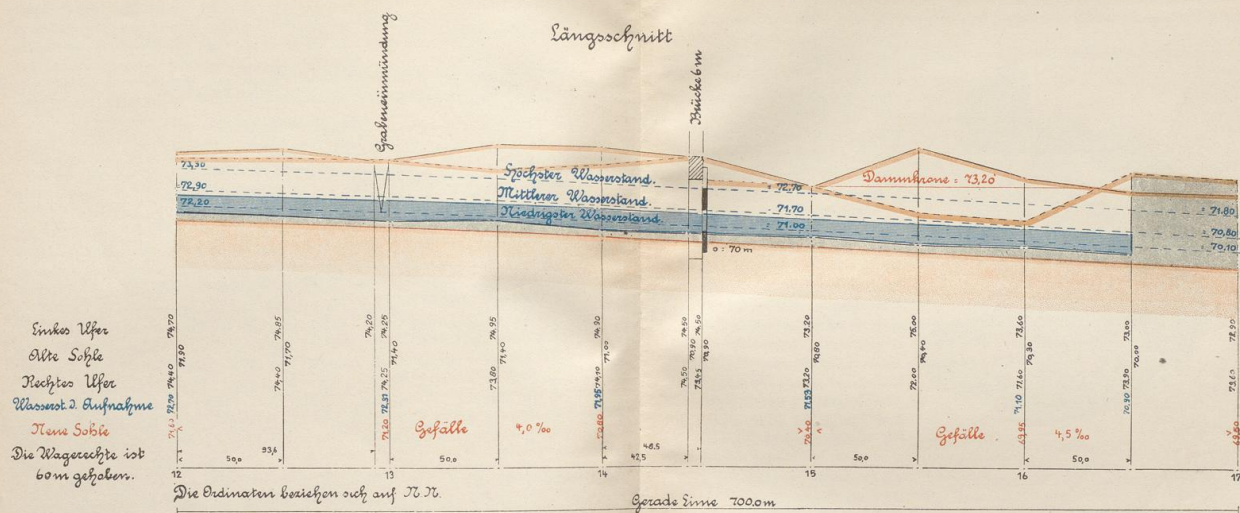
<sup>††)</sup> Siehe Bd. VIII bis X: Die Bodenmelioration von G. Schewior.

<sup>†††)</sup> 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,  $\delta$  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  $\delta$ , 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.

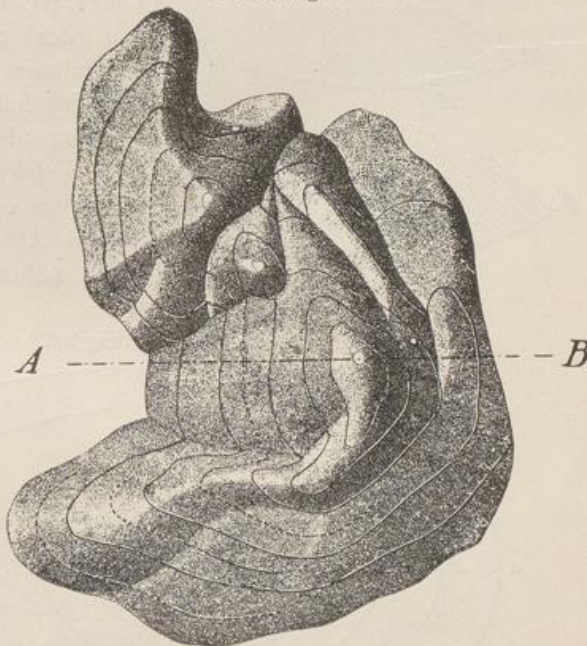
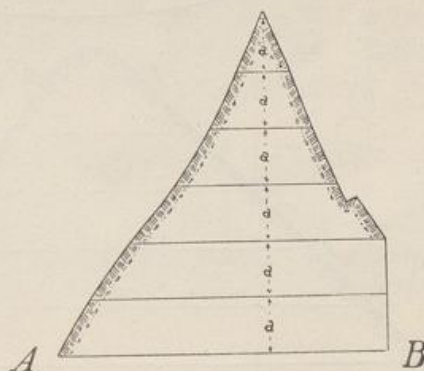


Abbildung 151.

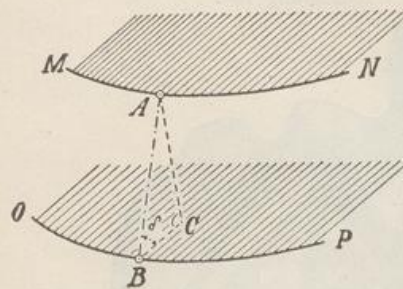
Schnitt A-B  
in Abb. 150





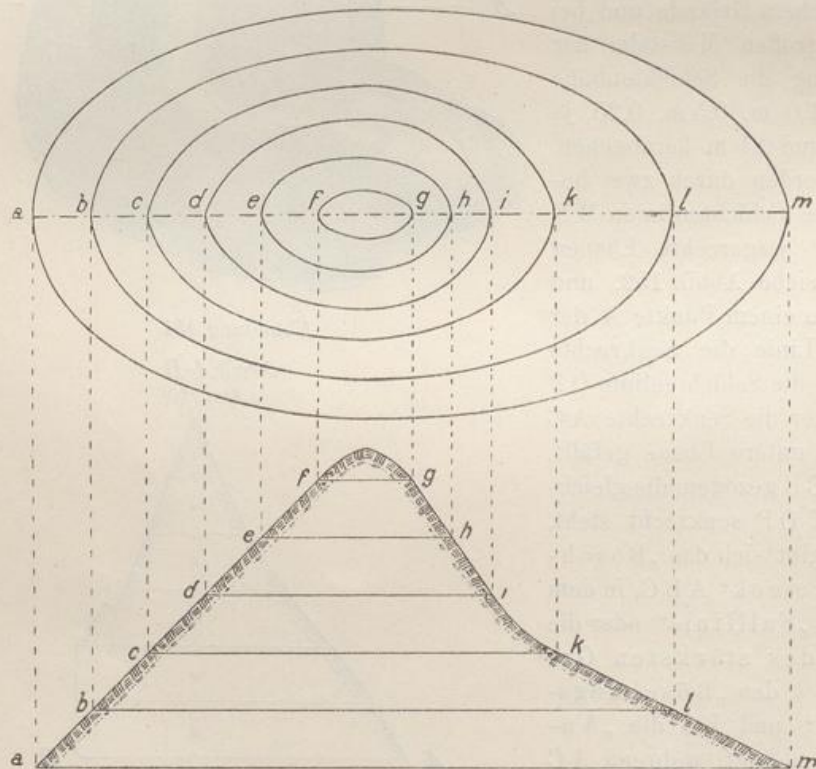
die Neigung des Geländes gleich groß ist. Wird die „Anlage“ kleiner, so wird der Winkel größer, demnach die Neigung stärker, und umgekehrt.

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  $\delta$  größer ist als die Winkel  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  und  $\delta_3$ , 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.

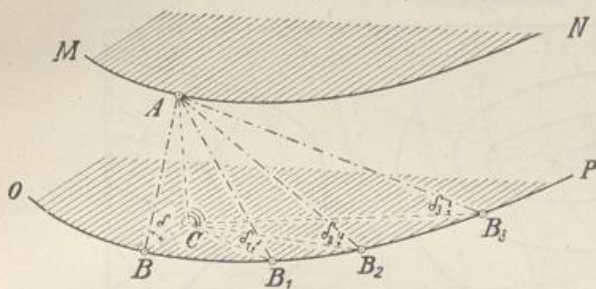
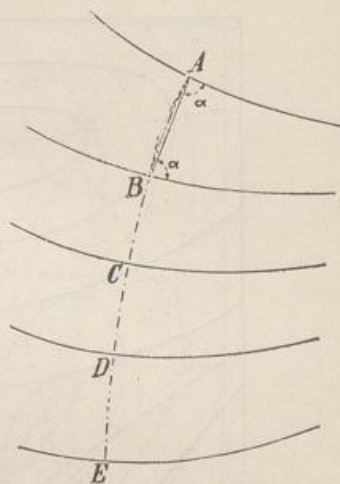


Abbildung 155.



beiden Höhenlinien unter dem gleichen Winkel  $\alpha$  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.

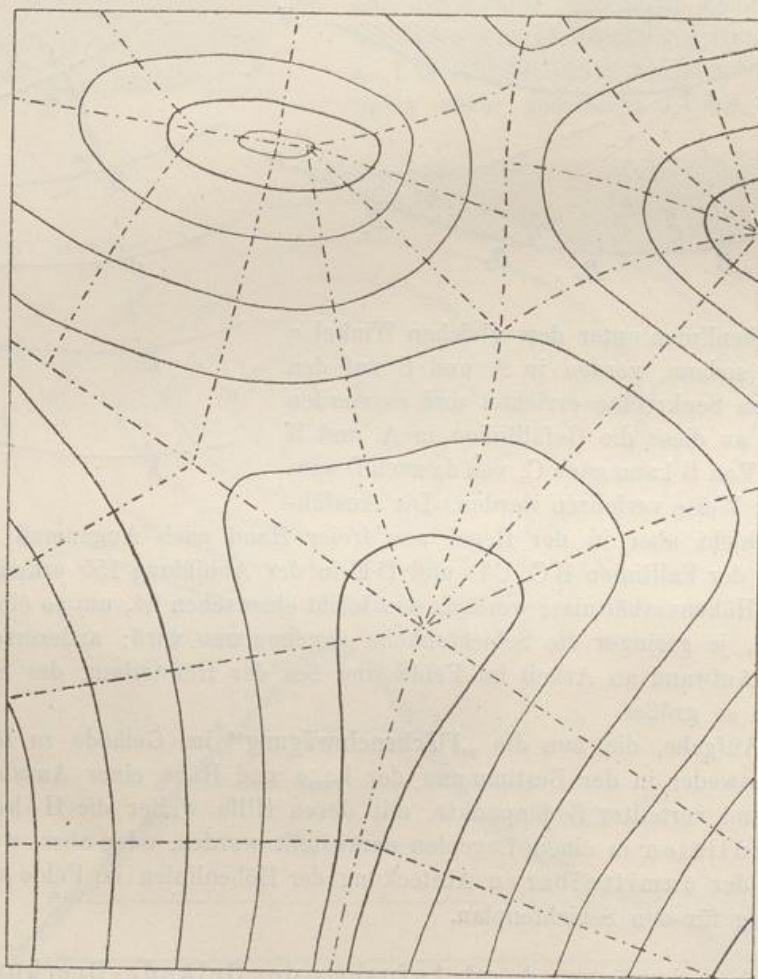
Die Auswahl der Bodenpunkte ist unter dem Gesichtspunkte vorzunehmen, daß für die Darstellung der Höhenlinien nur die wesentlichen Formen der Geländeoberfläche maßgebend sind. Natürliche oder künstliche Abweichungen in dem allgemeinen Verlauf der Bodenformen, wie Wasserrisse, Geländestufen, steile Böschungen, 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.



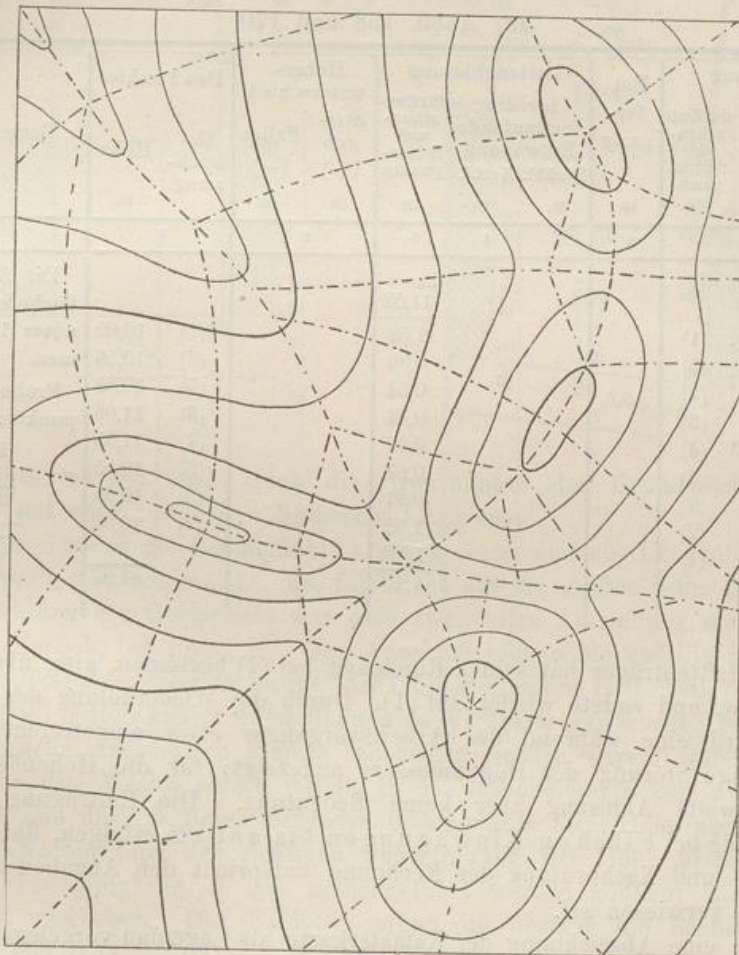
Punkte der betreffenden Geländeform und stehen auf den Schichtenlinien senkrecht, vor allem aber bilden sie die Wendepunkte im Verlaufe der Schichtenlinien, worauf es hier in erster Linie ankommt. Die Geripplinien sind auch in ebenem, wenn nur übersichtlichem Gelände leicht zu erkennen und daher auch 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-<br>fer-<br>nung<br>s<br>m | Lattenablesung                       |                                               | Höhen-<br>unterschied |               | Des Punktes           |       | Bemerkungen                                                          |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------|---------------|-----------------------|-------|----------------------------------------------------------------------|
| des Punktes<br>der fortl.<br>Einwägung | desZwi-<br>schen-<br>oder<br>Seiten-<br>punk-<br>tes |                                | für die<br>fortlaufende<br>Einwägung | fürZwi-<br>schen-<br>und<br>Seiten-<br>punkte | Stei-<br>gen<br>(+)   | Fallen<br>(-) | Be-<br>zeich-<br>nung | Höhe  |                                                                      |
| im<br>Rückbl.                          | im<br>Vorbl.                                         |                                | Rückbl.                              | Vorbl.                                        | m                     | m             |                       | m     |                                                                      |
| 1                                      |                                                      | 2                              | 3                                    | 4                                             | 5                     | 6             | 7                     | 8     |                                                                      |
|                                        |                                                      |                                |                                      |                                               | hz =<br>11,52         |               |                       |       | Die Ausgangs-<br>fläche ist zu 10,00 m<br>unter (1) angenom-<br>men. |
|                                        | (1)                                                  |                                |                                      |                                               | 1,52                  |               | (1)                   | 10,00 |                                                                      |
|                                        | (5)                                                  |                                |                                      |                                               | 0,96                  |               | (5)                   | 10,56 |                                                                      |
|                                        | (7)                                                  |                                |                                      |                                               | 0,64                  |               | (7)                   | 10,88 | Probe der Seiten-<br>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.

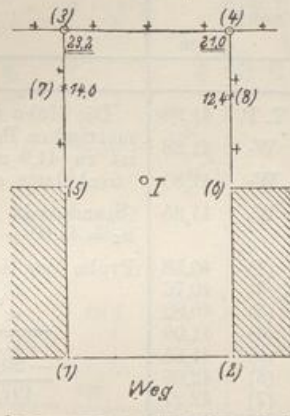
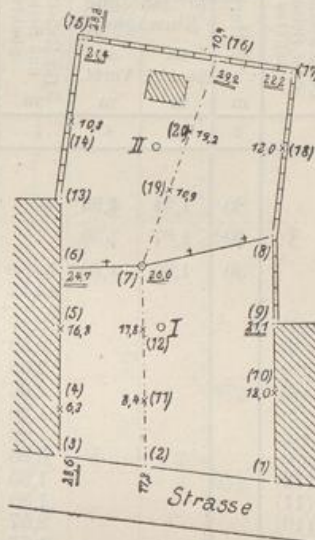


Abbildung 159.



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<br>s<br>m | Lattenablesung                       |              | für Zwischen-<br>und Seiten-<br>punkte<br>m | Höhen-<br>unterschied |               | Des<br>Punktes        |              | Bemerkungen                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------|----------------|----------------------|--------------------------------------|--------------|---------------------------------------------|-----------------------|---------------|-----------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| des Punktes<br>der fortl.<br>Einwägung |                |                      | für die<br>fortlaufende<br>Einwägung |              |                                             | Steigen<br>(+)        | Fallen<br>(-) | Be-<br>zeich-<br>nung | Höhe<br>m    |                                                                                                                                                                                                          |
| im<br>Rückbl.                          | im<br>Vorbl.   |                      | im<br>Rückbl.                        | im<br>Vorbl. |                                             |                       |               |                       |              |                                                                                                                                                                                                          |
| 1                                      |                | 2                    | 3                                    | 4            | 5                                           | 6                     |               | 7                     | 8            |                                                                                                                                                                                                          |
| T. P.                                  | W <sub>1</sub> | 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.<br>(Standpunkt I. Zielhöhe: $h_z = 41,80 + 1,35 = 43,15$ ).                                                   |
| W <sub>1</sub>                         | W <sub>2</sub> | 90                   | 1,87                                 | 1,35         |                                             | 0,52                  |               | W <sub>1</sub>        | 41,28        |                                                                                                                                                                                                          |
| W <sub>2</sub>                         | W <sub>3</sub> | 30                   | 1,35                                 | 1,20         | $h_z = 43,15$                               | 0,15                  |               | W <sub>2</sub>        | 41,80        |                                                                                                                                                                                                          |
|                                        |                |                      |                                      |              |                                             |                       |               | W <sub>3</sub>        | 41,95        | Probe der Seitenpunkte:<br>$43,15$<br>$\times 12$<br><hr/> $517,80$<br>$- 20,71$<br><hr/> $497,09$                                                                                                       |
|                                        | (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        |                                                                                                                                                                                                          |
|                                        |                |                      |                                      |              | <hr/> 20,71                                 |                       |               |                       | <hr/> 497,09 |                                                                                                                                                                                                          |
|                                        |                |                      |                                      |              | $h_z = 43,20$                               |                       |               |                       |              |                                                                                                                                                                                                          |
| W <sub>3</sub>                         | (13)           |                      | 1,25                                 |              | 0,95                                        |                       |               | (13)                  | 42,25        | (Standpunkt II. Zielhöhe: $h_z = 41,95 + 1,25 = 43,20$ ).<br>Probe der Seitenpunkte:<br>$43,20$<br>$\times 8$<br><hr/> $345,60$<br>$- 4,58$<br><hr/> $341,02$<br>Probe: 41,90<br>$+ 0,05$<br><hr/> 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        |                                                                                                                                                                                                          |
|                                        |                |                      |                                      |              | <hr/> 4,58                                  |                       |               |                       | <hr/> 341,02 |                                                                                                                                                                                                          |
|                                        |                |                      |                                      |              | <hr/> 4,56                                  |                       |               |                       | <hr/> 4,58   |                                                                                                                                                                                                          |
|                                        |                |                      |                                      |              | <hr/> 0,05                                  |                       |               |                       | <hr/> 0,05   |                                                                                                                                                                                                          |
|                                        |                |                      |                                      |              |                                             | <hr/> 0,67            |               |                       | <hr/> 0,62   |                                                                                                                                                                                                          |
|                                        |                |                      |                                      |              |                                             | <hr/> 0,05            |               |                       | <hr/> 0,05   |                                                                                                                                                                                                          |
|                                        |                |                      |                                      |              |                                             |                       |               |                       | <hr/> 41,95  |                                                                                                                                                                                                          |

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.

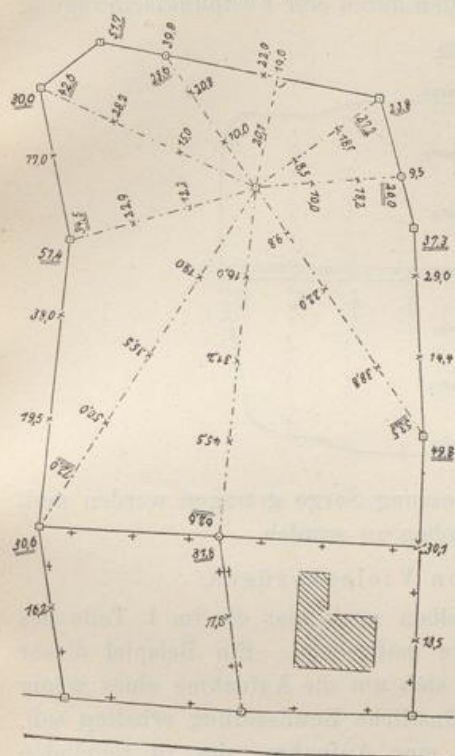


Abbildung 161.



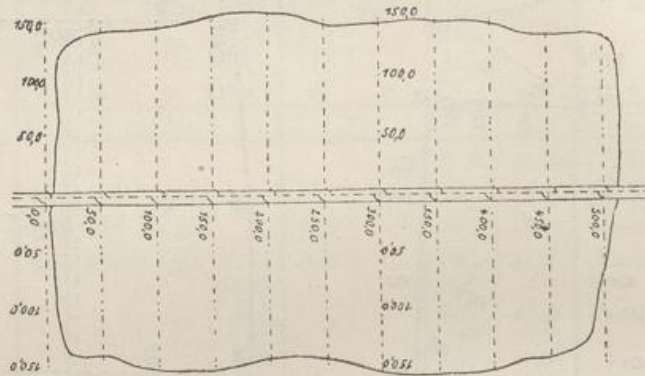
rechtwinkelig aufgenommen werden, siehe die Abbildung 161, wo einige Grenzpunkte wieder rechtwinkelig von den Ordinaten aus festgelegt sind. Der Abstand der Fußpunkte der Ordinaten, die mit Hilfe eines Winkelkopfes oder eines Spiegels oder Prismas (s. I. Teil, S. 21) abgesteckt werden, ist den Höhenverhältnissen 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

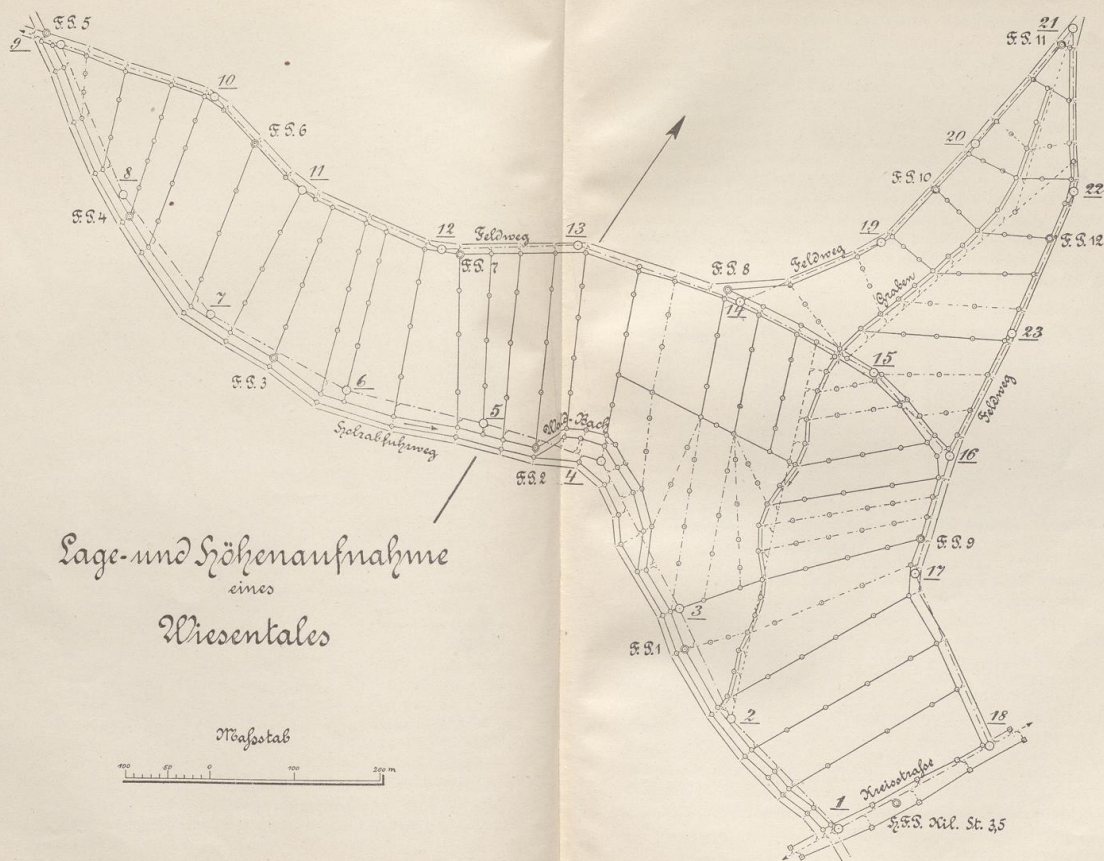
\*) Siehe: Der Erdbau, von G. Schewior, Bd. XIII des Handbuchs des Bauingenieurs. Verlag Bernh. Friedr. Voigt, Leipzig.

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















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.

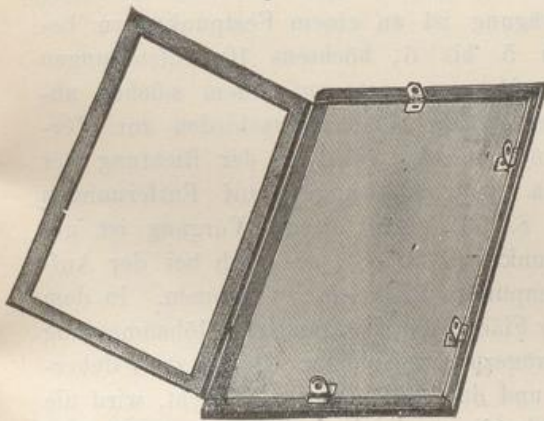
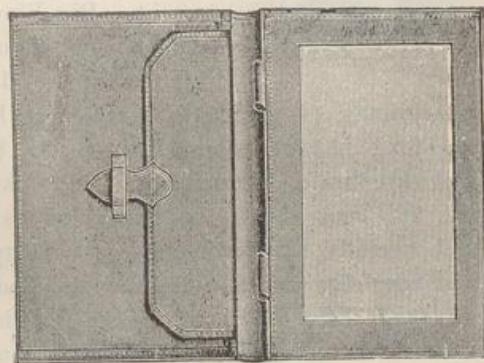


Abbildung 164.



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.

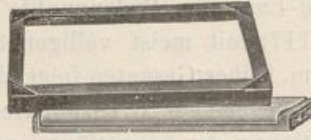


Der Vorgang der Messungen spielt sich überall in der Weise ab, daß der Leiter der Aufnahmen zunächst in Begleitung des Lattenträgers für einen passenden Flächenteil die Bodenpunkte aussucht, sie durch nummerierte Pfähle sichtbar macht und für den Lageplan festlegt, sodann die Höhenaufnahme

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.

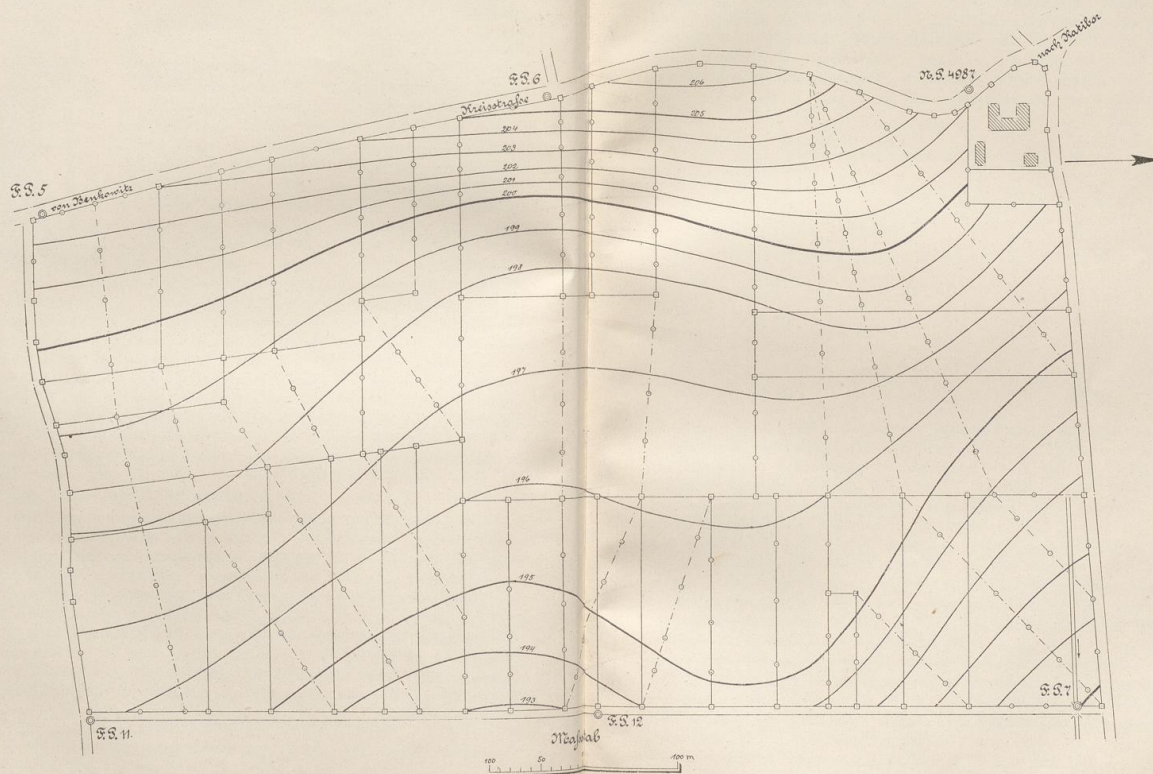
Geben die Katasterkarten keinen genügenden Anhalt zur Einmessung der Bodenpunkte, etwa aus dem Grunde, weil nur großer Besitz vorliegt und daher







# Flächen-Höhenaufnahme nach Geripplinien



Schwior, Das Feldmessen II.

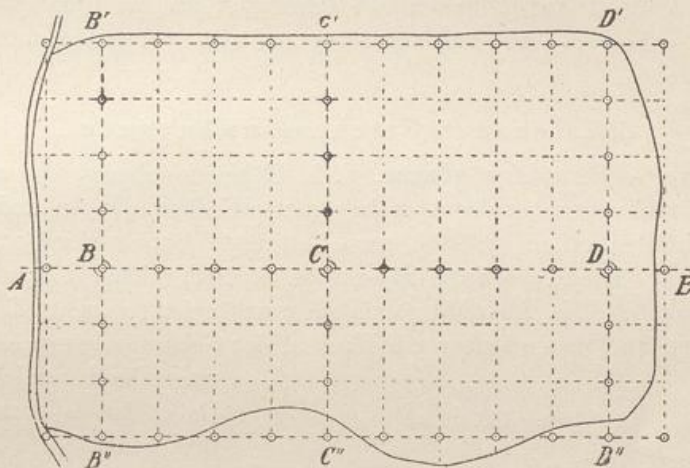






wenige oder unsichere Parzellengrenzen zur Verfügung stehen, dann bietet in der Regel ein Quadratnetz, ein die ganze Fläche bedeckender Linienrost mit quadratischer Maschenanordnung, ein sehr vorteilhaftes Mittel für die Lage- und Höhenaufnahme. Voraussetzung ist hierbei, daß das Gelände übersichtlich 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-

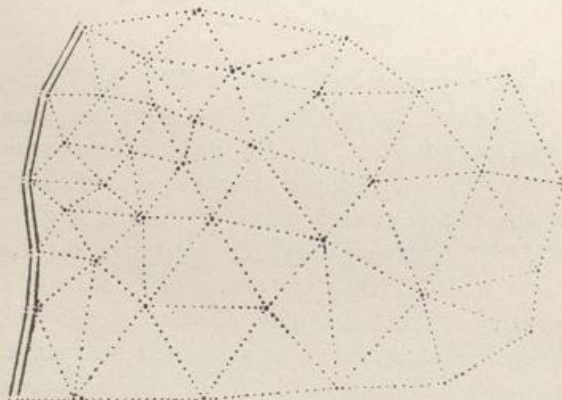


ung auch die stets notwendige Entwässerung vorsieht\*). Die Hauptlinie A B konnte vom H. F. P. 5 (s. S. 61 und Abbil. 112 und 113) in der Richtung des das Gelände durchfließenden Bachlaufes abgesteckt werden. Der Rost überspannt die ganze Wiesenfläche, die zum größten Teile von Wegen, sonst von einem 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) vermarkt 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.

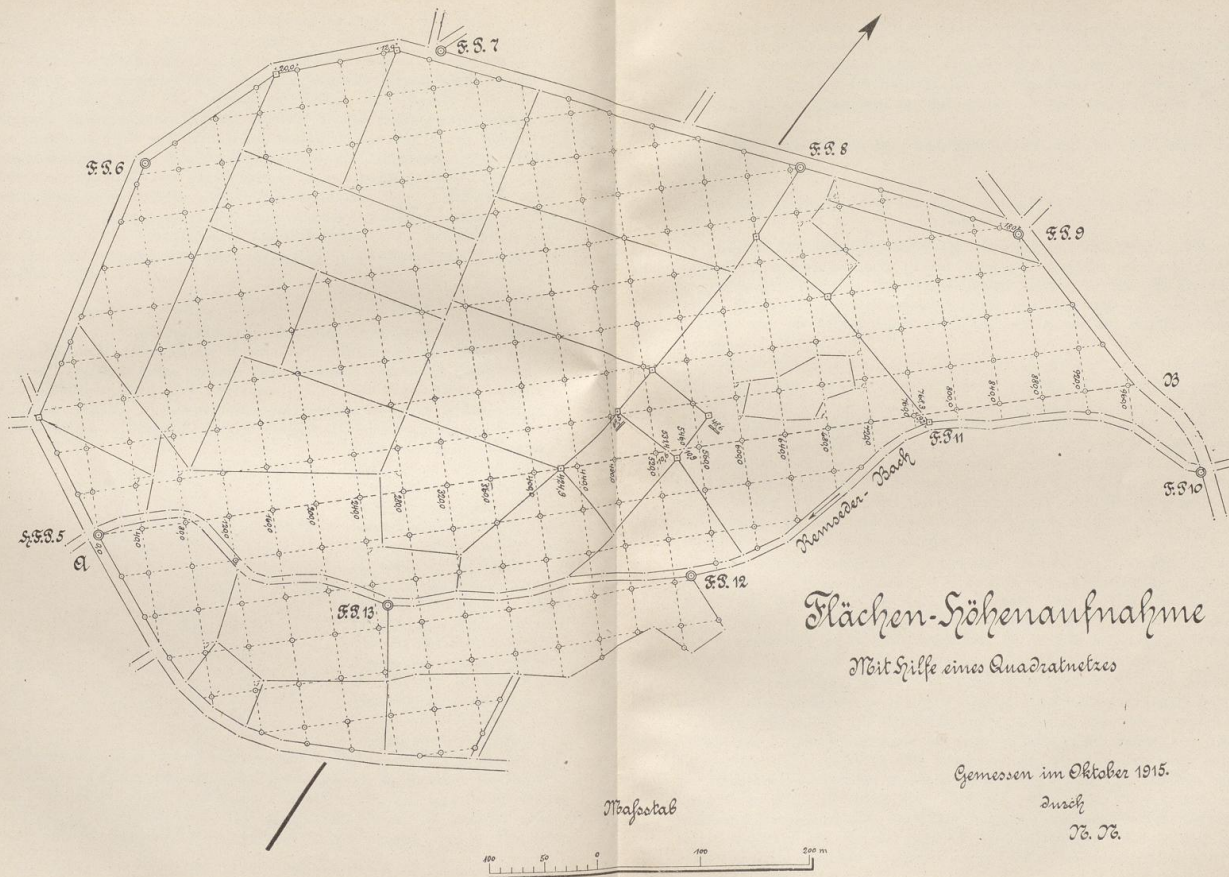
Dieses Verfahren nach „zerstreuten“ Punkten ist, wie leicht einzusehen, sehr zeitraubend und kostspielig; es kommt deshalb nur in besonderen Fällen, wie schon oben angedeutet, zur Anwendung. Die Messung der Lage erfolgt, soweit es sich um ein scharfes Ergebnis handelt, am besten nach den im I. Teile, 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.

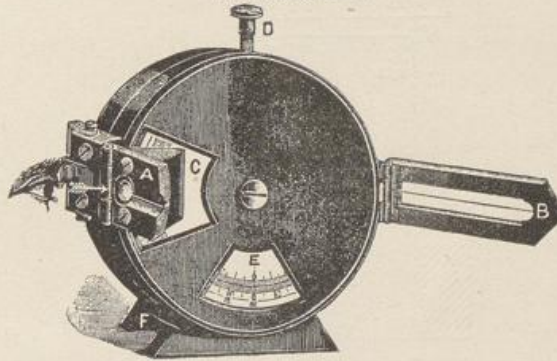






Für die Ermittlung der Richtungswinkel und der Höhenwinkel ist der schon im Teile I des Werkes, auch in seinem Gebrauche näher beschriebene „Schmalkaldersche Kompaß“, siehe dort Abbil. 191, und der Höhenwinkelmesser von Brandis, ebenda Abbil. 130, geeignet. Eine Verbindung beider Instrumente zeigt die Abbil. 169. Mit Hilfe der Höhenwinkel werden für die Darstellung des Schichtenplanes sowohl die erforderlichen wagerechten 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.

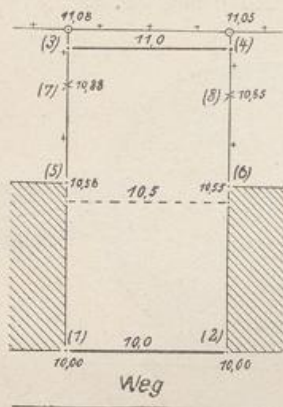
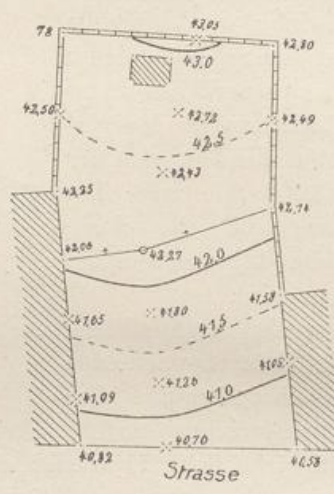


Abbildung 171.



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.

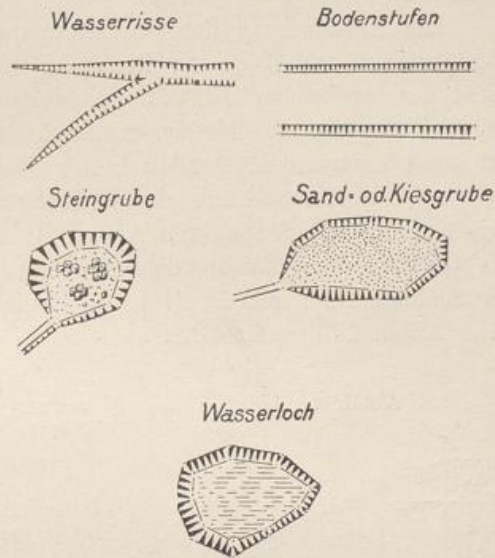


Abbildung 172a.



Nachdem der Lageplan auf grund der Feldaufnahmen vervollständigt worden ist, werden die Höhenzahlen dem Einwägebuche entnommen und an die Bodenpunkte 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.

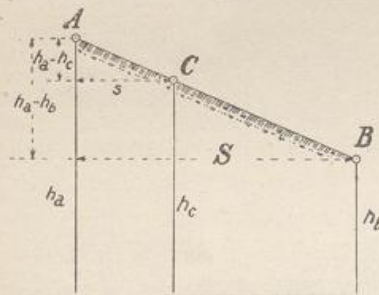
Es ergab sich für den Schichtpunkt 11,0:

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

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.

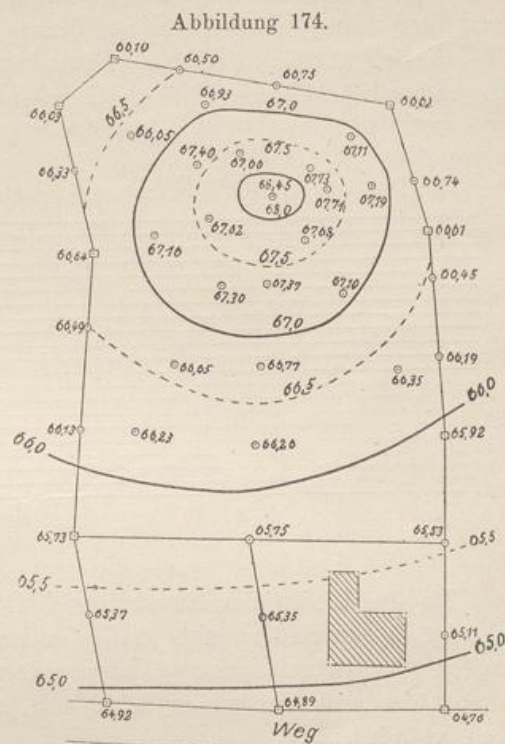




Einen etwas gekrümmten Verlauf der Höhenlinien, die gleichfalls durch rechnerisches Einschalten erhalten werden, zeigt die Abbildung 171 mit der Einmessung der Punkte nach Abbildung 159. Die Schichtenhöhen haben ebenfalls einen Abstand von 0,5 m.

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

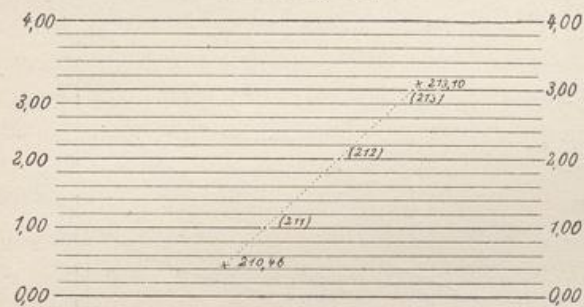




Maßstabslinien 2,50, 3,00 und 3,50 die gesuchten Schichtpunkte (212,5) bzw. (213,0) bzw. (213,5), die man auf den Lageplan durchsticht. Die Bezifferung des Verhältnismaßstabes richtet sich, wie leicht einzusehen ist, nach dem Abstände der Schichtenlinien und ist hiernach einzurichten.

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.

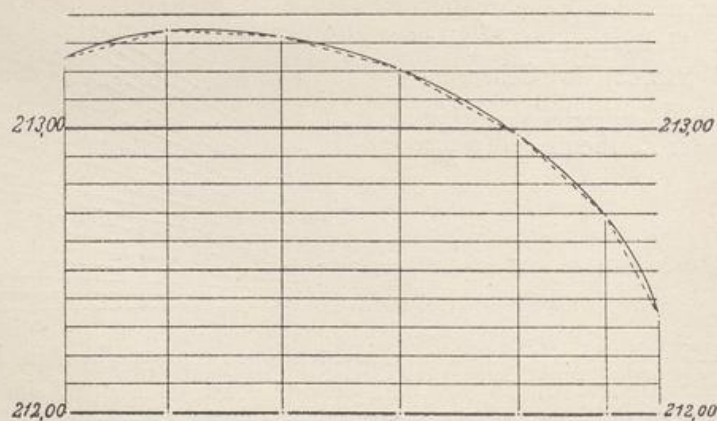


Die „Einschalttafel“ wird mit der Bezifferung, hier 0,00, 1,00 usw., auf die Höhe des einen Endpunktes (hier 210,46) der Verbindungsgeraden der beiden Geländepunkte gelegt und um diesen gedreht, bis die Höhe des anderen Geländepunktes abgelesen wird, hier 213,10. Die gesuchten Schichtpunkte 211 m, 212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

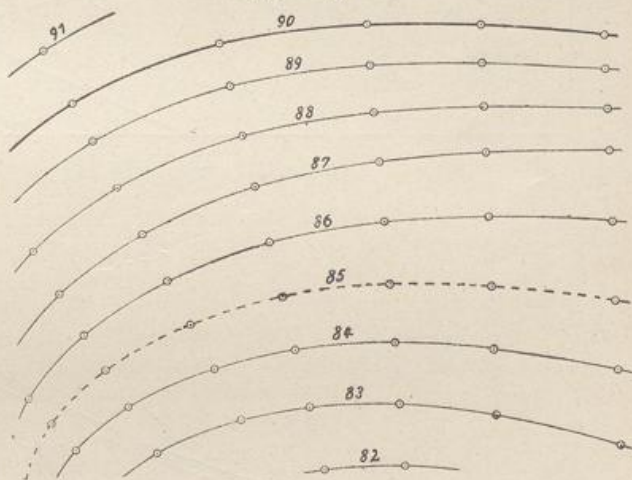
Das Aufsuchen der Bodenpunkte wird mit der Höhenlatte bewerkstelligt, die man durch den Lattenträger so lange auf dem Boden versetzen läßt, bis ihr Fußpunkt in der Höhe der betreffenden Schichtenlinie sich befindet. Das Einweisen der Latte geschieht vom Höhenmesser aus, dessen jeweilige „Zielhöhe“ (s. 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. Höhengschnitte 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.

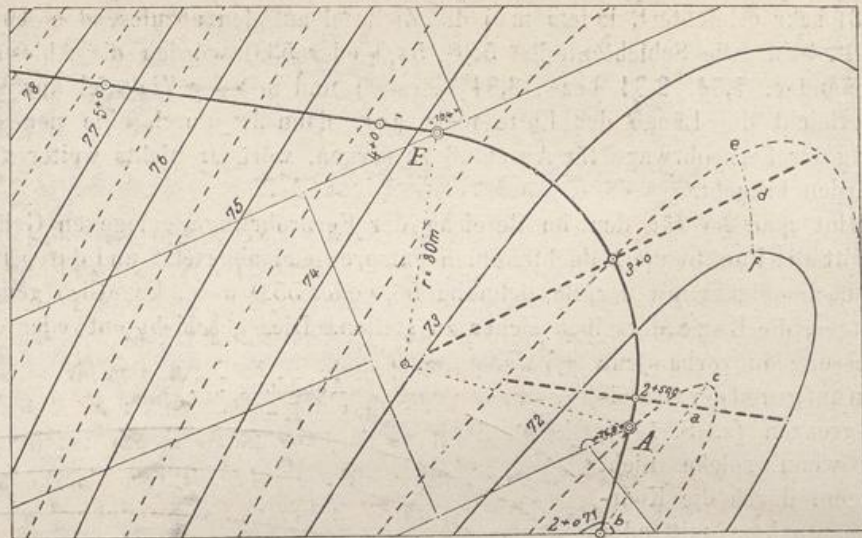


Abbildung 182.

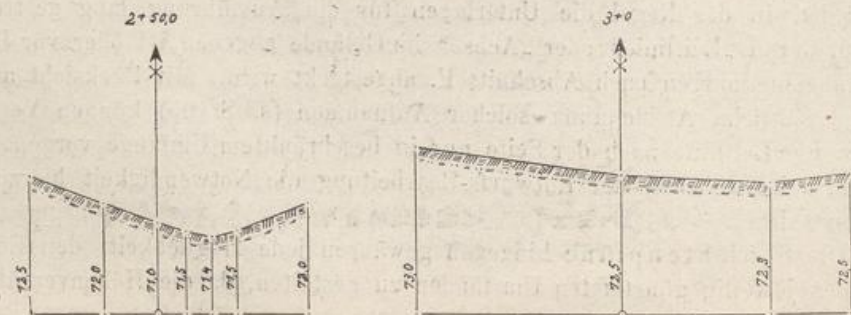
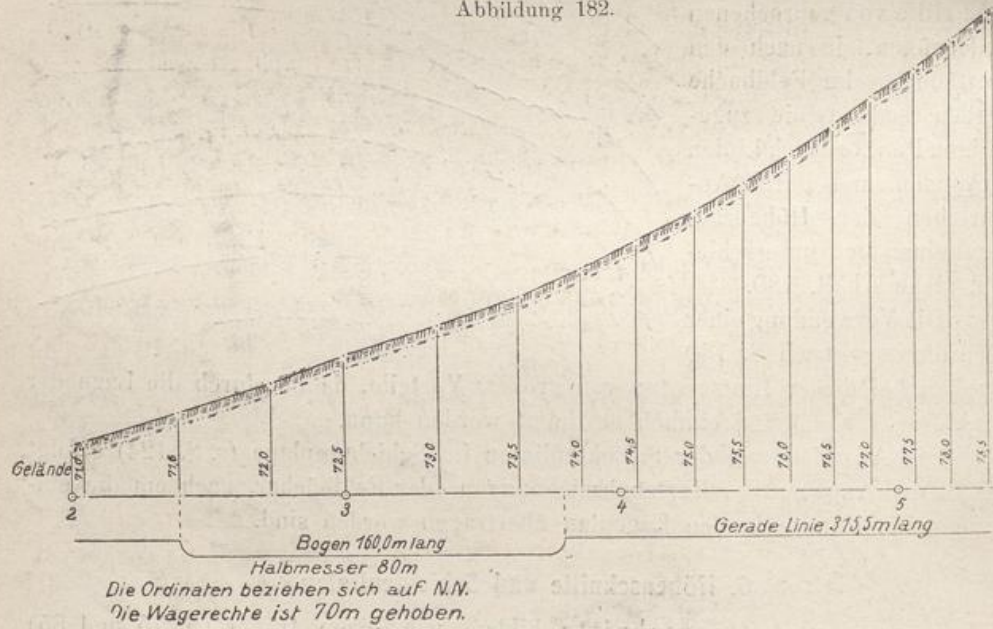


Abbildung 183.



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

$$\Delta h = \frac{51}{60} \cdot 0,5$$

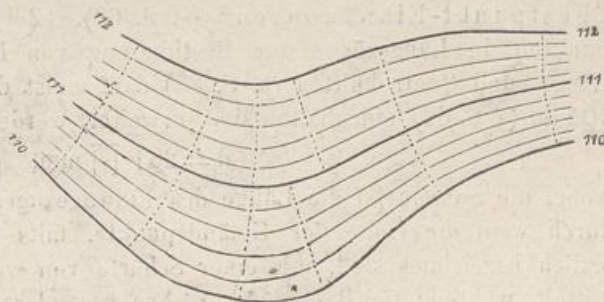
$$= 0,42 \text{ m} = \text{rd. } 0,40 \text{ m,}$$

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 Zubehöerteile, 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.