



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

**A. H. Klauser's Lehrbuch der Vermessungskunde**

**Klauser, Adolf H.**

**Reichenberg, 1895**

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-80291](#)

M  
35091

E.K. 4947.

1293  
a





E.JL. 4947

1293  
a

A. H. KLAUSER'S  
LEHRBUCH  
DER  
VERMESSUNGSKUNDE.

FÜR DEN GEBRAUCH AN GEWERBESCHULEN

ZUGLEICH ALS

HILFSBUCH FÜR BAU- UND MASCHINEN-TECHNIKER etc.

BEARBEITET UND HERAUSGEGEBEN

von

INGENIEUR **GUSTAV LAHN,**

PROFESSOR AN DER K. K. STAATS-GEWERBESCHULE IN REICHENBERG.

ZWEITE, VOLLSTÄNDIG UMGEARBEITETE AUFLAGE.

MIT 110 IN DEN TEXT EINGESCHALTETEN FIGUREN UND EINER TAFEL.

REICHENBERG.

VERLAG VON J. FRITSCHE.

1895.



03  
M  
35091

Druck von Gebrüder Stiepel in Reichenberg.

## Vorwort.

Die Grundlage dieses, in zweiter vollständig umgearbeiteter Auflage erscheinenden, Lehrbuches bildete das von meinem verstorbenen Collegen A. H. Klauser hinterlassene Manuscript, das zahlreiche Ergänzungen erhielt, während nahezu sämmtliche eingeschalteten Figuren, sowie auch die beige-schlossene Tafel neu ausgeführt wurden.

Bezüglich des Umfanges dieses Handbuches sei bemerkt, dass bei Ab-fassung desselben vorwiegend die allgemeinen Bedürfnisse der Praxis maß-gebend waren und der Umstand beachtet wurde, dass einerseits der Lehrer — je nach der speciellen, fachlichen Ausbildung seiner Schüler — aus dem gesammten hier behandelten Lehrstoffe eine freie Auswahl treffen kann, andererseits der ausübende Techniker ein Hilfs- und Nachschlagebuch zu seiner ferneren Ausbildung je nach Bedarf vorfindet.

Jene Erklärungen, die man in den Lehrbüchern der Hilfswissenschaften, insbesondere der Geometrie und Physik, ausführlich behandelt antrifft, sind entweder ganz ausgeblieben, oder doch nur auf das Nothwendigste be-schränkt worden.

In dieser Auflage wurden hauptsächlichst Instrumente neuerer Con-structionen berücksichtigt, nebstdem einige ältere in Kürze beschrieben, da dieselben mitunter noch im Vermessungswesen Anwendung finden.

Bei der Bearbeitung dieses Lehrbuches gelangte die im Anhange an-geführte Fachliteratur zur theilweisen Benützung.

Für die Förderung dieser Arbeit seitens meiner ehemaligen Fach-collegen, der Herren Karl Genauck und Josef Rothe, Directoren der k. k. Staatshandwerkerschulen in Linz und Tetschen, sei hiemit der ver-bindlichste Dank zum Ausdrucke gebracht.

Reichenberg, im Mai 1895.

Der Herausgeber.



# INHALT.

	Seite
§ 1. Einleitung . . . . .	1

## Abtheilung: I. Das Feldmessen.

§ 2. Allgemeine Bemerkungen . . . . .	1
„ 3. Arten der Aufnahmen . . . . .	2
„ 4. Die Maße . . . . .	3

### A. Instrumente und Geräthe zum Feldmessen.

§ 5. Allgemeine Bemerkungen . . . . .	4
„ 6. Bewegungen einzelner Instrumententheile . . . . .	5

#### 1. Bestandtheile einzelner Messinstrumente.

a) Mittel zur Angabe verticaler und horizontaler Richtungen.

§ 7. Das Loth (Senkel) . . . . .	6
„ 8. Die Setzwage (Schrotwage) . . . . .	6
„ 9—11. Die Libelle (Wasserwage) . . . . .	7

#### b) Visiermittel.

§ 12. Einleitende Bemerkungen . . . . .	10
„ 13. Das Fernrohr im allgemeinen . . . . .	11
„ 14. Das geodätische Fernrohr . . . . .	11
„ 15—16. Das Diopterlineal . . . . .	13
„ 17—18. Das Fernrohrdiopter (Kippregel, Perspectivlineal) . . . . .	14
„ 19. Genauigkeit der Visuren . . . . .	16

c) Mittel zur Messung sehr kleiner Linien und Winkel.

§ 20. Die Nonien (Verniere) . . . . .	16
---------------------------------------	----

#### 2. Mittel zum Bezeichnen der Punkte und Geraden auf dem Felde.

§ 21. Allgemeine Bemerkungen . . . . .	18
„ 22. Die Fluchtstäbe (Tracierstäbe, Figurierungsstangen), Absteckstäbe . . . . .	18
„ 23. Die Pföcke . . . . .	19

#### 3. Instrumente und Geräthe zu Längenmessungen.

§ 24. Einleitende Bemerkungen . . . . .	19
„ 25. Die Maßstäbe . . . . .	20
„ 26. Die Messlatten oder Messtangen . . . . .	20
„ 27—28. Die Messketten . . . . .	21
„ 29. Die Rollmessbänder . . . . .	22
„ 30. Genauigkeit einer Längenmessung . . . . .	23
„ 31. Distanzmesser im allgemeinen . . . . .	23
„ 32—33. Distanzmesser nach Reichenbach . . . . .	23
„ 34—36. Distanzmesser nach Stampfer . . . . .	26

#### 4. Instrumente zu Winkelmessungen.

	Seite
§ 37. Einleitende Bemerkungen. Stative . . . . .	28
<i>a) Instrumente zur Absteckung rechter Winkel.</i>	
§ 38. Das Winkelkreuz . . . . .	29
" 39. Die Winkeltrommel . . . . .	29
" 40—42. Der Winkelspiegel . . . . .	30
" 43. Das Prismenkreuz von Bauernfeind . . . . .	32
" 44. Das symmetrische dreiseitige Winkelprisma . . . . .	33
" 45—48. Anwendungen und Prüfung des Prismenkreuzes . . . . .	34
<i>b) Instrumente zur Messung und Absteckung von Winkeln nach dem Gradmaße.</i>	
§ 49. Einleitende Bemerkungen . . . . .	36
" 50. Der Verticalkreis . . . . .	37
" 51. Der Theodolit im allgemeinen . . . . .	37
" 52—53. Der Theodolit kleinerer Gattung von Starke & Kammerer . . . . .	38
" 54—56. Winkelmessungen. Genauigkeit derselben . . . . .	41
" 57. Boussolen-Instrumente . . . . .	42
" 58. Die Diopterboussole . . . . .	42
" 59—60. Die Fernrohrboussole . . . . .	43
" 61. Prüfung eines Boussolen-Instrumentes . . . . .	44
<i>c) Instrumente zur graphischen Winkelbestimmung.</i>	
§ 62. Einleitende Bemerkungen . . . . .	45
" 63. Der Messtisch . . . . .	45
" 64—65. Das Aufstellen und Orientieren des Tisches . . . . .	48
" 66. Die Orientirungs-Boussole . . . . .	48
" 67—70. Methoden zur Festlegung der Punkte bei Messtischarbeiten . . . . .	49
" 71. Die Genauigkeit einer Messtischaufnahme . . . . .	51
§ 72. Hilfsmittel für Feldarbeiten . . . . .	52

#### B. Die Grundoperationen des Feldmessens.

§ 73—78. Absteckungen von Geraden . . . . .	52
" 79—81. Das Abstecken und Messen der Winkel auf dem Felde . . . . .	55
" 82—83. Bestimmung des Durchschnittspunktes zweier Geraden . . . . .	56
" 84. Das Messen gerader Linien auf dem Felde . . . . .	57
" 85—88. Mittelbare Längenmessungen abgesteckter Geraden . . . . .	57
" 89. Das Abstecken von Kreisbögen . . . . .	59

#### C. Aufnahme und Berechnung der Flächen.

##### 1. Aufnahmehmethoden.

§ 90. Einleitende Bemerkungen . . . . .	61
" 91. Die Coordinatenmethode . . . . .	62
" 92. Die Dreiecksmethode . . . . .	63
" 93—94. Die Polarmethode . . . . .	64
" 95—97. Die Umfangsmethode . . . . .	65
" 98—99. Die Standlinienmethode . . . . .	67

##### 2. Arbeitsvorgang bei Situationsaufnahmen.

§ 100. Allgemeine Bemerkungen . . . . .	69
" 101—102. Aufnahmen einzelner Grundstücke . . . . .	70
" 103—104. Aufnahmen von Wasserläufen und Strassen . . . . .	71
" 105. Aufnahme kleiner Situationen . . . . .	71
" 106. Prüfung der Aufnahme. Wahl der Methode . . . . .	72

	Seite
§ 107. Aufnahme eines Grundcomplexes nach der Standlinienmethode . . . . .	73
” 108. Controle während der Aufnahme . . . . .	75
” 109. Prüfung einer Messtischaufnahme . . . . .	76
” 110. Die Triangulierung . . . . .	76
” 111. Bestimmung der Mittagslinie . . . . .	76

### 3. Flächenberechnung der aufgenommenen Figuren.

a) Flächenberechnung mit Hilfe der auf dem Felde gemessenen Längen.	
§ 112—114. Das Dreieck. — Das Viereck. — Das Polygon . . . . .	77
b) Flächenermittlung nach dem Plane.	
§ 115. Flächenbestimmung durch Abnahme der Maße. . . . .	79
” 116—117. Das Polar-Planimeter . . . . .	79

## Abtheilung: II. Das Nivellieren.

§ 118. Einleitende Bemerkungen . . . . .	81
” 119. Scheinbarer und wahrer Horizont . . . . .	81

### A. Instrumente und Geräthe zum Nivellieren.

§ 120. Allgemeine Bemerkungen . . . . .	82
1. Nivellierinstrumente ohne Fernrohr.	
§ 121—122. Die Abwäglatte, Waglatte . . . . .	83
” 123—125. Die Canalwage . . . . .	84
” 126—128. Das Nivellierdiptopter . . . . .	85

### 2. Nivellierinstrumente mit festem Fernrohre.

§ 129. Einleitende Bemerkungen . . . . .	86
” 130—131. Das Stampfer'sche Taschen-Nivellier-Instrument . . . . .	86
” 132—133. Das Stampfer'sche Taschen-Nivellier-Diopter . . . . .	88
” 134—135. Das Taschen-Nivellier-Instrument von Kraft & Sohn . . . . .	88
” 136—137. Das Stampfer'sche Nivellier-Instrument mittlerer Größe . . . . .	89
” 138—140. Prüfung u. Berichtigung der Nivellier-Instrumente mit festem Fernrohre . . . . .	91
” 141. Schlussbemerkungen . . . . .	92

### 3. Universal-Nivellier-Instrumente.

§ 142. Allgemeine Bemerkungen . . . . .	93
” 143. Prüfung und Berichtigung des Universal-Nivellier-Instrumentes von Starke & Kammerer . . . . .	93

### 4. Die Nivellierlatten.

§ 144. Einleitende Bemerkungen . . . . .	94
” 145—146. Die Nivellierlatten . . . . .	95

### B. Nivellier-Methoden.

§ 147—148. Das Nivellieren aus den Enden . . . . .	96
” 149—151. Das Nivellieren aus der Mitte . . . . .	98
” 152—153. Das Stampfer'sche Nivellieren . . . . .	99

### C. Höhen-Aufnahmen.

§ 154. Allgemeine Bemerkungen . . . . .	103
” 155—157. Längenprofil-Aufnahmen und Darstellungen . . . . .	104
” 158—159. Querprofil-Aufnahmen . . . . .	107
” 160. Das Flächen-Nivellement . . . . .	109

### Abtheilung: III. Das Situationszeichnen und die Terrain darstellung.

	Seite
§ 161. Hilfsmittel zum Situationszeichnen . . . . .	110
" 162—163. Ausfertigung der Situationspläne . . . . .	111
" 164. Darstellung der Terrainformen . . . . .	114
" 165. Das Copieren und Vervielfältigen der Pläne . . . . .	114

### Anhang. Praktische Anwendungen des Feldmessens und Nivellierens.

§ 166. Anlage von Entwässerungsgräben . . . . .	115
" 167. Planierung der Grabensohle . . . . .	117
" 168—170. Planierung unebener Terrainflächen . . . . .	117
" 171. Ermittelung der Geschwindigkeiten fließender Gewässer . . . . .	119
" 172. Die Schwimmer . . . . .	119
" 173. Der Woltmann'sche Flügel . . . . .	120
" 174—175. Querschnittsmessung und Gefällsermittlung eines Wasserlaufes . . . . .	121

# Einleitung.

§. 1. Die Vermessungskunde, Geodäsie, praktische Geometrie, auch Feldmesskunst genannt, ist jener Abschnitt der angewandten Mathematik, welcher uns lehrt, die Gestalt und Größe kleiner oder größerer Theile der Erdoberfläche zu ermitteln, die gegenseitige Höhenlage einzelner Punkte zu bestimmen und die durchgeführten Aufnahmen bildlich darzustellen.

Man kann hiernach den Lehrstoff der Vermessungskunde in folgende Abtheilungen zergliedern:

- I. Das Feldmessen;
- II. das Nivellieren;
- III. das Situationszeichnen und die Terrain-Darstellung.

Je nachdem sich die Vermessung über ganze Länder oder nur über kleine Theile der Erdoberfläche erstreckt, unterscheidet man die höhere und die niedere Geodäsie. Bei den Aufnahmen, welche in das Gebiet der höheren Geodäsie gehören, wird die Kugelgestalt der Erde in Rechnung gezogen, während diese im Bereiche der niederen Geodäsie zumeist unberücksichtigt bleibt, da sie keinen wesentlichen Einfluss auf die Genauigkeit der durchzuführenden Arbeiten ausübt.

Wir haben es im Umfange dieses Lehrbuches nur mit den Vermessungsarbeiten letzterer Art zu thun, d. h. mit den Aufnahmen kleiner Theile der Erdoberfläche, welche in diesem Falle, abgesehen von den vorhandenen Unebenheiten des Terrains, nicht als sphärische oder sphäroidische Fläche, sondern als eine Ebene aufzufassen ist.

## Abtheilung: I.

### Das Feldmessen.

§. 2. Allgemeine Bemerkungen. Das Feldmessen beschäftigt sich mit der Aufnahme kleiner Theile der Erdoberfläche als: einzelner Gemeinden, Besitzungen, Grundstücke, Straßen, Flüsse. Auch gehören hierher die Absteckungen von geraden Linien und Bögen für Bauten von Verkehrswegen, das Abstecken der Schnurgerüste für Neubauten u. s. w.

Unter einer Situations-Aufnahme versteht man das Ausmitteln der Gestalt und Größe der aufzunehmenden Flächen.

Denkt man sich durch einen Punkt eine mit der Erdkugel concentrische Kugelfläche gelegt, so heißt diese der wahre Horizont, während jene Ebene, welche die Kugelfläche in diesem Punkte berührt, der scheinbare Horizont desselben Punktes genannt wird. Der scheinbare Horizont eines Punktes steht senkrecht auf dem Lothe

dieselben, d. h. auf der Verbindungsline dieses Punktes mit dem Erdmittelpunkte. Da die Abweichung der Lothe zweier Punkte, die eine Entfernung von 1 km haben, nur ungefähr  $\frac{1}{2}$  Minute beträgt, so folgt, dass die auf diesen Lothen senkrecht stehenden Ebenen, d. h. die scheinbaren Horizonte dieser Punkte, dieselbe Abweichung besitzen. Für die Aufgaben des Feldmessens können somit die scheinbaren Horizonte nahe gelegener Punkte als parallel angenommen werden, indem man bei jenen Aufnahmen, welche eine Fläche von etwa  $700 \text{ km}^2$  nicht überschreiten, die vorhin erwähnten kleinen Abweichungen unberücksichtigt lässt.

Die bildliche Darstellung einer Situations-Aufnahme wird ein Situationsplan genannt. Da dieser Plan in einer ebenen Fläche ausgeführt wird, die Erdoberfläche aber wegen der stets wechselnden Form nicht als Ebene betrachtet werden kann, so bestimmt man die für eine Aufnahme nöthigen Längen und Winkel nicht in ihrer wirklichen Größe, sondern reducirt auf den scheinbaren Horizont, d. h. in jener Größe, wie sie durch eine gedachte Projection auf die Ebene des scheinbaren Horizontes erhalten werden. Auf dem Plane erscheint daher immer nur die Horizontalprojection oder der Grundriss der aufzunehmenden Flächen.

Dieser Vorgang hat auch seine volle Berechtigung, weil sämmtliche Bodenerzeugnisse in verticaler Richtung emporwachsen, daher eine geneigte Ebene nicht mehr Ertragsfähigkeit besitzt als ihre Horizontalprojection.

**§. 3. Arten der Aufnahmen.** Beim Feldmessen gibt es sehr verschiedene Veranlassungen, welche eine Aufnahme bedingen.

Man unterscheidet:

a) Ökonomische Aufnahmen. Der Zweck derselben ist die Ermittelung der Größe und Gestalt einzelner Grundstücke nebst Angabe ihrer Cultur, um darnach den Wert eines Besitzes kennen zu lernen, Grenzstreitigkeiten zu ordnen u. s. w.

Zu diesen Aufnahmen gehören auch die durch den Staat veranlassten Catastral-Aufnahmen, welche die den einzelnen Eigenthümern zukommenden Flächen genau bestimmen. Die Pläne selbst heißen Mappen. Diese sind noch durch ein Verzeichnis (Grundbuch) der jedem Grundbesitzer gehörigen Grundstücke (Parcellen) ergänzt. Vermöge der Mappen und Grundbücher ist der Staat in der Lage, die Steuern der Grundbesitzer genau zu bemessen.

b) Forstliche Aufnahmen. Sie erfordern eine genaue Messung der Waldgrenzen, der Culturabtheilungen und die Angabe der in diesen enthaltenen Holzgattungen, zum Zwecke einer geregelten Waldwirtschaft und der Werteinschätzung des Waldes.

c) Topographische Aufnahmen. Diese sollen ein getreues, übersichtliches Bild der gegenseitigen Lage einzelner Ortschaften sammt ihrer Umgebung, zum Zwecke eines leichteren Verkehrs, geben.

d) Militärische Aufnahmen. Hier ist die Ausmittelung der Form und Beschaffenheit des Terrains, zur Beurtheilung der darauf auszuführenden militärischen Operationen, von besonderer Wichtigkeit.

e) Hydrotechnische Aufnahmen. Die Feststellung der Lage und Gestalt der Ufer eines Flusses, die Angabe der Tiefe desselben, der Wassergeschwindigkeit und des Gefälles, der Gestalt des Flussbettes u. s. w. ist hier erforderlich.

f) Stadt- und Ortschaftspläne. Aus diesen soll die gegenseitige Lage der Häuser, die Breite der Straßen, die Anlage von neuen Straßen, Canälen, Wasser- und Gasleitungen u. s. w. ersichtlich sein.

**§. 4. Maße.** Eine Aufnahme wird mittelst Längen- und Winkelmessungen durchgeführt. Nach dem Gesetze vom 23. Juli 1871, R.-G.-Bl. 1872 Nr. 16, ist in Österreich-Ungarn das metrische Maß allgemein eingeführt worden, nach welchem das Meter als Einheit des Längenmaßes gilt.\*)

**Das Winkelmaß.** Bei dem Messen von Winkeln hat man außer der sogenannten Sexagesimaltheilung, nach welcher der rechte Winkel in 90 Grade (°), à 60 Minuten ('), à 60 Secunden (") getheilt wird, noch die in neuerer Zeit, namentlich in Frankreich, übliche Centesimaltheilung, wobei der rechte Winkel in 100°, à 100', à 100" einzutheilen ist. Diese neue Theilung bietet sowohl in der Schreibweise als auch in der Rechnung große Vortheile gegenüber der ersteren, so dass sie wahrscheinlich allgemeine Anwendung finden dürfte.

**Die Zeichnungsmaße.** Das Zeichnen eines Planes erfolgt nach einem verjüngten Zeichnungsmaße. Das Verhältnis zweier entsprechender Längen des Planes und der Natur wird durch eine Zahl angezeigt, welche das Verjüngungsverhältnis genannt wird. So bedeutet z. B. das Verjüngungsverhältnis  $\frac{1}{500}$  oder auch 1:500, dass jede Länge in der Zeichnung nur  $\frac{1}{500}$  der entsprechenden natürlichen Länge ist.

Zweck und Ausdehnung einer Aufnahme bedingen die Größe des Verjüngungsverhältnisses.

Die Catastralpläne oder Mappen sind im Maßstabe 1:2880, d. i. 1" = 40° (Wiener-Maß) hergestellt worden.

Geometrische Situationspläne für Grundtheilungen in Städten und geschlossenen Ortschaften 1:1440.

Ökonomische und forstliche Aufnahmen werden zumeist im Catastralmaßstabe hergestellt.

Für Neuaufnahmen des Catasters ist das auch in Deutschland bestehende Verhältnis 1:2500 in Aussicht genommen.

Für Baustellen und Gründe von höherem Werte ist der Maßstab 1:720 (Stadtpläne von Wien und Graz) oder der Maßstab 1:500 (Stadtplan von Reichenberg) in Anwendung gekommen.

Topographische Pläne fertigt man meistens im Maßstabe 1:14 400, aber auch in Maßstäben von 1:10 000 oder 1:20 000.

Militärische Aufnahmen sind früher in dem, mit dem Catastralmaßstabe im Zusammenhange stehenden, Verhältnisse 1:28 800 oder 1"=400° angefertigt worden. In neuester Zeit werden die Militär-Detailaufnahmen

\*) Mit Erlass des Ministeriums für Cultus und Unterricht vom 26. März 1883, Z. 5485, ist den Schulen nachfolgende Bezeichnung der Längen- und Flächenmaße vorgeschrieben worden:

Längenmaße	Kilometer = km	Quadratkilometer = $km^2$	Hektar = ha
	Meter = m	" meter = $m^2$	Ar = a
	Decimeter = dm	" decimeter = $dm^2$	
	Centimeter = cm	" centimeter = $cm^2$	
	Millimeter = mm	" millimeter = $mm^2$	
Längenmaße	Vor dem Jahre 1876 galt in Österreich allgemein das Wiener Maß wie folgt:		
	1 öst. Postmeile = 4000° (Wr. Klafter) = 7·585936 km		
	1 Wiener Klafter = 6' (Wr. Fuß) = 1·896484 m		
	1 " Fuß = 12" (Wr. Zoll) = 0·316081 m		
	1 " Zoll = 12'" (Wr. Linien) = 2·63401 cm		
Flächenmaße	1 öst. □ Meile = 10 000 nied. öst. Joch = 57·54642 $km^2$		
	1 nied. öst. Joch = 2 Strich = 1600 □° = 57·54642 a		
	1 □° = 36 □' = 3·596652 $m^2$		
	1 □' = 144 □" = 0·099907 $m^2$		
	1 □" = 144 □''' = 6·9380 $cm^2$		

1\*

im Maßstabe 1 : 25 000 ausgeführt und im Maßstabe 1 : 75 000 veröffentlicht.  
(Generalstabskarten.)

Bei kleineren Situationsplänen sind oft die bestehenden Bauordnungen für das betreffende Kronland maßgebend.

So schreibt z. B. die Bauordnung der k. k. Reichshaupt- und Residenzstadt Wien (L.-G. v. 17. Jänner 1883) vor, dass die Abtheilungspläne im Maßstabe von 1 : 360 auszufertigen sind. Bei größeren Grundflächen wird jedoch gestattet, dass der Übersichtsplan im Maßstabe von 1 : 720 oder 1 : 1440 ausgeführt wird; dann sind aber die einzelnen Baugruppen in Detailplänen im Maßstabe von 1 : 360 vorzulegen.

## A. Instrumente und Geräthe zum Feldmessen.

**§. 5. Allgemeine Bemerkungen.** Der Feldmesser (Geometer) soll die Genauigkeit derjenigen Instrumente kennen, welche er zu seinen Arbeiten benötigt. Dazu ist erforderlich, dass er mit der Einrichtung seiner Instrumente ganz vertraut ist; denn nur dann ist er in der Lage, die Richtigkeit derselben zu prüfen und vorkommende Fehler zu beseitigen. Mit dem Prüfen eines Instrumentes soll stets das Berichtigten (Rectificieren) desselben Hand in Hand gehen.

Da der menschliche Beobachtungssinn bei dem Aufwande der größten Aufmerksamkeit und bei Verwendung der vorzüglichsten Instrumente kleinen Fehlern unterworfen ist, so werden die Resultate einer und derselben Beobachtung doch kleine Verschiedenheiten zeigen. Das arithmetische Mittel dieser verschiedenen Resultate wird für unsere praktischen Bedürfnisse als das der Wahrheit nächstliegende beizubehalten sein.

Bildet man die Unterschiede zwischen den einzelnen Resultaten und dem arithmetischen Mittel, so gibt der Durchschnittswert dieser Unterschiede den sogenannten mittleren oder vielmehr den durchschnittlichen Fehler des Instrumentes, und diesen soll der Feldmesser bei allen seinen Instrumenten kennen, wenn er über den Grad der Genauigkeit seiner Arbeit im Klaren sein will.

Beispiel. Eine Gerade wurde als Basis einer größeren Aufnahme mit 4 m langen Messlatten, jedesmal mit Sorgfalt, gemessen.

Die Resultate der einzelnen Messungen sind:

$L_1 = 250'716 \text{ m}$	und die unterschiedlichen Werte:	716 mm
$L_2 = 250'602$	"	602 "
$L_3 = 250'682$	"	682 "
$L_4 = 250'592$	"	592 "

$$2592 : 4 = 648 \text{ mm}$$

Summiert man hier nur die unterschiedlichen Einheiten der letzten Decimalen, so geben diese 648 zum arithmetischen Mittel. Demgemäß ergibt sich als mittlerer Wert der gemessenen vier Längen  $M = 250'648 \text{ m}$

$$\begin{aligned} M - L_1 &= -0'068 \\ M - L_2 &= +0'046 \\ M - L_3 &= -0'034 \\ M - L_4 &= +0'056 \end{aligned}$$

$$0'204 : 4 = 0'051$$

Bildet man die Summe der vier Unterschiede ohne Rücksicht auf das Vorzeichen, da es sich hier nur um die Größe derselben handelt, so ist der vierte Theil der Summe der durchschnittliche Fehler  $\delta$  einer Messung, somit ist

$$\delta = \pm 0'051 \text{ m}$$

Das Fehlerverhältnis berechnet sich mit:  $\frac{\delta}{M} = \frac{51}{250648} \cdot \frac{1}{4914}$

Eine genaue Berechnung des mittleren Fehlers erfolgt durch die „Theorie der kleinsten Quadrate“.

Für unsere Zwecke ist die einfache, hier durchgeführte Berechnung des mittleren Fehlers vollkommen genügend, weil das Resultat von dem streng theoretischen nicht sehr abweichend ist.

**§. 6. Bewegungen einzelner Instrumententheile.** Die meisten Instrumente haben drehbare oder verschiebbare Theile, welche es ermöglichen, eine gewisse Bewegung mehr oder weniger einzuleiten oder ganz einzustellen. Die Verschiebung eines Theiles mit freier Hand heißt die **große Bewegung**, hingegen jene mittelst einer hiezu angebrachten eigenen Vorrichtung die **feine Bewegung**.

Um einzelne Theile eines Instrumentes mit einander in feste Verbindung zu bringen oder auch kleine, gleichförmige Bewegungen vorzunehmen, benützt man Schrauben, welche je nach ihrer Verwendung unter den Namen Stellschrauben, Klemmschrauben, Messschrauben u. s. w. vorkommen. Von diesen unterscheiden sich die sogenannten Rectificierschräubchen, welche zur Berichtigung der Instrumente dienen und nicht mit freier Hand, sondern mit eigenen, hiezu passenden Schraubenschlüsseln bewegt werden.

Wenn sich ganz kleine Verschiebungen dem zu bewegenden Instrumententheile nicht mittheilen, so sagt man, die feine Bewegung habe einen **todten Gang**.

Bei neueren Instrumenten wird der tote Gang der Schrauben beseitigt, indem man durch eine eingelegte Feder ein stetes Anliegen der Spindel an die Mutter bewirkt.

Soll ein Instrumententheil nicht in einer bestimmten Ebene verschoben oder gedreht, sondern nach allen Richtungen bewegt werden können, wie dies beim Horizontalstellen von Ebenen der Fall ist, so kommt die sogenannte **Kernbewegung** in Anwendung.

Diese Kernbewegung wird bei neueren Instrumenten durch ein Kugelsegment hergestellt, welches gewöhnlich mit dem festen Theile des Instrumentes verbunden ist. Der bewegliche Theil des Instrumentes besitzt eine das Kugelsegment umschließende Schale und kann durch entsprechende Stellschrauben, welche im festen Theile des Instrumentes ihre Mutter haben, horizontal gestellt werden.

Für die Erhaltung eines Instrumentes ist eine öftere Reinigung und Einölung der häufig gebrauchten Schrauben nothwendig. Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass man während der Arbeit mit thunlichster Schonung die einzelnen Bewegungen des Instrumentes durchführen soll, da jede unsanfte Behandlung dem Instrumente Schaden zu verursachen vermag.

Das Weitere hierüber wird bei der Beschreibung der betreffenden Instrumente erörtert werden.

Die beim Feldmessen in Anwendung kommenden Instrumente und Geräthe können in folgende Gruppen eingetheilt werden:

1. Bestandtheile einzelner Messinstrumente.
2. Mittel zum Bezeichnen der Punkte und Geraden auf dem Felde.
3. Instrumente und Geräthe zu Längenmessungen.
4. Instrumente zu Winkelmessungen.

## 1. Bestandtheile einzelner Messinstrumente.

### a) Mittel zur Angabe verticaler und horizontaler Richtungen.

§. 7. Das Loth (Senkel) ist ein kegelförmiges an einer Schnur befestigtes Metallstück (Fig. 1), welches mit seiner Spitze nach unten hängt.

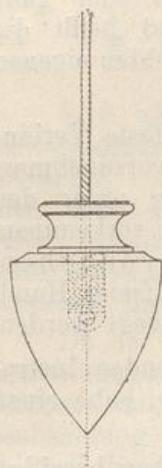


Fig. 1.

Da die Richtung der Schnur bei ruhig hängendem Senkel eine lothrechte oder verticale ist, so wird das Senkel zur Verticalstellung von Stäben u. dgl., ferner auch dazu benutzt, um jenen Punkt auf dem Terrain zu bestimmen, welcher vertical unter dem Aufhängepunkte des Senkels liegt, oder um den Aufhängepunkt vertical über einen Terrainpunkt zu stellen.

Die Senkelschnur wird gewöhnlich durch eine centrisch ausgebohrte Schraubenspindel gezogen und mit einem Knoten gesichert. Diese Schraubenspindel wird sammt der eingezogenen Schnur in das breite Ende des kegelförmigen Metallstückes eingeschraubt. Beim Einhängen wird sodann das Senkel praktisch, bei Anwendung gedrehter Schnüre, mit einer durch einfachen Zug lösbarer Schleife befestigt.

Um ein hängendes Senkel in jeder beliebigen Höhe feststellen zu können, verwendet man auch Senkel mit Gegengewicht. Die Senkelschnur ist mit einem Ende an dem Gegengewichte befestigt, geht über den Aufgehängehaken, weiter durch das centrisch ausgebohrte Gegengewicht hindurch und trägt am anderen Ende das eigentliche Senkel. Ein aufgehängtes Senkel soll mit seiner Spitze beim Drehen der Schnur stets auf denselben Punkt zeigen.

§. 8. Die Setzwage (Schrotwage) dient zum Angeben der horizontalen oder wagrechten Richtung. Sie besteht aus einem gleichschenkligen,

hölzernen Dreiecke  $abc$  (Fig. 2) und aus einem nächst dem Punkte  $c$  befestigten Faden, welcher mit einem Bleilothe beschwert ist. Die Halbierungslinie des Winkels bei  $c$  ist entweder eingerissen, oder es ist nur eine Marke  $c'$  angegeben, auf welche das Bleilothe zeigen muss, wenn die Grundlinie des Dreieckes horizontal ist.

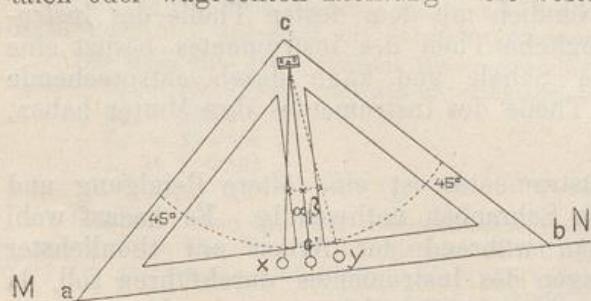


Fig. 2.

Um eine Setzwage auf ihre Richtigkeit zu prüfen, bringt man dieselbe mit der Grundlinie  $ab$  auf eine geneigte Unterlage  $MN$ , markiert den Standpunkt  $x$  des Senkleies und setzt sie sodann in verkehrter Lage auf  $MN$ , so dass  $a$  und  $b$  den Platz wechseln. Bezeichnet man nun den zweiten Standpunkt  $y$  des Senkleies, so muss die Halbierungslinie des Winkels  $xcy$  durch die Marke  $c'$  gehen; ist dieses nicht der Fall, so wird die Marke korrigiert. In Fig. 2 ist die zweite Lage der Senkelschnur durch die Linie  $cy$  angegeben.

Soll dieses Instrument zur Messung des Neigungswinkels einer Geraden gegen den Horizont dienen, so bringt man nach der in der Figur punktierten Bogenlinie einen Gradbogen an, dessen Nullpunkt mit der Mittelmarke  $c'$  übereinstimmt und dessen Theile auf dem Gradbogen, rechts und links vom Nullpunkte, angegeben sind. So würde z. B. der zwischen  $c'$  und  $x$  liegende Bogen dem Neigungswinkel der Geraden  $MN$  gegen den Horizont entsprechen. Ein so construiertes Instrument heißt „Bergwage“ oder Klitometer.

**§. 9. Die Libelle (Wasserwage)** dient zur Angabe der horizontalen Richtung. Sie wird bei genaueren Arbeiten der Setzwage vorgezogen und bei feineren Messinstrumenten ausschließlich angewendet. Man unterscheidet Röhren- und Dosenlibellen.

Die Röhrenlibelle besteht im Wesentlichen aus einer cylindrischen schwach gekrümmten Glasröhre  $ab$  (Fig. 3), welche bis auf einen kleinen Theil mit Weingeist oder Schwefeläther gefüllt ist, wodurch bei  $m$  eine Luftblase gebildet wird, welche immer die höchste Stelle in der Röhre einzunehmen trachtet. Zum Schutze der Glasröhre ist diese mit einer metallenen Fassung umgeben, die von  $c$  bis  $d$  ausgeschnitten ist, damit man den Stand der Luftblase, bei Benützung der an der Glasröhre hergestellten Theilung, beobachten kann. Bei  $f$  und  $g$  ist die Röhre unterstützt, u. zw. ist bei  $g$  ein drehbares Lager (Drehungspunkt), bei  $f$  ein Rectificierschräubchen, mit welchem man dieses Ende der Röhre heben oder senken kann.

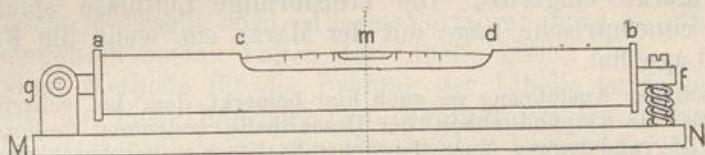


Fig. 3.

Zur Verhinderung eines toten Ganges der Rectificierschraube ist eine nach aufwärts wirkende Spiralfeder um die Schraubenspindel bei  $f$  eingelegt. Feinere Libellenröhren sind nicht gebogen, sondern es wird die cylindrische Glasröhre innen nach einem flachen Kreisbogen ausgeschliffen. Denkt man sich durch den bei  $m$  angeordneten Theilungsmittelpunkt eine Tangente an die Krümmung der Röhrenfläche gezogen, so nennt man diese die Libellenachse.

Bei einer richtigen Libelle muss die Achse parallel zur Basis  $MN$  d. h. zum Auflager der Libelle, sein. Befindet sich die Luftblase genau in der Mitte zwischen den von der Mittelmarke symmetrisch angegebenen Theilstrichen, so nennt man dies das „Einspielen der Luftblase“. In dieser Lage ist die Libellenachse horizontal und somit auch jede zur Achse parallele Gerade. Wenn jedoch die Luftblase dieser Libelle von der Theilungsmitte abweicht, so nennt man die Abweichung den „Ausschlag der Luftblase“. Im letzteren Falle ist die Libellenachse gegen den Horizont geneigt, somit auch die zur Achse parallele Lagerfläche der Libelle. Um die Größe des Ausschlages der Luftblase bei irgend einer Lage der Libelle genau zu ermitteln, macht man die Ablesungen, welche sich an beiden,

Enden der Luftblase an der Theilung ergeben, und nimmt aus diesen das arithmetische Mittel.

Je größer der Ausschlag der Luftblase bei einer bestimmten Neigung der Lagerfläche ist, desto größer ist die „Empfindlichkeit“ der Libelle. Die Empfindlichkeit einer Libelle ist hauptsächlich von der Größe des Krümmungshalbmessers der Röhre abhängig und nimmt zu, wenn dieser größer wird; sie soll immer dem Zwecke der Arbeit entsprechend sein. Zu empfindliche Libellen sind oft zeitraubend, und weniger empfindliche verminderen die Genauigkeit einer Arbeit.

Hat die Libelle eine ebene Unterlagsfläche, so heißt sie „Setzlibelle“ oder „Tischlibelle“; sind die Träger der Libelle unten derart ausgeschnitten, so dass dieselbe auf eine cylindrische Unterlage gestellt werden kann, so heißt sie „Reiterlibelle“; enden die Träger oben hakenförmig aus, um die Libelle mit diesen an einer Achse aufhängen zu können, so nennt man sie eine „Hängelibelle“.

Zum Unterschiede von den Röhrenlibellen nennt man jene Libellen, welche aus einem kreisrunden, oben mit einem Glasdeckel abgeschlossenen und bis auf einen kleinen Theil mit Weingeist oder Schwefeläther gefüllten Gehäuse bestehen, „Dosenlibellen“. Das Gehäuse ist gewöhnlich mit drei Schräubchen, welche zum Rectificieren dienen und vom Centrum aus um  $120^\circ$  von einander abstehen, auf eine Fußplatte aufgeschraubt. Der oben abschließende Glasdeckel, von etwa 5—8 cm Durchmesser, ist innen concav, kugelförmig ausgeschliffen und hat einen kleinen Kreis oder ein Kreuz als Marke eingeritzt. Die kreisförmige Luftblase spielt ein, d. h. nimmt eine concentrische Lage mit der Marke ein, wenn die Fußplatte eine horizontale Lage hat.

Bezüglich der Ausführung sei auch hier bemerkt, dass bei scharfer Krümmung des Glasdeckels die Empfindlichkeit der Dosenlibelle bedeutend beeinträchtigt wird, hingegen bei Zugrundelegung einer thunlichst flach concav ausgeschliffenen Glasplatte die genaue Ausführung der Kugeloberfläche Schwierigkeiten begegnet, weshalb genaue Dosenlibellen kostspielig sind und seltener als die Röhrenlibellen praktische Anwendung finden.

**§. 10. Prüfung und Berichtigung der Libellen.** Ist  $ab$  (Fig. 4) die innere Krümmung einer Röhrenlibelle, und setzt man letztere mit ihrer

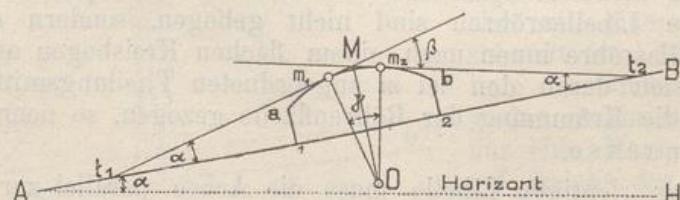


Fig. 4.

Basis auf eine beliebig geneigte Ebene in der Geraden  $AB$ , so ist die Tangente  $m_2 t_2$  im Spielpunkte  $m_2$  der Blase horizontal, und  $\angle m_2 t_2 2 = \angle \alpha$  d. h. gleich dem Neigungswinkel der Geraden  $AB$  mit dem Horizonte. Stellt man hierauf die Libelle in entgegengesetzter Lage auf  $AB$ , so dass 1 und 2 ihre Orte wechseln, so kommt  $m_2 t_2$  nach  $m_1 t_1$ , und die Tangente an dem Spielpunkte  $m_1$ , welcher jetzt nach  $m_2$  zu liegen kommt, ist nun auch wieder horizontal. Hieraus folgt:

$$\angle m_1 t_1 1 = \angle m_2 t_2 2 = \angle \alpha$$

somit:  $\alpha \beta = 2\alpha$ ; und der von den Halbmessern  $m_1 O$  und  $m_2 O$  gebildete  $\gamma = \alpha \beta = 2\alpha$ .

Wenn man demnach eine Libelle in zwei entgegengesetzten Lagen auf eine beliebig geneigte Gerade  $AB$  setzt und an der Theilung den jetzmaligen Stand der Blasemitte bei  $m_1$  und  $m_2$  abliest, so entspricht der Bogen  $m_1 m_2$  dem doppelten Neigungswinkel der Geraden  $AB$  gegen den Horizont. Denkt man sich den Bogen  $m_1 m_2$  bei  $M$  halbiert und senkt die Ebene bei  $B$  bis die Blase bei der Marke  $M$  einspielt, so wird dadurch  $AB$  horizontal. Da  $MO$  den Winkel  $\gamma$  halbiert, somit senkrecht auf  $AB$  und auf der in  $M$  gedachten Tangente steht, so folgt, dass  $AB$  zu dieser Tangente parallel ist.

Eine gute Libelle muss demnach die Bedingung erfüllen, dass die Basis horizontal ist, wenn die Blase einspielt. Die Prüfung ergibt sich aus der vorhergehenden Betrachtung.

Man setzt die Röhrenlibelle auf eine sehr schwach geneigte Ebene und notiert die Ablesung  $\alpha_1$  am Spielpunkte  $m_1$  der Luftblase. Kehrt man jetzt die Libelle um  $180^\circ$  und setzt sie abermals auf dieselbe Unterlage, so müsste, wenn die Libellenachse parallel zur Unterlage ist, die Ablesung abermals  $\alpha_1$  sein. Ergibt sich aber in der zweiten Lage am Spielpunkte  $m_2$  die Ablesung  $\alpha_2$ , so kommen, dem Bogen  $m_1 m_2$  entsprechend  $(\alpha_1 + \alpha_2)$  Theile in Betracht und ist daher die Mitte der Luftblase um  $\frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2)$  Theile von  $m_1$  und  $m_2$  entfernt. Man hebt oder senkt nun mittelst des Rectificierschräubchens  $f$  in Figur 3 das Ende der Libelle so lange, bis die Ablesung das arithmetische Mittel  $\frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2)$  ergibt, wodurch die Libellenachse parallel zur Unterlagsfläche gebracht wird. Dieses Verfahren wird so oft wiederholt, bis die Ablesungen in beiden Lagen der Libelle gleich sind.

Eine andere Methode für die Prüfung der Libelle ist folgende: Man setzt die Libelle auf eine Unterlage und reguliert letztere so lange, bis die Blase einspielt. Vertauscht man nun die beiden Enden der Libelle durch Umsetzen, so muss die Blase wieder einspielen, wenn die Libelle richtig ist. Zeigt die Blase in der zweiten Lage einen Ausschlag von der Mitte, so entspricht dieser nach den vorhergehenden Betrachtungen dem doppelten Neigungswinkel der Geraden gegen den Horizont. Man ändert jetzt die Lage der Geraden um den halben Ausschlag, wodurch letztere horizontal wird, und beseitigt mittelst des Rectificierschräubchens  $f$  die andere Hälfte des Ausschlages. Dieses Verfahren ist so lange zu wiederholen, bis die Blase in beiden Lagen einspielt; dann ist die Libelle berichtet, und zugleich die Unterlage horizontal gestellt worden.

Die Prüfung einer Dosenlibelle erfolgt im Sinne der vorher angegebenen Methoden, jedoch in zwei auf einander senkrechten Richtungen. Man setzt die Dosenlibelle so auf eine Unterlage, dass das Heben und Senken derselben in der Richtung zweier Schräubchen  $h_1$  und  $h_2$  stattfinden kann. Der beim Drehen der Libelle um  $180^\circ$  sich zeigende Fehler wird mit diesen Schräubchen beseitigt. Nun setzt man die Libelle in einer zur früheren Stellung senkrechten Richtung auf die Unterlage und korrigiert in dieser Richtung mit dem dritten Schräubchen  $h_3$ .

Die gewöhnlichen Dosenlibellen haben keine Rectificierschräubchen und sind dann nur für untergeordnete Arbeiten verwendbar.

**§. 11. Anwendung der Libellen.** Die Libellen benutzt man zum Horizontalstellen von Geraden und Ebenen. Um eine Gerade  $AB$  (Fig. 4)

horizontal zu stellen, setzt man die Libelle mit ihrer Basis auf  $AB$ . Da hier  $B$  höher liegt, wird die Blase gegen  $B$  hin ausschlagen, und man hat somit den Endpunkt  $B$  so lange zu senken, bis die Blase einspielt. Soll eine Ebene horizontal gestellt werden, so sind zwei sich schneidende Geraden derselben horizontal zu stellen.

Die horizontal zu richtende Ebene  $E$  sei durch die drei Stellschrauben  $a$ ,  $b$  und  $c$  (Fig. 5) getragen. Man stellt die Libelle  $L$  zunächst in die Richtung der Verbindungslinie  $ab$  auf die Ebene und richtet diese Gerade durch entgegengesetztes Drehen der Schrauben  $a$  und  $b$  horizontal. Zeigt die Blase z. B. einen Ausschlag gegen  $b$  hin, so ist  $b$  zu hoch und  $a$  zu tief;

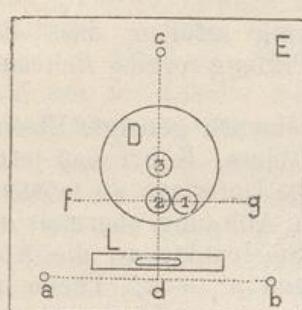


Fig. 5.

daher wird mit der Schraube  $b$  gesenkt und gleichzeitig mit der Schraube  $a$  gehoben, bis die Blase genau einspielt. Nun legt man die Libelle in die zu  $ab$  senkrechte Richtung  $cd$  auf die Tischfläche und richtet mit Benützung der Schraube  $c$  die Gerade  $cd$  horizontal. Man senkt mit der Schraube  $c$ , wenn die Blase gegen  $c$  ausschlägt, oder hebt mit derselben, wenn die Blase gegen  $d$  ausschlägt, bis man ein genaues Einspielen derselben erreicht hat. Dieses Verfahren wird so lange wiederholt, bis die Libelle in den beiden vorgenannten Lagen genau einspielt.

Wenn die dritte Stellschraube  $c$  durch eine, die Ebene aufwärts drückende, Spiralfeder ersetzt ist, so wird die Gerade  $cd$  dadurch horizontal gerichtet, dass man den Punkt  $d$  durch gleichzeitiges Heben oder Senken der Punkte  $a$  und  $b$  hebt oder senkt, d. h. man dreht jetzt die Schrauben  $a$  und  $b$  in demselben Sinne, bis die Libelle genau einspielt.

Beim Horizontalstellen einer Ebene mittelst einer Dosenlibelle fällt das Umsetzen der Libelle weg, indem diese in die Mitte der horizontal zu richtenden Ebene  $E$  (Fig. 5) aufgesetzt wird und in dieser Lage  $D$  verbleibt. Man bringt durch entgegengesetztes Drehen der Schrauben  $a$  und  $b$  die Luftblase, welche z. B. in 1 steht, so weit, bis sie in die Lage 2 kommt, hierauf wird sie mit der Schraube  $c$  in die Lage 3 gebracht, so dass sie mit der Marke eine concentrische Lage einnimmt. Die Richtungen  $fg$  und  $cd$ , in welchen der Mittelpunkt der Blase fortschreitet, sind nur gedachte, weshalb dieses Verfahren beim ersten Vorgange gewöhnlich noch nicht zum Ziele führt, sondern so oft wiederholt werden muss, bis die Blase genau einspielt.

Im Bauwesen finden die Libellen eine besondere Anwendung in Verbindung mit einem Richtscheite als Bausatzwagen zur Angabe horizontaler und verticaler Richtungen, auch in Verbindung mit einem Gradbügel oder Gradbogen zum Einmessen der Neigungen geböschter Flächen.

### b) Visiermittel.

**§. 12. Einleitende Bemerkungen.** Eine Visierlinie oder ein Visierstrahl ist ein durch zwei bestimmte Punkte gehender Sehstrahl; die horizontale Projection desselben heißt die zugehörige Visierrichtung. Visierebene oder kurzweg Visur ist jene verticale Ebene, welche durch einen bestimmten Visierstrahl geht. Das Einstellen nach einer Visur nennt man das Visieren.

Jene Instrumente, an welchen zwei feste Punkte, Absehen oder Visiere, so angeordnet sind, dass durch Vorüberstreifen des Sehstrahles an denselben ein bestimmter Visierstrahl erhalten und dessen Visierrichtung bestimmt wird, heißen Visierinstrumente.

Bei diesen können auch eine Gerade und ein fester Punkt, oder zwei in einer Ebene liegende Geraden zur Herstellung von Visuren angeordnet werden.

**§. 13. Das Fernrohr im allgemeinen.** Wenn ein entfernter Gegenstand deutlich gesehen werden soll, so bedient man sich eines Fernrohrs. Dieses besteht in seiner einfachsten Form aus zwei Linsen, einer größeren  $L$  (Fig. 6), welche Objectivlinse heißt, und einer kleineren  $l$ , Ocularlinse genannt.

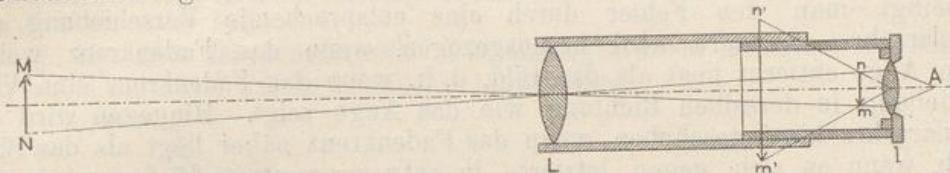


Fig. 6.

Die beiden Linsen sind in zwei, in einander verschiebbaren, Röhren (der Objectivröhre und der Ocularröhre), so befestigt, dass ihre optischen Achsen mit der gemeinsamen Röhrenachse zusammenfallen.

Durch die Objectivlinse  $L$  wird von einem entfernten Gegenstande  $MN$  das verkehrte Bild  $m'n'$  im Inneren der Röhre erzeugt und durch die Ocularlinse  $l$ , welche hier als Lupe wirkt, in  $m'n'$  vergrößert.

Dieses Fernrohr gibt verkehrte Bilder und heißt astronomisches oder Kepler'sches Fernrohr, zum Unterschiede von den sogenannten terrestrischen Fernrohren, welche durch Einschaltung einer dritten Linse aufrechte Bilder erzeugen. Letztere finden für geodätische Zwecke weniger Anwendung, weil sie nicht so helle und deutliche Bilder geben wie die astronomischen Fernrohre.

Die Ocularröhre ist entweder mit freier Hand oder durch eine eigene Vorrichtung in der Objectivröhre verschiebbar. Diese Verschiebung wird so lange durchgeführt, bis das vergrößerte Bild  $m'n'$  in der deutlichen Sehweite erscheint. Die Ocularröhre ist daher für weiter entfernte Gegenstände hineinzuschieben, für näher liegende aber herauszuziehen.

Die Fernrohrlänge ist gewöhnlich gleich der Summe der Brennweiten beider Linsen. Die günstigste Entfernung des Auges von der Ocularlinse entspricht nahezu der Brennweite dieser Linse, weil an diesem Orte (Augenpunkte) das beobachtete Bild am hellsten erscheint.

**§. 14. Das geodätische Fernrohr.** Soll das Fernrohr als Visiermittel zu geodätischen Zwecken dienen, so erhält es an jener Stelle, wo das durch die Objectivlinse erzeugte Bild des beobachteten Gegenstandes entsteht, das sogenannte Fadenkreuz, d. h. zwei rechtwinklig zu einander gespannte feine Spinnenfäden oder Platindrähte, die gewöhnlich auf das Diaphragma aufgeklebt sind.

Das Fadenkreuz muss stets genau mit der Bildebene zusammenfallen, sonst ist eine Parallaxe vorhanden, d. h. es ist eine Verschiebung des Fadenkreuzes gegen das Bild bemerkbar, sobald man das Auge vor der Ocularlinse hin und her bewegt.

Die Berichtigung der Parallaxe erfolgt dadurch, dass man die Ocularlinse in Bezug auf das Fadenkreuz in die deutliche Sehweite einstellt, bis das letztere vollkommen scharfe, schwarze Linien zeigt, wenn das Fernrohr gegen den freien Himmel oder eine helle Fläche, gerichtet wird. Zu diesem Zwecke ist entweder das Diaphragma mit dem Fadenkreuze oder die Ocularlinse verschiebbar.

Beim Beobachten eines Gegenstandes wird die Ocularröhre sammt dem Fadenkreuze gegen das Objectiv so lange verschoben, bis das Bild dieses Gegenstandes scharf und deutlich gesehen wird. Nun bewegt man das Auge vor der Ocularlinse auf- und abwärts oder seitwärts und sieht nach, ob sich dabei die Lage des Bildes zum Fadenkreuze ändert. Ist dieses der Fall, so beseitigt man den Fehler durch eine entsprechende Verschiebung der Ocularröhre. Letztere wird herausgezogen, wenn das Fadenkreuz weiter vom Auge entfernt liegt als das Bild, d. h. wenn das Fadenkreuz eine Verschiebung in derselben Richtung wie das Auge zeigt. Hingegen wird die Ocularröhre hineingeschoben, wenn das Fadenkreuz näher liegt als das Bild, d. h. wenn es sich gegen letzteres in entgegengesetzter Richtung wie das Auge verschiebt. Diese Prüfung auf die Parallaxe ist namentlich beim Distanzmessen und Nivellieren von besonderer Wichtigkeit und wird in solchen Fällen bei jeder Beobachtung vorgenommen, so dass dann stets Bild und Fadenkreuz in derselben Ebene, und zwar in der deutlichen Sehweite des Beobachters, liegen.

Für einen und denselben Beobachter ist selbstverständlich die Stellung des Fadenkreizes zum Oculare nur einmal zu machen, während die Verschiebung der Ocularröhre sammt dem in letzterer befestigten Fadenkreuze auch von demselben Beobachter jedesmal vorgenommen werden muss, wenn sich die Entfernung des anvisierten Gegenstandes vom Beobachtungsorte ändert.

In Fig. 7 ist ein Ocular dargestellt, welches ein in der Ocularröhre festsitzendes Fadenkreuz hat. Das Ocular besteht aus zwei Linsen  $l_1$  und  $l_2$ , welche in dem eingeschraubten Rohrstücke  $o_1$  eingesetzt sind und sammt diesem in der Ocularröhre  $o_2$  mittelst des angeordneten Schraubengewindes gegen das Fadenkreuz verstellbar sind.

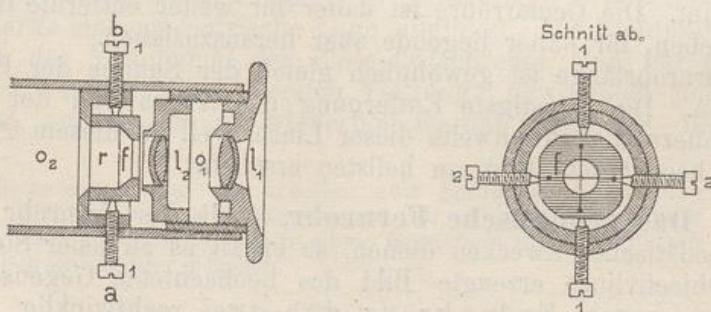


Fig. 7.

In den meisten Fällen wird der Ring  $r$  durch zwei Paare Fadenkreuzschräubchen 1,1 und 2,2 (siehe Schnitt a b) festgehalten, kann aber bei gelüfteten Schräubchen senkrecht zur Fernrohrachse so verschoben werden, dass der Fadenkreuzungspunkt genau in die optische Achse zu liegen kommt.

Beim geodätischen Fernrohre bilden der Fadenkreuzungspunkt und der optische Mittelpunkt des Objectives die beiden Absehen für das Visieren. Die Verbindungslinie dieser zwei Punkte heißt die Visierlinie, Collimationsachse oder optische Achse des Fernrohres. Die Lage dieser Achse lässt sich durch die vorhin erwähnte Verschiebung des ganzen Diaphragmas mittelst der vier Stellschrauben regulieren. Das sogenannte Anvisieren eines Punktes erfolgt dadurch, dass man das Bild desselben mit dem Fadenkreuzungspunkte zusammenfallen lässt. In diesem Falle geht die Verlängerung der Collimationsachse durch den anvisierten Punkt.

Oft ist es für einzelne Arbeiten hinreichend, wenn sich ein beliebiger Punkt des Vertical- oder Horizontalfadens mit einem beliebigen Punkte einer verticalen, bezw. horizontalen Geraden im Bilde decken, wie dieses beim Ausstecken von Geraden oder beim Nivellieren der Fall ist.

**§. 15. Das Diopterlineal.** Für untergeordnete Arbeiten verwendet man als Visiermittel das gewöhnliche Diopterlineal.

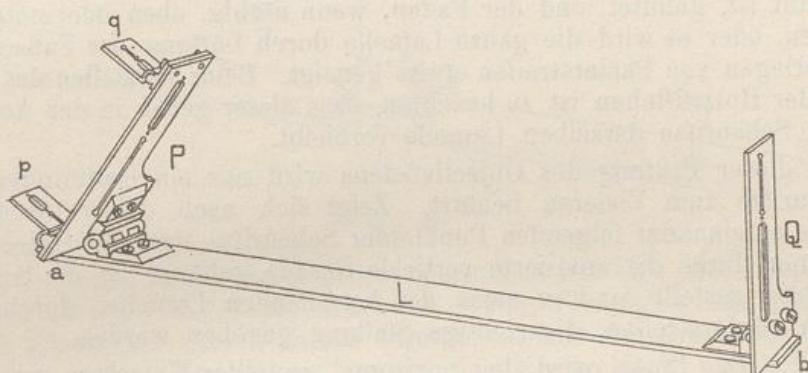


Fig. 8.

Dieses besteht aus einem Messinglineale  $L$  (Fig. 8) mit zwei senkrecht darauf gestellten Lamellen  $P$  und  $Q$ , welche durch Charniere befestigt und mithin umlegbar sind. Jede Lamelle besitzt, verwechselt angeordnet, eine schmale Schauritze und eine fensterartig durchbrochene Öffnung, welche letztere mit einem eingespannten Faden, Objectivfaden, (feines Rosshaar) versehen ist. Das Diopterlineal ist so construiert, dass die Schauritzen und die eingespannten Fäden der beiden Lamellen, sowie die Linealkante  $ab$  in einer zur unteren Linealfläche senkrecht stehenden Ebene liegen.

Wird dieses Lineal auf eine horizontale Ebene gelegt, so liegen die Absehen oder Diopter in einer durch die Linealkante gehenden Verticalebene, und es gibt die an der Linealkante  $ab$  gezogene Linie die Horizontalprojection, d. i. die Visierrichtung sämmtlicher durch die Absehen gehenden Visierlinien an.

Damit ein Diopterlineal bei sehr hoch oder tief gehenden Visierlinien benutzt werden kann, bedient man sich zweier kleiner Lamellen, der Bergdioptere  $p$  und  $q$ , welche auf einer der größeren Lamellen angebracht und auch mittelst angeordneter Charniere zum Umklappen eingerichtet sind. Beim Gebrauche derselben neigt man die größere Lamelle  $P$  entsprechend gegen die Linealfläche und klappt die kleineren Lamellen  $p$  und  $q$  auf.

Das Diopterlineal ist an seiner Unterfläche mit geglättetem Papier oder mit Strohstreifen zu bekleben, damit ein Beschmutzen der Zeichnungsfäche beim Verschieben des Messinglineales thunlichst vermieden wird.

**§. 16. Prüfung und Berichtigung des Diopterlineales.** Bei einem richtigen Diopterlineale ist erforderlich, dass:

1. die Absehen in einer auf der unteren Linealfläche senkrecht stehenden Ebene liegen;
2. die Visierebene durch die Linealkante geht.

Die Linealkante muss vor allem genau geradlinig sein, was durch das Ziehen einer Bleistiftlinie auf ebener Unterlage entlang der Linealkante, darauf folgendes Umwenden des Lineales um  $180^\circ$  und Anlegen desselben an der gezogenen Linie erprobt werden kann.

Zu 1. Man legt das Lineal auf eine horizontale Ebene und richtet die Visur, von einem Punkte der schmalen Schauritze aus, auf eine entfernte Verticallinie (Mauerkante u. s. w.). Streift hiebei der Objectivfaden seiner ganzen Länge nach die Verticallinie, so ist derselbe ebenfalls vertical; trifft dies nicht zu, so werden die zwei Holzstiftchen, mit welchen der Faden eingespannt ist, gelüftet, und der Faden, wenn nötig, oben oder unten etwas verschoben, oder es wird die ganze Lamelle durch Lüftung der Fußschrauben und Unterlegen von Papierstreifen etwas geneigt. Beim Verstellen des Fadens mittelst der Holzstiftchen ist zu beachten, dass dieser genau in der Achse der schmalen Schauritze derselben Lamelle verbleibt.

Bei dieser Prüfung des Objectivfadens wird nur ein bestimmter Punkt der Schauritze zum Visieren benutzt. Zeigt sich nach dieser Berichtigung durch die aufeinander folgenden Punkte der Schauritze, dass der Objectivfaden nicht immer durch die anvisierte verticale Gerade geht, so ist die Schauritze nicht richtig gestellt und es muss der betreffenden Lamelle, durch Unterlegen von Papierstreifen, die richtige Stellung gegeben werden.

Zu 2. Das Lineal wird, bei horizontal gestellter Unterlage, nach einer entfernten Verticallinie gerichtet und auf der Unterlagsfläche eine Bleistiftlinie längs der Linealkante  $ab$  gezogen. Legt man nun das Lineal ganz um, so dass die Lamellen nach abwärts gerichtet sind, und bringt  $ab$  wieder an die gezogene Linie, so muss auch in dieser Lage der ganze Objectivfaden die Verticallinie streifen. Ist dies nicht der Fall, so corrigiert man den Objectivfaden durch kleine seitliche Verschiebungen bei vorheriger Lüftung der Fußschrauben.

Dieser Fehler ist bei einer annähernden Erfüllung obenstehender Bedingung graphisch kaum merkbar.

**§. 17. Das Fernrohr-Diopter (Kippregel, Perspectivlineal).** Eine größere Genauigkeit beim Visieren erreicht man mit dem Fernrohr-Diopter. Dieses besteht aus einem Messinglineale  $L$  (Fig. 9), mit welchem der cylindrische Träger  $T$  des Fernrohres durch eine Fußplatte und vier Fußschrauben  $a$  verbunden ist. Mit dem Träger  $T$  steht das um die horizontale cylindrische Achse  $h$  drehbare und mit einem Fadenkreuze versehene Fernrohr  $MN$  in Verbindung, welches derart construiert ist, dass das Fernrohr im Kreise gedreht werden kann, wodurch das Ocular  $M$  mit dem Objective  $N$  ihre Orte wechseln. Vermöge dieses sogenannten „Durchschlagens des Fernrohres“ hat man nicht erst nötig das ganze Instrument umzustellen, wenn man in der entgegengesetzten Richtung visieren will. Die beiden Achsenlager der Drehungsachse  $h$  und eine Libelle  $l$  ruhen auf einer gemeinsamen Unterlagsplatte  $P$ , welche einerseits in

zwei gegenüberliegenden Schraubenspitzen gelagert, andererseits durch eine Stellschraube  $S$  gehoben oder gesenkt werden kann, wodurch die Libelle zum Einspielen und die Drehachsachse  $h$  in eine horizontale Lage gebracht wird. Die Schraube  $S$  hat ihre Mutter in der den Träger  $T$  abschließenden Kopfplatte  $K$ , an welcher sich auch die Drehungspunkte der Platte  $P$  befinden. Zwischen den Platten  $P$  und  $K$  ist eine Feder eingelegt, welche mit der Schraube  $S$  in Gegenwirkung steht.

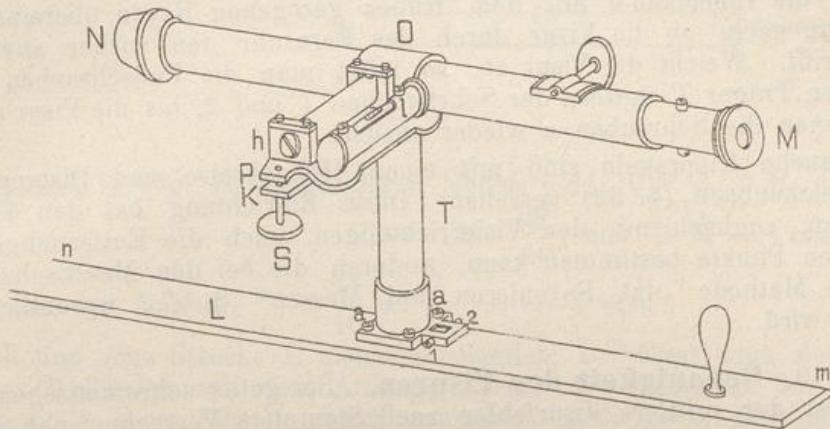


Fig. 9.

**Gebrauch.** Man stellt dieses Instrument auf eine horizontale Ebene, bringt die Libelle  $l$  durch die Schraube  $S$  zum Einspielen und richtet das Fernrohr gegen das anzuvisierende Object, so dass der Kreuzungspunkt des Fadenkreuzes einen bestimmten Punkt des Objectes deckt. Zieht man nun an der Linealkante  $m n$  eine feine Bleistiftlinie (Rayon), so gibt diese die zugehörige Visierrichtung an.

**§. 18. Prüfung und Berichtigung des Fernrohrdiopters.** Zu untersuchen ist hiebei, abgesehen von den bereits besprochenen einzelnen Bestandtheilen dieses Instrumentes:

1. ob die Drehachsachse  $h$  beim Einspielen der Libelle  $l$  horizontal ist;
2. ob die optische Fernrohrachse senkrecht auf der Drehachsachse  $h$ ;
3. ob die Linealkante  $m n$  in der Visierebene liegt.

Zu 1. Man stellt das Instrument auf eine horizontale Ebene und setzt eine diesem Instrumente beigegebene, gut rectificierte, Reiterlibelle auf die Drehachsachse  $h$ . Nun bringt man diese Libelle mittelst  $S$  zum Einspielen, wodurch  $h$  horizontal gestellt wird. Spielt nicht auch gleichzeitig die feste Libelle  $l$  ein, so wird sie durch ihr Rectificierschräubchen zum Einspielen gebracht.

Zu 2. Bei dieser Prüfung gibt es verschiedene Methoden, von welchen hier nur die in der Praxis am häufigsten angewendete erklärt werden soll.

Man stellt zunächst die Achse  $h$  horizontal, richtet die Visur nach einem entfernten, nahe am Horizonte gelegenen, Punkte, zieht längs der Linealkante eine feine Bleistiftlinie, setzt nun das Instrument in entgegengesetzter Richtung auf die Ebene, so dass die Linealkante genau an der Bleistiftlinie anliegt, schlägt das Fernrohr durch und sieht nach, ob die Visur wieder den vorhin anvisierten Punkt trifft. Ist dieses nicht der Fall, so zeigt die Ab-

weichung den doppelten Fehler und es wird nun die Visierlinie durch die zwei horizontal wirkenden Fadenkreuzschräubchen (§. 14) um die halbe Abweichung verschoben.

Zu 3. Diese Prüfung geschieht am einfachsten dadurch, dass man ein gewöhnliches gutes Diopterlineal auf eine horizontale Ebene stellt, nach einem entfernten Punkte visiert und längs der Linealkante eine feine Bleistiftlinie zieht. Nun stellt man die zu prüfende Kippregel auf diese Ebene, so dass die Linealkante mit dem früher gezogenen Rayon übereinstimmt, und sieht nach, ob die Visur durch das Fernrohr den vorher anvisierten Punkt trifft. Weicht die Visur ab, so lüftet man die Fußschrauben *a* und dreht den Träger *T* mittelst der Schräubchen 1 und 2, bis die Visur stimmt, worauf man die Schrauben *a* wieder anzieht.

Manche Kippregeln sind mit einem Höhenkreise und Distanzmesser nach Reichenbach (§. 32) versehen. Diese Einrichtung hat den Vortheil, dass man, zugleich mit den Visierrichtungen, auch die Entfernung der anvisierten Punkte bestimmen kann, wodurch die bei den Messtischarbeiten bekannte Methode „das Rayonieren und Messen“ (§. 67), wesentlich vereinfacht wird.

**§. 19. Genauigkeit der Visuren.** Bei guten achromatischen Fernrohren ist der mittlere Visurfehler nach Stampfers Versuchen nahezu der Vergrößerung  $v$  proportional, d. h. er nimmt in demselben Verhältnisse ab, als die Vergrößerung wächst. Nimmt man bei gewöhnlichen Dioptern den mittleren Fehler erfahrungsgemäß mit 10 Secunden an, so beträgt derselbe bei einem guten Fernrohre mit mäßiger Vergrößerung  $\frac{10}{v}$  Secunden.

Bei demselben Fernrohre nimmt jedoch der Visurfehler durch Steigerung der Vergrößerung nur bis zu einer gewissen Grenze ab, denn durch zu starke Vergrößerungen vermindert sich die Deutlichkeit und Klarheit des Bildes so stark, dass deshalb der Visurfehler wieder zunimmt. Für geodätische Zwecke sind deswegen Fernrohre mit mäßiger Vergrößerung vorzuziehen.

### c) Mittel zur Messung sehr kleiner Linien und Winkel.

**§. 20. Nonien (Verniere).** Sollen eine Gerade oder ein Winkel mit besonderer Schärfe gemessen werden, so bedient man sich des Nonius oder Verniers; eines kleinen, längs des Maßstabes verschiebbaren und eingetheilten Stäbchens, welches zur Bestimmung der Bruchtheile der Maßstabtheilung dient. Man unterscheidet nach- und vortragende (nach- und vorausseilende) Nonien.

Bei den nachtragenden Nonien sind

$$n \text{ Noniustheile} = (n - 1) \text{ Maßstabtheilen},$$

$$\text{daher } 1 \text{ Noniustheil} = \frac{n - 1}{n} \quad "$$

Bezeichnet  $N$  einen Noniustheil und  $M$  einen kleinsten Maßstabtheil, so ist

$$N = \frac{n - 1}{n} \cdot M = M - \frac{M}{n} \quad . . . . . \quad 1)$$

Der Wert  $\frac{M}{n}$ , um welchen ein Noniustheil kleiner ist als ein Maßstabtheil, heißt die Noniusangabe.

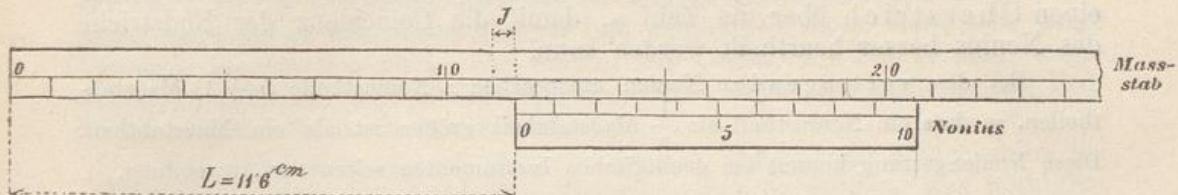


Fig. 10.

Bei dem in Fig. 10 dargestellten Nonius sind  $10N = 9M$ ,  
somit  $N = M - \frac{M}{10}$ , und da  $M = 1 \text{ cm}$ , so ist

die Angabe des Nonius  $\frac{M}{10} = \frac{1}{10} \text{ cm} = 1 \text{ mm}$ .

Soll nun eine Strecke  $L$  gemessen werden, so bringt man den Nullpunkt des Maßstabes mit dem Anfange, ferner den Nullpunkt des Nonius mit dem Ende dieser Strecke genau zusammen, zählt die Anzahl der Maßstabtheile vor dem Nullpunkte des Nonius und sieht nach, der wievielte Theilstreich des Nonius mit irgend einem Maßstabtheilstreiche zusammentrifft (coincidet). In Fig. 10 hat die Strecke  $L$  volle 11 Maßstabtheile und, da der 6te Theilstreich des Nonius coincidiert, ist die kleine Strecke  $J = \frac{6}{10} \text{ Maßstabtheile} = 6 \text{ mm}$ ; daher ist  $L = 11.6 \text{ cm}$ .

Die Nonien für Winkelmessungen sind nach demselben Prinzip konstruiert wie bei geradlinigen Theilungen. Bei dem in Fig. 11 dargestellten Nonius sind

$$20N = 19M,$$

somit  $N = M - \frac{M}{20}$ ;

wobei  $M$  den kleinsten Theil der Theilung am Kreise (Limbus) bezeichnet.

Ist  $M = \frac{1}{3}^{\circ} = 20'$ ,

so ist die Noniusangabe

$$\frac{M}{20} = \frac{20}{20} = 1'.$$

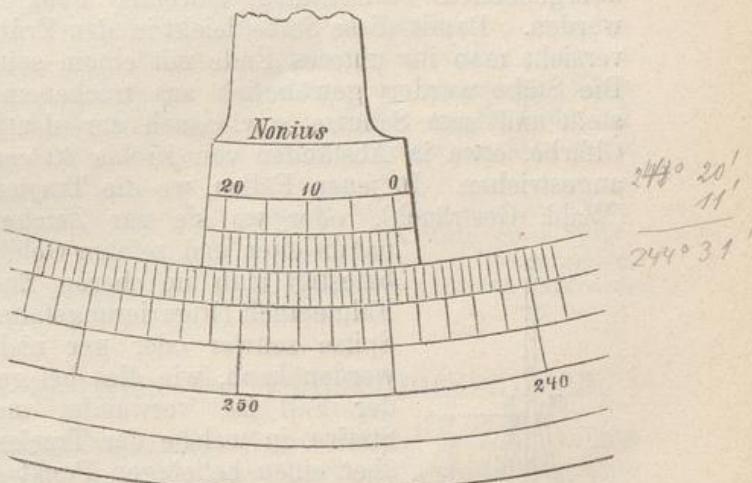


Fig. 11.

In Fig. 11 coincidiert der 11te Theilstreich des Nonius, folglich steht der Nullpunkt (Zeiger) des Nonius bei  $244^{\circ} 20' + 11'$ , d. h. bei  $244^{\circ} 31'$ .

Wenn kein Noniustheilstreich genau coincidiert, so nimmt man aus den der Coincidenz zunächst liegenden zwei Noniustheilen das arithmetische Mittel.] Wenn z. B. bei dem Nonius in Fig. 11 der 10te und 11te Theilstreich

der Coincidenz am nächsten liegen, so hat man  $244^{\circ} 30 \cdot 5'$  als Ablesung zu verzeichnen. Da stets nachgesehen werden soll, ob die vom Coincidenztheilstriche gleichweit abstehenden Noniustheile gleiche Differenzen mit den entsprechenden Maßstabtheilen bilden, so erhalten die Nonien an ihren Enden einen Überstrich über die Zahl  $n$ , damit die Coincidenz der Endstriche des Nonius besser beurteilt werden kann.

Bei den vortragenden Nonien entsprechen  $n$  Noniustheile  $(n+1)$  Maßstabtheilen, so dass ein Noniustheil um  $\frac{1}{n}$  Maßstabtheil größer ist als ein Maßstabtheil. Diese Noniengattung kommt bei geodätischen Instrumenten selten zur Anwendung.

## 2. Mittel zum Bezeichnen der Punkte und Geraden auf dem Felde.

**§. 21. Allgemeine Bemerkungen.** Eine Aufnahme wird durch die Bestimmung der gegenseitigen Lage einer Anzahl von Punkten bewerkstelligt. Die Punkte werden je nach ihrer Wichtigkeit vorübergehend oder dauernd bezeichnet, wenn sie nicht schon z. B. durch Mauerkanten, Grenzsteine u. dgl. markiert sind. Die Bezeichnung der aufzunehmenden Punkte geschieht durch Absteckstäbe, Fluchtstäbe oder Traçierstäbe, Fahnenstangen, Pflöcke u. s. w. Mitunter benützt man zu diesem Zwecke auch Kirchthurm spitzen, hohe Bäume, Kilometersteine.

Da die horizontale Projection einer beliebig langen verticalen Geraden immer ein Punkt ist, so kann die Höhe der zur Bezeichnung eines Punktes verwendeten Stange beliebig gewählt werden.

**§. 22. Die Fluchtstäbe, Traçierstäbe, Figurierungsstangen** sind 2—3 m lange und 2·5 bis 3 cm starke runde Stäbe, welche zur vorübergehenden Bezeichnung einzelner Punkte oder Richtungen verwendet werden. Damit diese Stäbe leicht in den Erdboden gesteckt werden können, versieht man ihr unteres Ende mit einem spitzen, schmiedeeisernen Schuh. Die Stäbe werden gewöhnlich aus trockenem, astlosen Tannenholze hergestellt und zum Schutze, sowie auch zur deutlicheren Sichtbarmachung, mit Ölfarbe, etwa in Abständen von 15 bis 20 cm, abwechselnd weiß und roth, angestrichen. In jenen Fällen, wo die Traçierstäbe schwer aufzufinden sind (Wald, Gesträuch), oder wo sie zur Zeichengebung zwischen dem Aufnahmsleiter und seinem Gehilfen (Figuranten) dienen sollen,

befestigt man am oberen Ende des Stabes ein weiß-rothes Fahnentuch (Figurierungsfahne). Wenn ein Stab mit seiner Spitze schwer oder gar nicht in den Erdboden eingesetzt werden kann, wie dies bei gepflasterten Straßen in Städten der Fall ist, verwendet man eigens hiefür verfertigte Stativen, in welche der Traçierstab eingesetzt und so leicht über einen beliebigen Punkt gestellt werden kann.

Ein solches Figurierungs-Stativ zeigt Fig. 12. Die Scheibe  $m n$  ist in der Mitte nur so weit cylindrisch ausgebohrt, dass der Traçierstab  $a b$  durch die Öffnung der Scheibe gesteckt und mit seiner Spitze über den Punkt  $P$  gestellt werden kann.

Zum Aufstellen der Fluchtstäbe oder zum Verlängern derselben kann man auch die sogenannten Doppelringe mit Gelenk

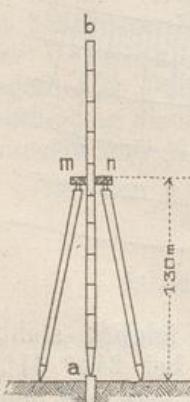


Fig. 12.

verwenden, welche auf die Fluchtstäbe aufgeschoben und festgeklemmt, eine genügend feste Verbindung derselben unter einander gestatten, und so die rasche Bildung eines Gestelles für eine aufzustellende Figurierungsstange ermöglichen.

Einfache **Absteckstäbe** dienen zur vorübergehenden Bezeichnung minder wichtiger Zwischenpunkte und ersetzen so die vorbeschriebenen Fluchtstäbe, an welchen man öfters Mangel hat, namentlich dann, wenn sehr lange Geraden auszustecken sind. Sie werden aus Latten, 1—1·5 m lang, zugeschnitten und unten mit einem Beile zugespitzt, damit sie leicht in den Erdboden eingeschlagen werden können.

Man achte stets darauf, dass die Signale, Flucht- und Absteckstäbe bei der Aufstellung in eine lotrechte Stellung gebracht werden, was nöthigenfalls mittelst eines frei gehaltenen Senkels zu bewerkstelligen ist.

§. 23. Die **Pflöcke** dienen entweder zur vorübergehenden, oder für die ganze Dauer der Feldarbeiten erforderlichen Bezeichnung der Punkte. Je nach ihrer Wichtigkeit werden sie aus weichem oder hartem Holze, 30—60 cm lang und 3—15 cm stark, hergestellt. Bei einer genaueren Bezeichnung der Punkte wird in das Kopfende des Pflockes (Fig. 13) ein großer geschmiedeter Nagel eingeschlagen.

**Richtungspflöcke**, d. h. Pflöcke zur Angabe der Richtung einer ausgesteckten Geraden, lässt man gewöhnlich 10 bis 15 cm über den Erdboden herausstehen, während man **Niveaupflöcke**, d. h. Pflöcke zur Angabe der Höhe des Terrainpunktes, mit dem Erdboden eben einschlägt und dahinter einen Zeiger- oder Nummerpflock einsetzt (Fig. 14), welcher aus einem oben abgeplatteten runden Pflocke oder einem Pflocke von rechteckigem Querschnitte 3/6 cm (Lattenpflocke) besteht.

Das Kopfende aller Pflöcke soll möglichst eben sein; daher werden jene Pflöcke, welche sich beim Einschlagen bürsten, oben abgesägt. Zum Einschlagen der Pflöcke, das behufs Schonung ihrer Köpfe, namentlich bei festeren Bodenarten, vorsichtig durchzuführen ist, wird ein eiserner oder noch besser ein hölzerner Schlägel benutzt.

Wenn die erforderlichen Richtungs- oder Höhenmarken bei einer Stadtaufnahme durch Pflöcke nicht bezeichnet werden können, so meißelt man mit Hilfe eines Spitz-eisens Kreuze in geeignete Steine, z. B. in Sockelsteine, Stiegenstufen, Pflastersteine, oder versetzt nöthigenorts besondere Marksteine und bezeichnet diese Marken außerdem mit einer gut sichtbaren Ölfarbe.

### 3. Instrumente und Geräthe zu Längenmessungen.

§. 24. **Einleitende Bemerkungen.** Zum Messen gerader Linien werden je nach der verlangten Genauigkeit oder der Terrain-Gestaltung verschiedene Methoden und Mittel angewendet. Sehr wertvoll ist zunächst ein gut ausgebildetes **Augen- und Schrittmaß**, namentlich als Controle.

Beide können durch Übung zu einer ziemlichen Feinheit ausgebildet werden. Das Augenmaß wird durch wiederholtes Abschätzen gerader Linien von verschiedener Länge und Richtung bei nachheriger Abmessung geübt. Zur Einübung des Schrittmaßes kann nachfolgendes Verfahren empfohlen werden. Man gewöhne sich daran, eine Strecke von z. B. 60 m stets mit



Fig. 13.

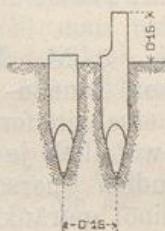


Fig. 14.

einer gleichen Schrittzahl abzuschreiten. Hat jemand nach dieser Übung gefunden, dass er 80 Schritte hiefür braucht, so ist sein mittleres Schrittmaß  $60 : 80 = 0 \cdot 75 \text{ m}$ .

Wenn er dann eine Strecke abschreitet, so braucht er nur die Anzahl der Schritte mit seinem Schrittmaße zu multiplicieren, um die annähernde Länge dieser Strecke zu bestimmen.

Die eigentlichen Mittel zur Längenmessung sind: Maßstäbe (ohne und mit Nonien), Messtangen, Messketten, Rollmessbänder und Distanzmesser.

**§. 25. Maßstäbe.** Dieses sind mit einer genauen Theilung, welcher die landesübliche Einheit zu Grunde gelegt ist, verschene Stäbe, aus Holz oder Metall, von rechteckigem Querschnitte. Sie sind zumeist 1 oder 2 m lang und dienen zur genauen Messung kleinerer Strecken. Kommt hiebei das Ende der gemessenen Strecke zwischen zwei Theilstriche, so muss der fragliche Rest nach dem Augenmaße abgeschätzt werden. Bei ganz genauen Längenmessungen ist dieses Abschätzen nicht gestattet; man verwendet dann Maßstäbe mit Nonien (§. 20).

**§. 26. Messlatten oder Messtangen** werden aus trockenem, astlosen Tannen- oder Fichtenholze, 2—5 m lang, in rechteckiger oder runder Querschnittsform hergestellt. Bei rechteckigem Querschnitte erhalten sie gewöhnlich je nach ihrer Länge 2—3 cm Stärke und 3—6 cm Breite; bei rundem Querschnitte aber 4—5 cm Durchmesser. Sie werden mit heißem Leinöl getränkt und an ihren Enden mit einem Metallbeschlag versehen. Jede Messstange soll vor dem Gebrauche mit einem genauen Normalmaßstabe auf ihre Länge untersucht, und ein ihr etwa anhaftender Fehler notiert werden, damit derselbe in Rechnung gezogen werden kann. (Siehe auch §. 28). Beim Messen werden gewöhnlich zwei Messlatten von derselben Länge verwendet, weil die Arbeit dadurch rascher, verhältnismäßig billiger und genauer vor sich geht.

Bei Messungen in der Ebene verwendet man zu jeder Messlatte einen Arbeiter. Die Messlatten werden vom Anfangspunkte ausgehend in die Richtung der Geraden einvisiert und mit ihren Stirnflächen zusammenstoßend auf den Boden gelegt. Während die vordere Latte von dem betreffenden Arbeiter fest gegen den Boden gepresst wird, trägt der Hintermann seine Latte weiter, stellt dieselbe in die Richtung der zu messenden Geraden ein und schiebt sie sodann mit ihrer Endfläche gegen die vorhergehende sanft an u. s. w. Beim Weitertragen ruft der Arbeiter jene Zahl aus, welche seine Lattenlage anzeigt; der erste zählt somit nur die ungeraden Zahlen, der zweite nur die geraden. Diese Vorsicht ist wegen der gegenseitigen Controle streng zu beobachten. Der restliche Theil der zu messenden Geraden kann mit einem genauen Taschenmaßstabe abgemessen werden.

Bei Messungen auf geneigtem Terrain kommt das sogenannte „Staffelmessen“ in Anwendung. Da hier zu jeder Messlatte zwei Arbeiter nötig sind, so zieht man es bei kleineren Aufnahmen vor, nur mit einer Messlatte zu arbeiten, wodurch die Auslagen für das Hilfspersonale verringert werden. Bei sehr hügeliger Terrainbeschaffenheit und andauernder Staffelmessung wird man stets mit Vortheil zwei Messlatten verwenden.

Soll die Strecke  $AB$  (Fig. 15) mit einer Messlatte gemessen werden, so legt man das eine Lattenende genau über  $A$  und richtet die Latte in die Gerade ein. Nun wird das andere Ende von dem betreffenden Arbeiter so lange eingestellt, bis die Latte eine annähernd horizontale Lage (1) hat. Dieses Ende der Latte senkt man ab, trägt die Latte weiter, richtet sie in die Gerade ein, legt sie mit ihrem Ende genau an den eingesenkten Punkt auf dem Boden und bringt dieselbe schließlich in die horizontale Lage (2) u. s. w. Es ist vortheilhaft, mit dem Staffelmessen von oben nach unten fortzuschreiten.

Das Horizontalrichten und das Absenken der Lattenenden besorgt der Aufnahmsleiter. Bei genauen Staffelmessungen verwendet man Messlatten mit aufgeschraubten Libellen oder Schrotwagen, damit die Arbeiter ihre Latten selbst in eine horizontale Lage bringen können. Will man beim Staffelmessen zugleich den Höhenunterschied zwischen den Endpunkten der zu messenden Geraden bestimmen, so geht man nach der im §. 159 erklärten Methode vor.

Hat man eine Bergwage zur Verfügung, mit welcher die jedesmalige Neigung der Geraden gegen den Horizont rasch bestimmt werden kann, so misst man die Länge  $L$  der geneigten Strecke und bestimmt ihren Neigungswinkel  $\alpha$ ; die auf den Horizont reduzierte Strecke ist dann:

$$l = L \cdot \cos \alpha \quad \text{2).}$$

Berechnet man von jeder Strecke das Product  $L \cdot \cos \alpha$  und addiert diese Produkte, so erhält man die Gesamtlänge der Geraden. Eine Neigung des Terrains bis zu  $2^\circ$  kann hiebei ganz unberücksichtigt bleiben.

§. 27. **Messketten** (Fig. 16) ergeben bei Längenmessungen weniger genaue Resultate als Messlatten, führen aber rascher zum Ziele. Die Messkette ist gewöhnlich 20 m lang und besteht aus einzelnen, 20 cm langen, durch Ringe zusammenhängenden Gliedern, welche aus 5—6 mm starkem Eisendrahte hergestellt werden. Die einzelnen Meter, insbesondere auch jeder 2te Meter sind durch größere Ringe, die Mitte aber durch einen besonders geformten Ring markiert. An den beiden Enden der Kette befinden sich Ringe zum Durchstecken der sogenannten Kettenstäbe  $K$ , welche zum Tragen, Einvisieren und Anspannen der Kette dienen. Zu jeder Messkette gehören ferner noch 10 Markiernägel  $S$  und zwei Kettenringe  $R$  zur Aufnahme derselben.

Beim Messen mit der Kette sind zwei Arbeiter erforderlich, welche die Enden der Kette mittelst der Kettenstäbe halten. Der Hintermann steckt seinen Kettenstab so zum Anfangs-

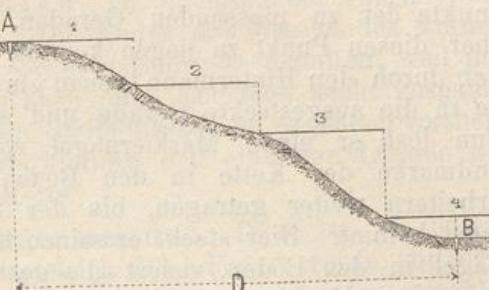


Fig. 15.

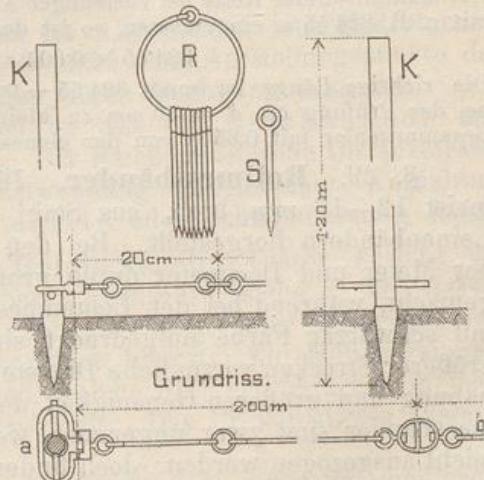


Fig. 16.

punkte der zu messenden Geraden, dass die Nullmarke der Kette genau über diesen Punkt zu liegen kommt. Der Vordermann lässt seinen Kettenstab durch den Hintermann genau einvisieren, spannt nun die Kette an, legt sie in die ausgesteckte Gerade und setzt den Kettenstab in den Boden ein. Nun löst er einen Markiernagel vom Schließringe  $R$  und steckt ihn zur Endmarke der Kette in den Boden. Sodann wird die Kette von den Arbeitern weiter getragen, bis der Hintermann zu dem ersten Markiernagel kommt. Hier steckt er seinen Kettenstab mit der Nullmarke über den Nagel in den Boden, visiert die gestreckte Kette in ihrer neuen Lage ein, zieht den Markiernagel heraus, steckt ihn auf seinen leeren Schließring  $R$  u. s. w. Die Anzahl der so gesammelten Markiernägel gibt die Anzahl der aneinander gereihten Kettenlängen. Beim Weitergehen soll die Kette ziemlich gespannt getragen werden, damit keine Verschlingungen der Kettenglieder eintreten. Der restliche Theil der zu messenden Länge kann mit einem guten Taschenmaßstabe bestimmt werden. Bei manchen Ketten fallen die Endmarken in die Achse der Kettenstäbe. Wie man in solchen Fällen beim Messen vorzugehen hat, ist leicht einzusehen.

Beim Messen auf unebenem Boden müssen die Enden der Messkette längs ihren Stäben soweit in die Höhe geschoben werden, bis die Kette eine möglichst horizontale Lage angenommen hat. Dabei achte man darauf, dass die Stäbe vertical stehen und die Kette gespannt gehalten wird.

**§. 28. Prüfung einer Messkette.** Es ist nothwendig jede Messkette öfters mit einem genauen Normalmaße zu prüfen, weil sie durch den Gebrauch häufig ausgedehnt wird. Bei dieser Prüfung wird die Kette auf einem Fußboden oder ebenem Terrain möglichst gerade ausgespannt. Kleinere Fehler werden notiert und in Rechnung gezogen.

Zeigt sich bei einer Untersuchung, dass die Kette, anstatt  $20\text{ m}$ , eine Länge von  $(20 \pm \delta)\text{ m}$  hat, also um  $\delta$  zu groß oder zu klein ist, so berechnet man zunächst den Fehler für  $1\text{ m} = \frac{\delta}{20}$  und notiert sich denselben. Ist z. B.  $\delta = 40\text{ mm}$ , so ist  $\frac{40}{20} = 2\text{ mm}$  der Fehler für  $1\text{ m}$  bei einer vorgefundenen Kettenlänge von  $20\cdot04\text{ m}$  statt  $20\cdot00\text{ m}$ . Hat man mit dieser Kette bei vorläufiger Annahme von  $20\cdot00\text{ m}$  Kettenlänge eine Strecke mit z. B.  $324\cdot55\text{ m}$  eingemessen, so ist der Gesamtfehler dieser Messung:

$$324\cdot55 \times 0\cdot002 = 0\cdot649, \text{ rund } 0\cdot65\text{ m}$$

Die richtige Länge ist somit  $324\cdot55 + 0\cdot65 = 325\cdot20\text{ m}$ . Wenn aber eine Messkette bei der Prüfung um  $\delta = 40\text{ mm}$  zu klein befunden worden wäre, dann müsste der Gesamtfehler mit  $0\cdot65\text{ m}$  von der gemessenen Länge subtrahiert werden.

**§. 29. Rollmessbänder.** Diese werden  $10$ ,  $20$  bis  $30\text{ m}$  lang, zu meist  $12$ — $16\text{ mm}$  breit, aus Stahl oder aus mit Stabldraht durchzogenen Leinenbändern hergestellt. Bei den Stahlmessbändern ist öfter die Theilung der Meter und Decimeter durch große und kleine Messingknöpfe ersichtlich gemacht, während bei den Leinenmessbändern die Theilstriche und Nummern mit schwarzer Farbe aufgedruckt sind. Die ersten leisten beim Messen größerer Strecken vorzügliche Dienste und sind wegen ihrer leichteren Handhabung und größeren Genauigkeit den Messketten vorzuziehen. Die Leinenmessbänder sind zwar ungenauer, weil sie beim Gebrauche in feuchter Luft leicht ausgezogen werden; doch finden sie beim Messen von vielen und kurzen Strecken, deren Länge mit geringerer Genauigkeit anzugeben zulässig sein kann, häufig Verwendung. Beide Arten von Messbändern werden auf eigens hiefür dienende Vorrichtungen aufgerollt, wenn man sie außer Gebrauch setzt. Die Prüfung der Messbänder erfolgt ebenso wie vorher im §. 28 erklärt worden ist.

Beim Messen mit dem Messbande ist ein ähnlicher Vorgang wie beim Messen mit der Kette einzuhalten. Die Enden des Messbandes werden von den Arbeitern durch mitunter angeordnete Endringe gehalten, weil das Band vermöge des kleineren Gewichtes auch ohne Endstäbe leicht gespannt und weiter getragen werden kann. Beim Staffelmessen ist es jedoch vortheilhafter Endstäbe zu verwenden. Die Markierung der einzelnen Längen geschieht so wie beim Messen mit der Kette.

**§. 30. Genauigkeit einer Längenmessung.** Diese ist, wie bereits im Vorstehenden angeführt und im Beispiele (§. 28) erläutert wurde, abhängig von den regelmäßigen, vor dem Gebrauche zu ermittelnden, den Instrumenten selbst, allenfalls in Folge ungenauer Construction, anhaftenden Fehlern; ferner von den beim Gebrauche der Instrumente auftretenden, durch Ungenauigkeit beim Arbeitsvorgange verursachten, unregelmäßigen (positiven oder negativen) Fehlern. Messplatten größer als die bei Mess-

Die Genauigkeit ist bei Benützung von Messlatten größer als die bei Messbändern, und bei Verwendung der Messbänder wieder größer als die bei Messketten. Der mittlere Fehler kann in allen Fällen proportional der Quadratwurzel aus der Länge angenommen werden.

Bezeichnet  $L$  die gemessene Länge,  $\delta$  den mittleren Fehler der Längeneinheit, so ist der mittlere Fehler  $\Delta$  der ganzen Länge:

Nach Professor Lorber's Versuchen ergibt sich als mittlerer Fehler

Nach Professor Lorber's Versuchen ergibt sich bei Messungen mit 4 m langen Messstangen:  $\Delta = 0.000927 \text{ VL}$

$$\text{bei Messungen mit } \pm m \text{ langen Messstangen: } \Delta = 0.00216 \sqrt{L}$$

$$\Delta = 0 \cdot 003 \sqrt{L}$$

so dass sich " der mittlere Fehler bei sorgfältiger Messung einer Geraden mit oben genannten Messgeräthen ungefähr wie 1:2:3 verhält.

In manchen Staaten bestehen für die größten zulässigen Fehler eigene Verordnungen. So sind diese z. B. in Württemberg nachfolgend bestimmt:

So sind diese z. B. in Württemberg häufig  
 $\frac{1}{1000}$  der gemessenen Länge bei Steigungen unter 2%,  
 $\frac{2}{1000}$  " " " von 2-7%  
 $\frac{8}{1000}$  " " " noch größeren Steigungen

§. 31. **Distanzmesser** nennt man im Allgemeinen jene Instrumente, mit welchen man die Entfernung eines Punktes vom Aufstellungspunkte des Instrumentes aus gewissen Beobachtungen durch Rechnung bestimmt.

Unter den verschiedenen Systemen ist das von Reichenbach und jenes von Stampfer am bekanntesten. Der Reichenbach'sche Distanzmesser wird oft bei der in neuerer Zeit in Anwendung gekommenen Aufnahmемethode benutzt, welche man Tachymetrie oder Schnellmessung nennt.

**§. 32. Distanzmesser nach Reichenbach.** Dieser besteht aus einem um eine horizontale Achse drehbaren Fernrohre (siehe §. 52), dessen Fadenkreuz nebst dem Horizontalfaden noch zwei in gleicher Entfernung und parallel zu diesem eingespannte Distanzfäden besitzt. Ein Höhenkreis am Fernrohre gestattet die Winkel abzulesen, welche die Fernrohrachse in jeder einzelnen Lage mit dem Horizonte einschließt. Das Prinzip dieses Distanzmessers ist das nachfolgende:

Befindet sich außerhalb der doppelten Brennweite einer Sammellinse  $O$  (Fig. 17) ein Gegenstand  $MN$ , so entsteht auf der entgegengesetzten Seite der Linse ein verkehrtes und verkleinertes Bild  $mn$ . Ist nun  $O$  die Objectivlinse eines Fernrohres und  $mn = b$  der Abstand der parallelen, horizontalen

Distanzfäden, so schließen die von den Distanzfäden durch den optischen Mittelpunkt der Objectivlinse ausgehenden Lichtstrahlen einen constanten Winkel ein und schneiden auf einer durch das Fernrohr beobachteten, eingetheilten Latte ein Stück  $MN = L$  ab, aus welchem auf die Entfernung  $D$  der Latte von der Objectivlinse geschlossen werden kann.

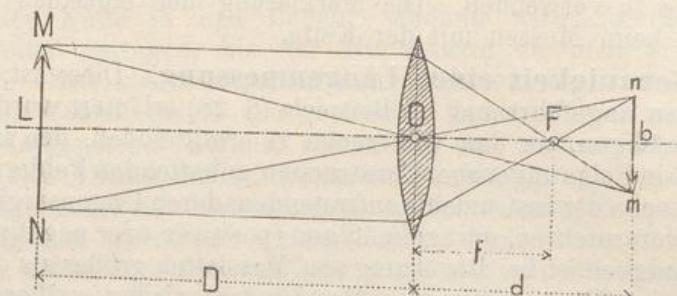


Fig. 17.

Bezeichnet man die Entfernung des Bildes vom Mittelpunkte der Linse mit  $d$  und die Brennweite der Linse mit  $f$ , so folgt nach den Gesetzen der Optik:

$$\frac{1}{D} + \frac{1}{d} = \frac{1}{f} \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad 4)$$

und daraus:

$$d = \frac{D \cdot f}{D - f} \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad 5)$$

Aus  $\triangle MON \sim \triangle mOn$  folgt:  $L:b = D:d$   
daher:  $b = \frac{L \cdot d}{D}$  und mit Rücksicht auf Gleichung 5):

$$b = \frac{L \cdot f}{D - f} \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad 6)$$

Aus Gleichung 6) folgt als Distanz:

$$D = \frac{L \cdot f + f \cdot b}{b} = \frac{f}{b} \cdot L + f$$

Rechnet man zu dieser Distanz noch die Entfernung  $e$  vom Mittelpunkte der Objectivlinse bis zum Drehungspunkte des Fernrohrs hinzu, so erhält man als eigentliche Distanz:

$$D' = \frac{f}{b} \cdot L + f + e$$

Da  $f, b$  und  $e$  für dasselbe Instrument constante Größen sind, so kann man  $\frac{f}{b} = C$ , ferner  $f + e = c$  setzen und erhält so die einfache Gleichung:

$$D' = C \cdot L + c \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad 7)$$

aus welcher man für die einzelnen Lattenlängen die zugehörigen Distanzen findet. Die Lattenlängen ergeben sich jedesmal aus der Differenz der an den beiden Distanzäden gemachten Lattenablesungen. Die Constanten  $C$

und  $c$  werden vom Mechaniker gerechnet und bei jedem Instrumente bemerkt. Gewöhnlich richtet man den Abstand der Distanzfäden so, dass die Constante  $C$  einer runden Zahl, z. B. 100 oder 200 gleich wird.

### §. 33. Anwendung des Distanzmessers nach Reichenbach.

Die Gleichung 7) gilt nur dann, wenn die Fernrohrachse bei der Visur nach der Latte eine horizontale Lage hat und die Visur über den mittleren Horizontalfaden die Latte senkrecht trifft.

Bei geneigter Fernrohrachse misst man zunächst den Neigungswinkel  $\alpha$  (Fig. 18), welchen die Fernrohrachse mit dem Horizonte einschließt, am Höhenkreise ab, lässt die Latte wie vorhin lothrecht halten und macht die Ablesung  $o u = L$  an derselben. Eine auf die mittlere Visurlinie  $Jm$  des Fernrohrs im Punkte  $m$  senkrecht gestellte Latte würde mit der vertical stehenden den Winkel  $\alpha$  einschließen, weshalb man jetzt  $o' u' = L \cdot \cos \alpha^*$ ) statt  $L$  als Lattenlänge setzen kann. Man erhält so für die schiefe Distanz:  $D' = C \cdot L \cdot \cos \alpha + c$ , somit für die auf den Horizont reduzierte Distanz:

$$D = D' \cdot \cos \alpha = (C \cdot L \cos \alpha + c) \cdot \cos \alpha$$

oder:

$$D = C \cdot L \cdot \cos^2 \alpha + c \cdot \cos \alpha \quad \dots \dots \dots \quad 8)$$

Da aber  $\cos \alpha$  bei geringem Höhenwinkel nicht viel von 1 verschieden ist, so genügt es, für die gewöhnlichen Fälle zu dem Werte:  $C \cdot L \cdot \cos^2 \alpha$  noch die Constante  $c$  zu addieren, mithin

$$D = C \cdot L \cdot \cos^2 \alpha + c \quad \dots \dots \dots \quad 9)$$

zu setzen.

Beim Gebrauche muss das Instrument mit dem Drehungspunkte des Fernrohrs über den Endpunkt  $A$  der zu messenden Distanz  $AB$  aufgestellt und genau horizontal gerichtet werden.

Der auf dem anderen Endpunkte  $B$  vom Figuranten gehaltenen Latte muss eine möglichst lothrechte Lage gegeben werden, da sich sonst bedeutende Fehler in den Ablesungen ergeben. Man versieht zu diesem Zwecke die Latte gewöhnlich mit einem Senkel oder mit einer Dosenlibelle.

Beispiel: Es sei Winkel  $\alpha = 9^\circ$

die obere Ablesung:  $o = 1.862 \text{ m}$

" untere "  $u = 0.902 \text{ m}$

daher:  $(o - u) = L = 0.960 \text{ m}$

Sind die Constanten des Instrumentes  $C = 100$  und  $c = 0.31$ , so ist die fragliche Distanz nach der Gleichung 9):

$$D = 100 \times 0.96 \times 0.988^2 + 0.31$$

oder  $D = 93.888 + 0.31 = 94.198 \text{ m}.$

Die Genauigkeit des Reichenbach'schen Distanzmessers hängt von der richtigen verticalen Lattenstellung und der Genauigkeit der Ablesungen

\*) Betrachtet man die beiden Winkel bei  $o'$  und  $u'$  als Rechte, so folgt:

$$\begin{aligned} o'm &= om \cdot \cos \alpha \\ u'm &= um \cdot \cos \alpha \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} \text{daher } o'm + u'm &= (om + um) \cdot \cos \alpha \\ \text{oder } o'u' &= L \cdot \cos \alpha \end{aligned} \right.$$

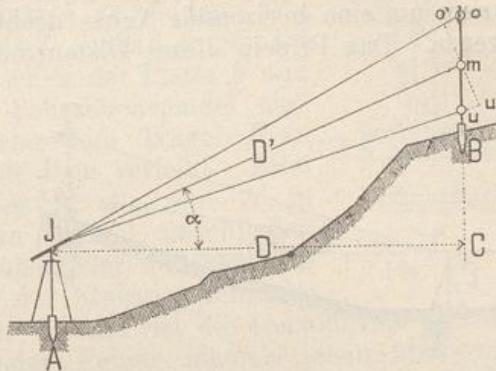


Fig. 18.

ab. Da die Distanzfäden bei größeren Entfernungen ein größeres Lattenstück verdecken, so nimmt die Genauigkeit der Ablesungen mit der Größe der Distanz ab. Durch Versuche ist gefunden worden, dass der mittlere Fehler bei kleineren Distanzen in der Ebene mit 0·25 %, im coupierten Terrain und bei ungünstigen Verhältnissen bis zu 1 % der wirklichen Distanz angenommen werden kann.

**§. 34. Der Stampfer'sche Distanzmesser.** Dieser besteht aus einem um eine horizontale Achse drehbaren Fernrohre mit einfaches Fadenkreuze. Das Prinzip dieses Distanzmessers wird nachfolgend erläutert.

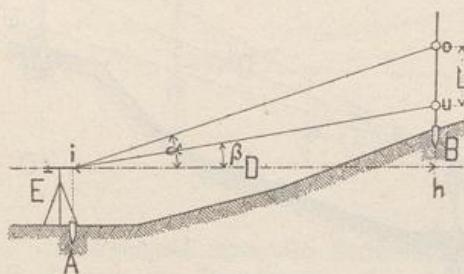


Fig. 19.

Steht das Instrument mit seinem Drehungspunkte  $i$  (Fig. 19) über dem Anfangspunkte  $A$  und eine mit zwei Zielscheiben  $o$  und  $u$  versehene Latte im Endpunkte  $B$  einer zu messenden Distanz  $D$ , so schließen die nach den Zielpunkten  $o$  und  $u$  von  $i$  ausgehenden Visurlinien einen Winkel ein, welcher proportional der Distanz ist, so dass aus der Größe dieses Winkels die jedesmalige Distanz bestimmt werden kann.

Bezeichnen  $\alpha$  und  $\beta$  jene Winkel, welche die nach  $o$  und  $u$  gehenden Visurlinien mit dem Horizonte  $ih$  des Instrumentes einschließen, ist ferner  $ou = L$  die constante Entfernung der Zielscheiben, und  $ih = D$  die reduzierte Distanz der Punkte  $A$  und  $B$ , so folgt aus den rechtwinkeligen Dreiecken  $oih$  und  $uih$ :

$$\begin{aligned} oh &= D \cdot \operatorname{tg} \alpha \\ uh &= D \cdot \operatorname{tg} \beta \\ \text{daher } oh - uh &= D \cdot (\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta) \\ \text{oder } D &= \frac{oh - uh}{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta} = \frac{L}{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta} \quad \dots \dots \dots \quad (10) \end{aligned}$$

**§. 35.** Zur Messung dieser gewöhnlich nur kleinen Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  wird die **Stampfer'sche Elevationsschraube** benutzt. Eine solche ist z. B. an dem Nivellierinstrumente in Fig. 84, §. 136 angebracht. Der Fernrohrträger ist an einem Ende bei  $D$  um eine horizontale Achse drehbar und hat am anderen Ende die Elevationsschraube  $E$ , mit welcher der Visierlinie des Fernrohres eine kleine Elevation, d. h. eine feine Bewegung in einer Verticalebene, ertheilt werden kann. An diesem Fernrohrträger befindet sich nächst der Elevationsschraube auch eine Theilung, welche die vollführten ganzen Schraubengänge der ersten anzeigen, während die Unterabtheilungen eines Ganges an der mit dem Schraubenkopfe verbundenen, eingetheilten Trommel abgelesen werden können. Die Elevationsschraube bildet eine feine Micrometerschraube mit etwa 20 Gängen per 1 cm, ferner ist die Trommel  $T$  im Umfange in 100 Theile getheilt. Der Wert eines Ganges (die Ganghöhe) beträgt somit etwa 0·5 mm und mithin der eines Hundertganges etwa 0·005 mm. In Fig. 20 ist die Elevationsschraube  $E$  in  $\frac{1}{2}$  nat. Größe dargestellt. An dem nach unten gabelförmig endenden Träger  $P$  des Fernrohres, mit welchem die Elevationsschraube in Verbindung steht, ist eine Theilung

bei  $p$  angebracht, welche der am Schraubenkopfe befindlichen, in 100 Theile eingetheilten Trommel  $T$  entspricht, so dass an dem Zeiger  $z$  die ganzen und am Zeiger  $z'$  die  $\frac{1}{100}$  Umdrehungen der Elevationsschraube abzulesen sind. Die Spindel dieser Schraube ist mit dem oberen Ende an der mit dem Träger  $P$  verbundenen Platte  $b$  eingehängt. Das eine Ende  $c$  der Alhidade, um welches die Gabelstücke  $pp'$  des Trägers gleiten, ist mit der Messinghülse  $h$  verbunden. Der Schraubenkopf  $E$  nebst der Trommel  $T$  enthält in seinem oberen Ende das Muttergewinde. Zwischen der Platte  $b$  und dem Boden der Hülse  $h$  ist um die Schraubenspindel eine starke Schraubenfeder eingelegt, welche dem Träger  $P$  an diesem Ende einen stetigen Druck nach oben verleiht. Zwei in einander verschiebbare Hülsen, davon die eine  $h'$  in Fig. 20 sichtbar, die andere in derselben gleitend, umschließen die obere und untere Hälfte der Schraubenfeder und schützen sie vor Staub. Die ganze Bewegung der Elevationsschraube entspricht nahezu einem Winkel von  $8^\circ$  und ist die Genauigkeit der Bewegung so groß, dass ein entstehender Fehler niemals jenen übersteigt, welchem man beim Einstellen einer Visur noch ausgesetzt ist, und der bei diesen Instrumenten etwa 1 bis 2 Secunden beträgt.

Eine solche Elevationsschraube ist zur genauen Messung kleiner Verticalwinkel vorzüglich geeignet, da deren Größen sich wie die Anzahl der ihnen zukommenden Schraubengänge verhalten.

**§. 36. Anwendung des Distanzmessers nach Stampfer.** Bezeichnen  $h$ ,  $u$  und  $o$  die Ablesungen an der Elevationsschraube, welche man bei der horizontalen Visur und bei den Visuren nach der unteren und der oberen Zieltafel (siehe Fig. 19) macht, so ist den Winkeln  $\alpha$  und  $\beta$  die zukommende Anzahl der Gänge ( $o - h$ ) und ( $u - h$ ) proportional; daher:

$$\operatorname{tg} \alpha = k \cdot (o - h) \quad \text{und} \quad \operatorname{tg} \beta = k \cdot (u - h)$$

wenn  $k$  einen constanten Zahlenwert bedeutet und beachtet wird, dass man für kleine Winkel ihre Tangenten setzen kann. Setzt man diese Werte in die Gleichung 10), so erhält man:

$$D = \frac{L}{k \cdot (o - h) - k \cdot (u - h)} = \frac{L}{k \cdot (o - u)}$$

oder, wenn man für den sich gleichbleibenden Wert  $\frac{1}{k} = K$  setzt:

$$D = \frac{K \cdot L}{o - u} \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (11)$$

Die Constante  $K$  ist jedem Instrumente beigegeben. Man braucht daher nur die beiden Ablesungen  $o$  und  $u$  zu machen, um die fragliche Distanz nach Gleichung 11) zu bestimmen.

Als Latten verwendet man hier gewöhnlich Nivellierlatten mit zwei Zielscheiben (§. 145). Die constante Entfernung der Zielscheiben ist gewöhnlich 2 m, bei kleineren Distanzen auch nur 1 m.

Beispiel: Es sei die obere Ablesung  $o = 25^{\circ}30'5$   
und die untere "  $u = 20^{\circ}20'0$   
somit  $o - u = 5^{\circ}10'5$

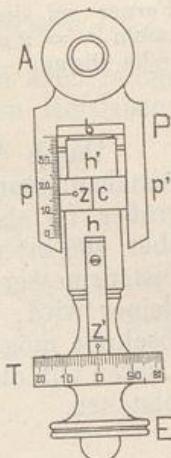


Fig. 20.

Ferner sei die Constante des Instrumentes  $K = 324$  und die Entfernung der Zieltafeln  $L = 2\text{ m}$ . Setzt man diese Werte in die Gleichung 11), so erhält man als fragliche Distanz:

$$D = \frac{324 \times 2}{5 \cdot 105} = 126 \cdot 93\text{ m.}$$

Durch Versuche ist gefunden worden, dass die Genauigkeit der Distanzmessung mit der Stampfer'schen Schraube bei kleineren Distanzen größer ist als beim Messen mit Messketten. Bei größeren Distanzen (etwa über 400 m) nimmt die Genauigkeit des Stampfer'schen, wie überhaupt aller Distanzmesser ab. Diese wird auch geringer, wenn der Lattenabschnitt  $L$  kleiner wird; daher soll man, besonders bei größeren Distanzen, den Lattenabschnitt möglichst groß nehmen und die Zahlenwerte bei Einstellung der Visuren auf die Zieltafeln wiederholen, damit keine Fehler in den Ablesungen entstehen.

#### 4. Instrumente zu Winkelmessungen.

**§. 37. Einleitende Bemerkungen.** Die meisten Instrumente werden beim Gebrauche auf eigene Gestelle, Stativen, gesetzt. Man unterscheidet je nach Ausführung Stockstative und Dreifußstative. Letztere werden entweder als Zapfen- oder als Scheibenstative construiert.

Beim Zapfenstative wird das Instrument mit seiner Hülse auf den conischen Zapfen des Stativen aufgeschoben, allenfalls noch durch eine Klemmschraube gefestigt.

Beim Scheibenstative (siehe Fig. 32 a und 38) wird das Instrument mit seinen Stellschrauben auf die Statische Scheibe aufgesetzt und mittelst einer durch den Auschnitt der Scheibe hindurchreichenden Centralsschraube, Herzschraube, mit dem Stative fest verbunden.

Der auf dem Felde zu messende Winkel wird durch drei Punkte bezeichnet und zwar so, dass der Scheitel und je ein beliebiger Punkt der beiden Schenkel des Winkels durch Pflöcke, Fluchtstäbe oder Fahnenstangen markiert werden. Denkt man sich die beiden Schenkel eines Winkels auf eine horizontale Ebene projiziert, so hat man den auf den Horizont reduzierten Winkel, und dieser ist es, welcher mittelst der Winkelmessinstrumente gemessen wird. Da die Ebene dieser reduzierten Winkel eine horizontale ist, so heißen die so bestimmten Winkel Horizontalwinkel. Wird der eine Schenkel eines Horizontalwinkels durch die Richtung einer frei schwebenden Magnetnadel bestimmt, so heißt der so gebildete Winkel der magnetische Azimuth dieser Geraden (§. 58 und 59).

Häufig ist jedoch der Neigungswinkel einer Geraden gegen den Horizont, d. h. jener Winkel zu messen, welchen die Gerade mit ihrer Horizontalprojection einschließt. Solche Winkel liegen in verticalen Ebenen und heißen daher auch Verticalwinkel, u. zw. Höhen- oder Elevationswinkel und Tiefen- oder Depressionswinkel, je nachdem der eine Schenkel über oder unter dem zweiten, horizontal liegenden, sich befindet. Die Winkelmessinstrumente dienen nicht nur zur Messung, sondern auch zur Absteckung von gegebenen Winkeln. Bei der Messung eines Winkels wird das Instrument genau über dem Scheitelpunkte aufgestellt (centriert). Die centrische Aufstellung geschieht mit Hilfe eines im Mittelpunkte des Stativen an der vorhandenen Aufhängevorrichtung befestigten Senkels.

### a) Instrumente zur Absteckung rechter Winkel.

§. 38. **Das Winkelkreuz.** Dieses einfache und deshalb auch billige Instrument besteht aus zwei senkrecht auf einander befestigten Holzleisten (Fig. 21), welche mit einer Hülse *h* verbunden sind, mittelst welcher das Instrument auf ein Stockstativ *f* gesteckt werden kann. Auf der oberen Fläche der Leisten sind die Stiftchen 1, 2, 3 und 4 als Absehen so angeordnet, dass die über 1, 2 und 3, 4 gerichteten Visuren senkrecht auf einander stehen.

Der Gebrauch dieses Instrumentes ist folgendermaßen: Man steckt das Stockstativ in jenen Punkt der Geraden, von welchem aus der rechte Winkel abgesteckt werden soll, richtet mit Hilfe eines Senkels den Stock möglichst vertical und dreht die Hülse *h* auf dem Zapfen des Stockstatives so lange, bis die Visur über das eine Paar von Absehen, z. B. über 1 und 2, genau in die Richtung der ausgesteckten Geraden fällt. Nun visiert man über 3 und 4 und lässt durch den Messgehilfen in dieser Richtung einen Fluchtstab einsetzen. Mit dieser Arbeit ist das Errichten der Senkrechten zur gegebenen Geraden beendet. Hat man jedoch von einem außerhalb der Geraden liegenden Punkte auf erstere eine Senkrechte zu fällen und den Fußpunkt derselben zu bestimmen, so wird das Stockstativ zunächst schätzungsweise in dem fraglichen Fußpunkte eingesetzt, das Winkelkreuz mit einem Paar von Absehen in die Gerade orientiert und dann über das andere Paar visiert. Geht die zweite Visur durch jenen Punkt, von welchem die Senkrechte gefällt werden soll, so hat man den Fußpunkt derselben richtig gefunden; wo nicht, so verstellt man das Instrument nach Maßgabe der geschätzten Abweichung so lange, bis man den Fußpunkt getroffen hat.

Die Prüfung des Winkelkreuzes erfolgt dadurch, dass man in einem Punkte einer ausgesteckten Geraden eine Senkrechte errichtet, dann mittelst der Hülse *h* das Winkelkreuz um  $90^\circ$  verdreht, so dass die Stiftchen 1 und 2 mit 3 und 4 ihren Platz wechseln. Fällt die jetzt ausgesteckte Senkrechte mit der früheren zusammen, so ist das Winkelkreuz richtig; im entgegengesetzten Falle beachte man, dass die beiden abgesteckten Senkrechten den doppelten Fehler des Winkelkreuzes anzeigen. Man versetzt demnach die betreffenden zwei Stiftchen z. B. 3 und 4 auf die Halbierungslinie des fehlerzeigenden Winkels und wiederholt dieses Verfahren, bis sich kein Fehler mehr zeigt.

§. 39. **Die Winkeltrommel** (Fig. 22) ist entweder ein aus Metall hergestellter, hohler Cylinder oder ein achtseitiges Prisma, 8—10 cm hoch, oben und unten geschlossen und wie beim Winkelkreuze mit einer conischen Hülse versehen, mittelst welcher man das Instrument auf ein Stockstativ oder auf ein dreifüßiges Zapfenstativ steckt. In der Mantelfläche der Trommel sind vier gerade Schlitze paarweise ebenso wie bei einem Diopterlineale (§. 15) angeordnet. Mithin steht einem schmalen Sehschlitz eine fensterartig durchbrochene mit einem Rosshaarfaden überspannte Öffnung gegenüber. Die durch je zwei gegenüberliegende Schlitze gerichteten Visuren schließen mit einander rechte Winkel ein. Diese Visuren liegen in verticalen Ebenen

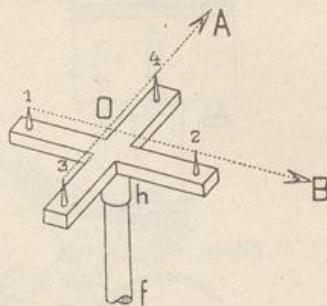


Fig. 21.

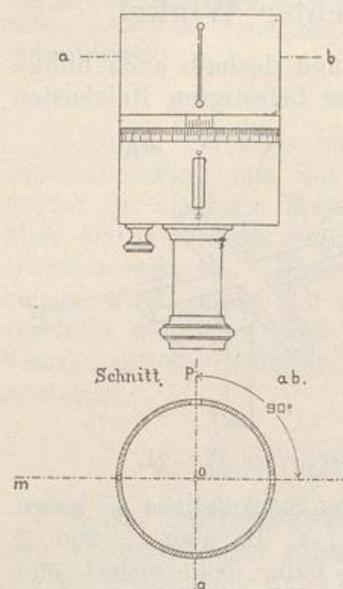


Fig. 22

werden, so stellt man sich mit der Winkel-  
trommel vertical über dem Punkte  $o$  auf und richtet zwei gegenüberliegende  
Absehen der Trommel genau in die Gerade  $mn$  ein. Stellt man sich nun  
mit dem Auge vor das Absehen bei  $q$ , visiert längs dem gegenüberliegen-  
den bei  $p$  vorbei und lässt in dieser Richtung einen Stab einsetzen, so ist  
 $op \perp mn$ . Die entgegengesetzte Aufgabe wird ebenso wie mit dem Winkel-  
kreuze gelöst.

Auch die Prüfung der Winkeltrommel erfolgt in gleicher Weise wie bei dem Winkelkreuze. Die Berichtigung einer fehlerhaften Winkeltrommel ist nur dann möglich, wenn zwei Absehen aus Schlitten und eingespannten Fäden bestehen und letztere auf verschiebbaren Rahmen eingespannt sind.

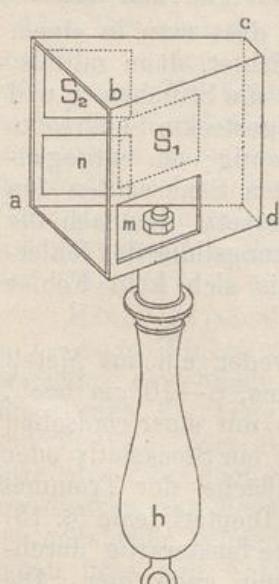


Fig. 23.

**S. 40. Der Winkelspiegel** (Fig. 23) besteht aus einem vierseitigen, prismatischen Gehäuse  $abcd$ , dessen Seitenwand  $ab$  gewöhnlich ganz offen ist, während die zwei angrenzenden, einen Winkel von  $45^\circ$  mit einander einschließenden Wände bei  $m$  und  $n$  fensterartig durchbrochen sind. Oberhalb oder unterhalb dieser Öffnungen sind zwei ebene Spiegel  $S_1$  und  $S_2$  befestigt. Die Bodenfläche des Gehäuses wird entweder auf einen Handgriff  $h$  oder seltener auf ein Stockstativ aufgeschraubt, so dass man den beiden Spiegeln beim Gebrauche eine verticale Stellung zu geben vermag.

Um die Wirkungsweise des Winkelspiegels zu erklären, ist in Fig. 24 ein Horizontalschnitt desselben dargestellt. Fällt vom Objecte  $G$ , ein Licht-

strahl  $G_1m$  auf den Spiegel  $S_1$ , so wird er unter dem gleichen Winkel  $\alpha$  reflectiert, fällt bei  $n$  auf den Spiegel  $S_2$ , von welchem er wieder unter dem gleichen Winkel  $\beta$  reflectiert wird und nach dem Auge des Beobachters bei  $A$  gelangt, so dass er diesem von  $G_2$  herzukommen scheint.

Aus  $\triangle m n P$  folgt:

$$\begin{aligned}\angle w &= \angle x + \angle y, \text{ da aber} \\ \angle x &= 180^\circ - 2\alpha \text{ und} \\ \angle y &= 180^\circ - 2\beta, \text{ so ist} \\ \angle w &= 2(180^\circ - \alpha - \beta).\end{aligned}$$

Aus  $\triangle m n O$  folgt:

$$\begin{aligned}\angle \varphi &= 180^\circ - \alpha - \beta \\ \text{daher } \angle w &= 2\varphi; \text{ d. h. der} \\ \text{Winkel, welchen der einfallende} \\ \text{Lichtstrahl } G_1m \text{ mit dem doppelt} \\ \text{reflectierten Lichtstrahle } n A \text{ ein-} \\ \text{schließt, ist doppelt so groß} \\ \text{wie der Neigungswinkel der} \\ \text{Spiegelflächen. Ist letzterer } 45^\circ, \\ \text{so ist ersterer } 90^\circ, \text{ woraus sich} \\ \text{der Gebrauch des Winkel-} \\ \text{spiegels zum Errichten und Fällen von Senkrechten ergibt.}\end{aligned}$$

#### S. 41. Anwendungen des Winkelspiegels.

a) Auf eine gegebene Gerade  $G_1G_3$  (Fig. 24) ist in  $P$  eine Senkrechte zu errichten.

Man stellt sich den Winkelspiegel mit dem Handgriffe vor dem Auge haltend, so auf, dass der in dem Handgriffe eingezogene Senkel genau über den Pflock bei  $P$  zu stehen kommt und richtet die offene Seitenwand nach dem in  $G_1$  eingesetzten Fluchtstab. Nun visiert man nach dem Stabe  $G_2$ , so dass man längs dem verticalen Rande der offenen Wand nach dem gegenüberliegenden Spiegel  $S_2$  und zugleich durch die darunterliegende fenstertypige Öffnung nach  $G_2$  sieht.

Sodann gibt man dem Figuranten durch Handbewegungen so lange Zeichen zur Änderung des Standpunktes seines Stabes  $G_2$ , bis dieser von ihm gehaltene Stab mit dem im Spiegel  $S_2$  sichtbaren Spiegelbilde von  $G_1$  genau in dieselbe Verticallinie fällt.

b) Von einem Punkte  $G_2$  (Fig. 24) ist auf eine Gerade  $G_1G_3$  eine Senkrechte zu fällen.

Man wendet den Winkelspiegel so, dass er mit der offenen Seite gegen den Punkt  $G_2$  gerichtet ist, und hält ihn in dieser Stellung vor das gegen  $G_1$  gerichtete Auge. Nun bewegt man sich von  $G_3$  gegen  $G_1$ , genau in der abgesteckten Geraden; letzteres wird dadurch beurtheilt, dass man nachsieht, ob die Richtung der Senkelschnur des Winkelspiegels in die gedachte Verticalebene der Stabachsen  $G_1G_3$  fällt.

Je mehr man sich dabei dem gesuchten Fußpunkte  $P$  nähert, desto näher fällt das Spiegelbild des Stabes  $G_2$  in die Richtung des Stabes  $G_1$ , so dass es mit dieser ganz zusammenfällt, wenn man mit dem Spiegel über  $P$  angelangt ist. Mittelst des im Handgriffe eingezogenen Senkels wird dann der Fußpunkt  $P$  auf dem Terrain bestimmt und durch einen Pflock oder einen Kettennagel markiert.

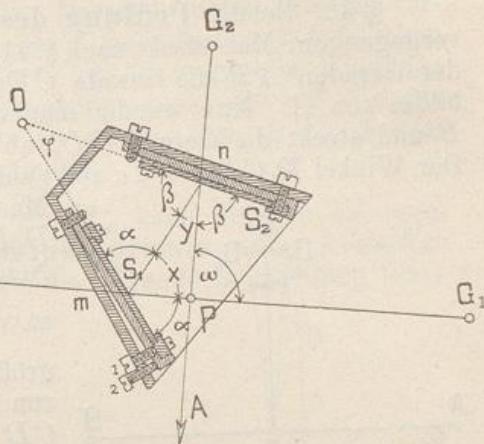


Fig. 24.

Es ist ganz gleichgültig, ob man sich bei dieser Arbeit von  $G_3$  gegen  $G_1$  oder umgekehrt fortbewegt. Zur genauen Richtungsangabe benützt man einige zwischen  $G_1$  und  $P$ , beziehungsweise zwischen  $G_3$  und  $P$ , einvisierte Stäbe (§. 22).

**§. 42. Bei der Prüfung des Winkelspiegels** wird in folgender Weise vorgegangen: Man steckt nach §. 41 a in dem angenommenen Punkte  $C$  (Fig. 25) der Geraden  $AB$  die Gerade  $CD_1$  ab und zwar mit Benützung des Spiegelbildes von  $A$ . Nun wendet man die offene Wand des Winkelspiegels gegen  $B$  und steckt die Gerade  $CD_2$  ab mit Benützung des Spiegelbildes von  $B$ . Der Winkel  $D_1CD_2 = 2\alpha$  zeigt somit den doppelten Fehler des Instrumentes.

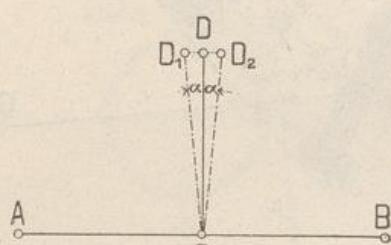


Fig. 25.

Macht man nun  $CD_1 = CD_2$  und  $D_1D = D_2D$ , so ist  $CD \perp AB$ . Man hat somit den Neigungswinkel der Spiegelebenen so lange

zu verändern (in diesem Falle um  $\frac{\alpha}{2}$  zu vergrößern), bis das Spiegelbild von  $A$  (oder von  $B$ ) genau in der Richtung der Geraden  $CD$  erscheint. Zu diesem Zwecke lässt sich der eine der beiden Spiegel um einen Punkt drehen, gewöhnlich durch zwei Schräubchen 1 und 2 (Fig. 24), von welchen 1 als Zugwirkung und 2 als Druckschräubchen wirkt. Man lüftet zuerst das Druckschräubchen, gibt durch entsprechendes Drehen des Zugschräubchens dem Spiegel die richtige Stellung und zieht das Druckschräubchen wieder fest an.

Die Genauigkeit des Winkelspiegels kann man auf 1–2 Minuten annehmen, wenn die Senkrechten nicht über etwa 50 m Länge besitzen.

Der Winkelspiegel hat gegenüber dem Winkelkreuze und der Winkeltrommel den großen Vortheil, dass man mit demselben viel rascher arbeitet, namentlich in den Städten, wo sich bei Aufstellung der zu den vorgenannten Instrumenten nötigen Stockstativen Schwierigkeiten leicht ergeben würden.

**§. 43. Das Prismenkreuz von Bauernfeind.** Dieses Instrument, welches zum Ausstecken von rechten und von gestreckten Winkeln dient,

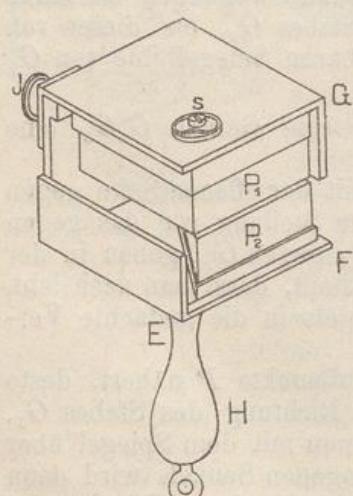


Fig. 26.

besteht aus zwei übereinander gestellten Glasprismen  $ABC$  und  $ABD$  (Fig. 28), welche gleichschenklige, rechtwinklige Dreiecke als Grundflächen haben. Zwei Kathetenflächen liegen in der Ebene  $AB$ , während die beiden anderen Kathetenflächen  $BD$  und  $AC$  zu einander parallel sind. Die Hypotenuseflächen  $BC$  und  $AD$  stehen senkrecht auf einander und sind zur Vermehrung der Helligkeit der Bilder mit Zinnamalgam belegt. Die beiden Prismen sind in einem prismatischen Gehäuse  $EFGJ$  (Fig. 26) befestigt, dessen Seitenwände  $EJ$  und  $FG$  den parallelen Kathetenflächen gegenüber, also links oben und rechts unten, ausgeschnitten sind. An der vorderen gemeinsamen Kathetenfläche  $EFG$  ist das Gehäuse ganz offen. Um die Prismenachsen parallel zu stellen, ruht das untere Prisma

$P_2$  auf einer dreiseitigen, am Boden des Gehäuses angebrachten, federnden Platte und ist durch drei Stellschraubchen festgehalten. Durch eines dieser Schraubchen wird die Achse des unteren Prismas zu der des oberen Prismas parallel gestellt, nachdem zuvor die beiden anderen Schraubchen etwas gelüftet worden sind. Das obere Prisma  $P_1$  ist durch das am Deckel des Gehäuses befindliche Schraubchen  $s$  mit der Fassung dieses Prismas verbunden und kann durch ein in der Kapsel bei  $J$  befindliches Schraubchen im horizontalen Sinne so weit gedreht werden, bis die gegenüber liegenden Kathetenebenen parallel und die Hypotenuseebenen senkrecht auf einander stehen. Um das Instrument bequem halten zu können, ist an der Bodenfläche des Gehäuses ein Handgriff  $H$  festgemacht.

§. 44. Jedes der beiden Prismen  $P_1$  und  $P_2$  kann für sich als sogenanntes **symmetrisches dreiseitiges Winkelprisma** zum Abstecken von rechten Winkeln benutzt werden, wie die folgende Betrachtung lehrt.

Fällt ein von  $P_1$  (Fig. 27) herkommender Lichtstrahl  $P_1Q$  nahe am Scheitel  $B$  auf die Kathetenfläche  $BD$  unter dem Einfallswinkel  $\varepsilon$ , so wird er nach optischen Gesetzen zum Einfallslothe unter dem Winkel  $\beta$  gebrochen und fällt nach  $R$  auf die zweite Kathetenfläche  $AB$  unter einem Winkel  $\gamma$ , welcher jedoch so groß ist, dass der Lichtstrahl nicht mehr austreten kann. Er wird somit von der Ebene  $AB$  wie von einem ebenen Spiegel reflectiert, fällt auf die Hypotenuseebene  $AD$  unter dem Winkel  $\delta$  auf und da diese mit Amalgam belegt ist, wird der Lichtstrahl abermals reflectiert, fällt in  $T$  wieder auf die Kathetenfläche  $AB$  unter dem Winkel  $\beta'$  auf und wird hier unter dem Winkel  $\varepsilon'$  gebrochen, sodann in der Richtung  $TU$  fortgeleitet. Der Lichtstrahl macht somit den Weg  $P_2QRSTU$  durch; er wird im Prisma zweimal gebrochen und zweimal reflectiert.

Ist  $n$  das Brechungsverhältnis für Luft und Glas, so folgt nach den Gesetzen der Optik:

$$\sin \varepsilon = n \cdot \sin \beta \quad \text{und} \quad \sin \varepsilon' = n \cdot \sin \beta'.$$

Aus Fig. 27 ist ferner zu ersehen, dass

$$\angle \beta + \angle \delta = 45^\circ \quad \text{und} \quad \angle \beta' + \angle \delta = 45^\circ,$$

woraus folgt, dass  $\angle \beta = \angle \beta'$  und daher auch  $\angle \varepsilon = \angle \varepsilon'$  sein muss.

Aus  $\triangle VWT$  folgt:

$$\angle W = \varepsilon' + (90^\circ - \varepsilon) = 90^\circ;$$

d. h. der einfallende Lichtstrahl  $P_1Q$  steht senkrecht auf dem austretenden Lichtstrahle  $TU$ . Ein bei  $W$  befindliches Auge sieht daher einen bei  $P_1$  eingesetzten Stab durch das Prisma in der Richtung  $UT$  und zugleich über

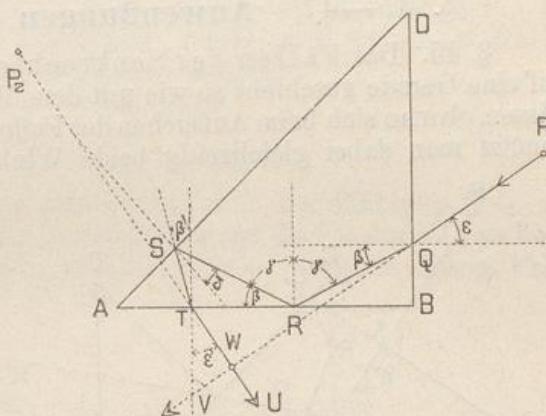


Fig. 27.

oder unter dem Prisma den Stab  $P_2$ . Wird nun letzterer so einvisiert, dass er sich mit dem Bilde von  $P_1$  deckt, so steht  $P_1W$  senkrecht auf  $P_2W$ .

Man kann auch den austretenden Strahl  $TU$  zum einfallenden und den einfallenden Strahl  $P_1Q$  zum austretenden machen. Wäre in  $U$  ein Stab eingesetzt, so würde der Lichtstrahl in der Richtung  $UT$  unter dem  $\angle \varepsilon'$  auf das Prisma fallen, weiter den Weg  $TSRQ$  machen und in der Richtung  $QP$ , unter dem  $\angle \varepsilon$  austreten, so dass ein in dieser Richtung befindliches Auge das Bild von  $U$  sehen und in derselben Richtung, gegen  $V$ , einen Stab einvisieren könnte.

Aus dieser Betrachtung folgt, dass der Winkel  $W$  unabhängig ist vom Einfallswinkel  $\varepsilon$ . Das dem festen Ablenkungswinkel von  $90^\circ$  entsprechende Bild erkennt man leicht dadurch, dass es in derselben Richtung erscheint, wenn man auch das Instrument mittelst des Handgriffes etwas um seine verticale Achse dreht.

### §. 45—47. Anwendungen des Prismenkreuzes.

§. 45. Das Fällen der Senkrechten von außerhalb liegenden Punkten auf eine Gerade geschieht so wie mit dem Winkelspiegel. Um jedoch stets zu wissen, ob man sich beim Aufsuchen der Fußpunkte genau in der Geraden befindet, benützt man dabei gleichzeitig beide Winkelprismen des Prismenkreuzes.

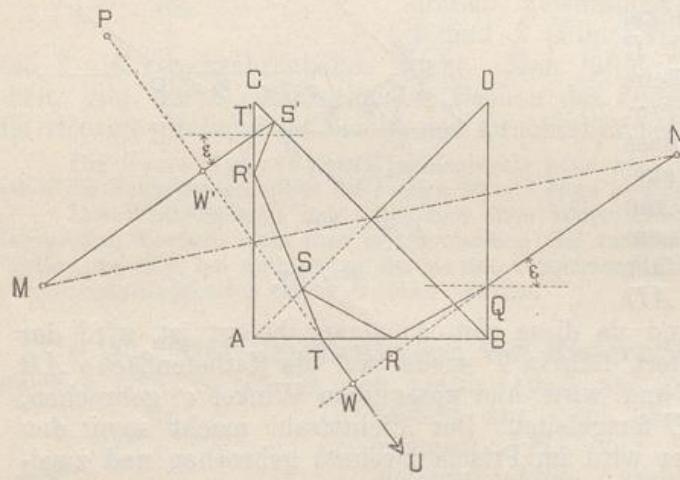


Fig. 28.

Fig. 28 ersichtlichen Wege  $MT'S'R'TU$  und  $NQ'RSTU$  durch, so dass man in der Richtung  $TU$  die Bilder der Stäbe von  $M$  und  $N$  erblickt. Diese werden sich decken, d. h. in eine durch beide Prismen gehende Gerade zusammen fallen, wenn man durch Vor- und Rückwärtsschreiten in die Gerade  $MN$  gelangt ist. Nach erfolgter Deckung der Bilder schreitet man in der Geraden  $MN$  gegen  $M$  oder gegen  $N$  vor, bis die Richtungslinie  $UT$  durch den Punkt  $P$  geht. Da nun die festen Ablenkungsstrahlen  $TU$  (nach §. 44) senkrecht zu den einfallenden Lichtstrahlen  $MT'$  und  $NQ$  sein müssen und die Gerade  $MN$  in der Wirklichkeit als parallel zu diesen Strahlen angesehen werden darf, ergibt das Loth der Prismenachse den Fußpunkt der gesuchten Senkrechten.

§. 46. Um mit dem Prismenkreuze gestreckte Winkel abzustecken, d. h. zwischen zwei Punkten einer Geraden einen Zwischenpunkt einzuviseieren,

Es sei  $P$  (Fig. 28) der gegebene Punkt und  $MN$  die gegebene Gerade. Man hält das Prismenkreuz mit den Flächen  $AC$  und  $BD$  so gegen die Punkte  $M$  und  $N$ , dass das Licht von  $M$  auf das Prisma  $ABC$  und jenes von  $N$  auf das Prisma  $ABD$  auffallen kann. Je zwei parallele Lichtstrahlen  $MT'$  und  $NQ$  fallen unter gleichen Winkeln  $\varepsilon$  auf die Glasprismen und machen die in

kann man entweder, wie in Fig. 28 gezeigt wurde, die festen Ablenkungsstrahlen oder auch, wie die nachfolgenden Betrachtungen lehren, die mit den Einfallswinkeln der Lichtstrahlen veränderlichen Ablenkungsstrahlen der Prismen verwenden.

Ein unter dem Winkel  $\varepsilon$  auf die Kathetenfläche  $BD$  einfallender Strahl  $PQ$  (Fig. 29) wird unter dem Winkel  $\beta$  nach der Richtung  $QR$  gebrochen, gelangt unter dem Winkel  $\gamma$  an die Hypotenuse  $AD$  und da diese mit Amalgam belegt ist, wird der Strahl in der Richtung  $RS$  reflectiert, fällt auf die zweite Kathetenfläche  $AB$  unter dem Winkel  $\beta'$ , wird hier unter dem Winkel  $\varepsilon'$  gebrochen und in der Richtung  $ST$  fortgeleitet. Der Strahl macht also den Weg  $PQRST$  durch; er wird zweimal gebrochen, aber nur einmal reflectiert.

Aus Fig. 29 folgt:

$$\angle \gamma = 45^\circ + \beta \quad \text{und} \quad \angle \gamma = 45^\circ + \beta',$$

woraus sich ergibt, dass  $\angle \beta = \angle \beta'$  und daher auch  $\angle \varepsilon = \angle \varepsilon'$ . Die gesammte Ablenkung, welche der einfallende Strahl nach dem Austritte aus dem Prisma erfährt, ist durch den Winkel  $w$  bestimmt.

$$\angle RQO = \varepsilon - \beta = \varepsilon' - \beta' = \angle RSO$$

$$\angle SRQ = 2\gamma = 90^\circ + 2\beta$$

$$\text{daher ist } \angle w = (2\varepsilon - 2\beta) + (90^\circ + 2\beta) = 90^\circ + 2\varepsilon.$$

Fällt jedoch der Strahl unter dem Winkel  $\varepsilon$  in der Richtung  $P'Q$ , also von der entgegengesetzten Seite des Einfallsloches auf die Fläche  $BD$ , so findet man auf gleichem Wege seine gesammte Ablenkung  $w'$ ; es ist in diesem Falle:

$$\angle w' = 90^\circ - 2\varepsilon.$$

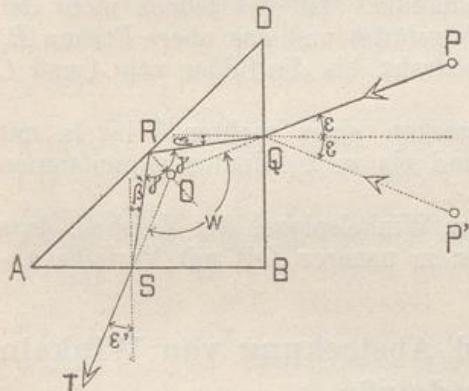


Fig. 29.

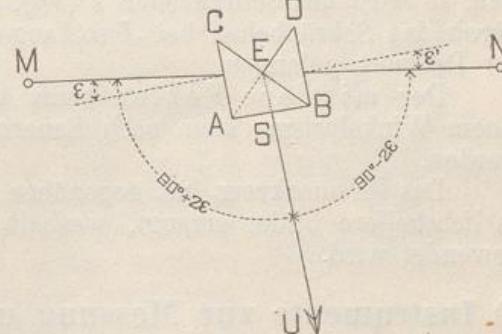


Fig. 30.

§. 47. Soll zwischen den durch Stäbe bezeichneten Punkten  $M$  und  $N$  (Fig. 30) ein Punkt der Geraden  $MN$  abgesteckt werden, so hält man das Instrument mit den Seitenflächen  $AC$  und  $BD$  gegen die Punkte  $M$  und  $N$  und schreitet senkrecht gegen  $MN$  vor- oder rückwärts, bis man zu einem Punkte  $E$  gelangt, in welchem die Bilder von  $M$  und  $N$  in eine durch beide Prismen gehende Gerade zusammen fallen. Der Punkt  $E$  wird sodann mittelst des an dem Handgriffe eingehängten Senkels abgelothet. Da die Einfallswinkel  $\varepsilon$  und  $\varepsilon'$  einander gleich, jedoch in Bezug auf ihre Einfallslothe eine entgegengesetzte Lage haben, so ist, wenn  $SU$  die gemeinsame Ablenkungsrichtung der Lichtstrahlen bezeichnet, die Summe der Ablenkungswinkel:

$$\angle M E U + \angle N E U = (90^\circ + 2\varepsilon) + (90^\circ - 2\varepsilon) = 180^\circ.$$

2\*

Diese Summe ist von der Größe der Einfallswinkel unabhängig, daher wird die Coincidenz der Bilder nicht gestört, wenn man das Instrument mittelst des Handgriffes etwas um seine verticale Achse dreht.

§. 48. Die Prüfung des Prismenkreuzes erfordert folgende Untersuchungen:

1. Ob beide Prismen eben und winkelrecht geschliffen sind;
2. ob die Prismenachsen parallel sind, und
3. ob die Hypotenusebenen senkrecht auf einander stehen.

Zu 1. Steckt man mit dem zu prüfenden Winkelprisma (nach §. 44) einen Winkel  $ABC$  und an  $BC$  anschließend einen zweiten Winkel  $CBD$  ab, so müssen die Punkte  $A$ ,  $B$  und  $D$  in eine Gerade fallen. Ist dies nicht der Fall, so kann nur der Optiker den Fehler des Prismas beseitigen.

Zu 2. Man betrachtet die Bilder, welche von zwei lothrechten Geraden (lothrechte Stäbe, Mauerkanten u. s. w.) in den in einer Ebene liegenden Kathetenflächen der beiden Prismen erscheinen. Findet man, dass diese Bilder nicht parallel sind, so ist die Lage des unteren Prismas durch die drei Stellschraubchen der Bodenplatte des Gehäuses entsprechend zu berichtigen. Man lüftet zu diesem Zwecke zwei Schräubchen ein wenig und stellt mit dem dritten das Prisma in die richtige Lage (§. 48).

Zu 3. Man stellt drei Stäbe  $A$ ,  $B$  und  $C$  in größerer Entfernung in eine Gerade und hält das Instrument über dem mittleren Stabe  $B$  so, dass die Seitenflächen der Prismen gegen  $A$  und  $C$  gerichtet sind. Decken sich die Bilder der Stäbe  $A$  und  $C$  und gehen sie auch nicht auseinander, wenn man das Instrument etwas um seine verticale Achse dreht, so stehen die Hypotenusebenen senkrecht auf einander. Ist dies jedoch nicht der Fall, so wird das Schräubchen  $s$  (Fig. 26) gelüftet und das obere Prisma  $P_1$  durch das Schräubchen bei  $J$  so lange gedreht, bis die Bilder von  $A$  und  $C$  zur Deckung gelangen.

Der mittlere Fehler beim Abstecken eines rechten Winkels mit einem Winkelprisma kann nach Bauernfeind bis zu 2 Minuten angenommen werden.

Das Prismenkreuz hat gegenüber dem Winkelspiegel den Vortheil, dass es lichthellere Bilder erzeugt, weshalb es in neuerer Zeit mit Vorliebe angewendet wird.

### b) Instrumente zur Messung und Absteckung von Winkeln nach dem Gradmaße.

§. 49. Einleitende Bemerkungen. Diese Instrumente bestehen im Allgemeinen aus zwei Haupttheilen, aus einem festen Theile, dem Körper des Instrumentes, und aus einem beweglichen, Alhidade genannt.

Der Körper des Instrumentes ist so eingerichtet, dass er mit einem Stativ in feste Verbindung gebracht werden kann. Oben trägt er eine kreisrunde, nach dem Gradmaße eingetheilte Scheibe, den Limbus.

Die Alhidade besteht gewöhnlich aus einem linealartigen oder runden Theile, mit dem ein Nonius und eine Visierzvorrichtung verbunden sind, und kann mittelst eines in die Bohrung des Limbus passenden Zapfens im Kreise bewegt werden. Um jede einzelne Stellung der Alhidade am Limbus ablesen zu können, versieht man die Alhidade mit einem einzelnen Indexstriche oder mit einem der Limbustheilung entsprechenden Nonius. Die

Visiervorrichtung besteht aus gewöhnlichen Dioptern oder aus einem Fernrohre mit Fadenkreuz.

Außer diesen Bestandtheilen können noch andere, zu speciellen Zwecken oder zur größeren Vollkommenheit des Instrumentes dienende Vorrichtungen angebracht sein.

**§. 50. Der Verticalkreis.** Zur Messung von Verticalwinkeln ist mit der horizontalen Drehachsse des Fernrohres ein getheilter Kreis (Höhenkreis) in fester Verbindung, der sich mit dem Fernrohre in einer verticalen Ebene bewegen lässt. Die Ablesung am Höhenkreise erfolgt mit Benützung eines Nonius, welcher mit dem Fernrohrträger fest verbunden ist.

Gewöhnlich ist die Theilung des Höhenkreises so angeordnet, dass bei horizontaler Lage des Fernrohres der Nonius auf  $0^\circ$  zeigt. Die Bezifferung der Theilung ist bei größeren Instrumenten durchlaufend, d. h.  $0^\circ - 360^\circ$ , so dass die Ablesungen zwischen  $0^\circ$  und  $90^\circ$  Höhenwinkel, jene zwischen  $270^\circ$  und  $360^\circ$  Tiefenwinkel anzeigen.

Bei kleinen Instrumenten ist statt des vollständigen Höhenkreises nur ein Halbkreis oder ein Kreissektor von  $60^\circ - 90^\circ$  Centriwinkel angebracht und die Theilung, wie vorher beschrieben wurde, beziffert.

**§. 51. Der Theodolit** dient zum genauen Messen von Horizontalwinkeln, kann ferner auch zur Messung von Verticalwinkeln benützt werden, und ist daher mit einem Horizontalkreise und einem Höhenkreise versehen. In Fig. 31 ist das Schema eines Theodolits dargestellt. Man unterscheidet bei demselben folgende Achsen:

- die verticale Achse  $AB$ ,
- die horizontale Achse  $CD$  und
- die Collimationsachse (optische Achse).

Der Conus  $A$  (die verticale Achse), ist mit der Alhidade  $GH$  und diese mit den Fernrohrträgern  $CG$  und  $DH$ , der horizontalen Drehachse  $CD$  und dem Fernrohre  $F$  verbunden und lässt sich um  $AB$  drehen. Der Stand des mit der Alhidade verbundenen Nonius wird an dem festen horizontalen Theilkreise, dem Limbus  $ML$ , abgelesen. Bei einem besseren Theodoliten sind gewöhnlich zwei Nonien angebracht, welche um  $180^\circ$  verschiedene Ablesungen geben. Bei der Messung eines Winkels macht man dann mittelst Lupen an beiden Nonien Ablesungen und zieht aus diesen das Mittel.

Für die Messung von Verticalwinkeln ist mit der horizontalen Drehachsse  $CD$  ein eingetheilter Höhenkreis verbunden, dessen Drehung an einem oder an zwei Nonien abgelesen wird. Das Fernrohr lässt sich entweder aus seinen Lagern herausheben und in entgegengesetzter Lage wieder einlegen, oder so um seine horizontale Drehachsse drehen (durchschlagen), dass die Ocular- und die Objectivseite ihre Plätze wechseln. Man unterscheidet hiernach umlegbare und durchschlagbare Fernrohre.

Sowohl die horizontale als auch die verticale Bewegung des Fernrohres kann mit einer groben, nebstdem auch mit einer feinen Bewegung, durchgeführt werden. Die groben Bewegungen werden aus freier Hand vollzogen

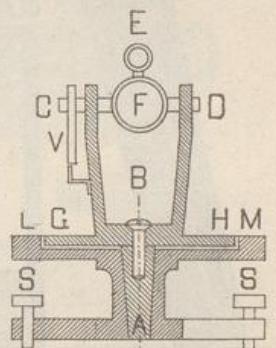


Fig. 31.

und mit Bremschrauben wieder eingestellt. Für die feinen Bewegungen sind Mikrometerschrauben angebracht, welche nach Einstellung der groben Bewegung in Verwendung kommen.

Der Theodolit ruht gewöhnlich mit einem Dreifußgestelle auf dem Scheibenstativ, und wird die Limbusebene *L M* zumeist durch drei Stellschrauben *S* horizontal gestellt.

Die wichtigsten Anforderungen, welche man an einen guten Theodoliten stellt, sind folgende:

1. Die verticale Achse *A B* soll wirklich vertical;
2. die horizontale Achse *CD* soll rechtwinklig zur verticalen, und
3. die Fernrohrachse soll rechtwinklig zur horizontalen Achse stehen.

Die allenfalls nöthigen Prüfungen und Berichtigungen in Bezug auf diese gestellten Anforderungen greifen über den Rahmen dieses Lehrbuches hinaus.

§. 52. In Fig. 32 ist ein **Theodolit** kleinerer Gattung von **Starke & Kammerer** in Wien in  $\frac{2}{7}$  natürlicher Größe dargestellt. Das ganze Instrument ruht mittelst eines Dreifußes, mit den drei Stellschrauben *s*

auf einem Scheibenstativ (Fig. 32 a), dessen Centralsschraube, Herzschraube, durch die Öffnung des Stativen gehend, in den Dreifuß eingeschraubt wird. Am untersten Ende der Centralsschraube befestigt man ein Senkel, um die verticale Achse des Instrumentes genau vertical über einen gegebenen Punkt zu centrieren. Zu diesem Zwecke kann das ganze Instrument bei gelüfteter Centralsschraube so weit seitlich verschoben werden, als es der runde Ausschnitt in der Scheibe des Stativen zulässt.

Nach erfolgter Centrierung und Horizontalstellung des Limbus wird das Instrument mittelst vorsichtigen Anziehens der Centralsschraube mit dem Stativen fest verbunden.

Der Dreifuß läuft nach oben in eine cylindrische Säule *B* aus und trägt die horizontale Limbus-scheibe *H*, auf welcher die Grad-eintheilung angebracht ist. Die verticale Umdrehungsachse lagert in der Bohrung der Säule *B* und endet oben mit einer Alhidadenscheibe, welche mit dem Nonius des Horizontalkreises nebst Lupe *p*, den beiden Kreuzlibellen *l* und *l'* und der Klemmvorrichtung des Horizontalkreises verbunden ist.

Der vom Mittelpunkte ausgehende Klemmarm *h* kann mit einer Klemmschraube festgestellt und dadurch die grobe Bewegung der Alhidade eingestellt werden. Die feine Bewegung der Alhidade wird dann mit der Mikrometerschraube *m* eingeleitet. Mit der Alhidadenscheibe stehen ferner

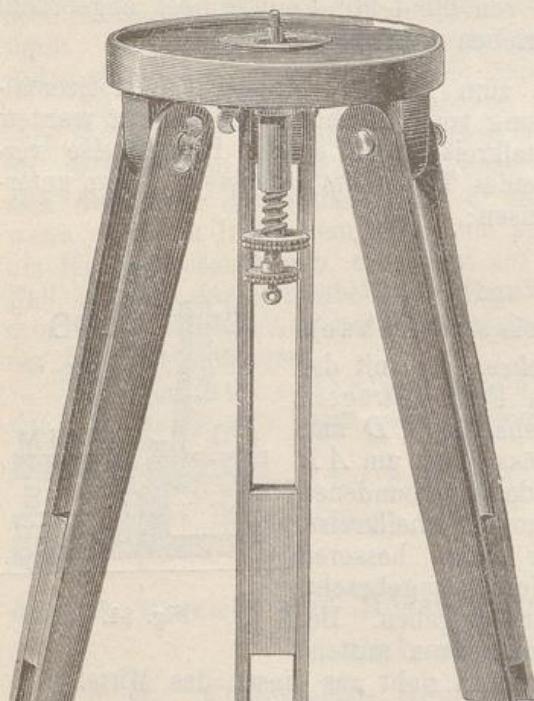


Fig. 32 a.

noch die beiden Träger des Fernrohres in fester Verbindung, welche am oberen Ende das Lager für die horizontale Drehachse des Fernrohres bilden. Auf die beiden cylindrischen Ringe des Fernrohres wird die Libelle  $L$  aufgesetzt und durch eine besondere Vorrichtung vor dem Herabfallen geschützt.

Mit einem Ende der horizontalen Achse des Fernrohres ist der Gradbogen  $b$  verbunden, mit dem anderen Ende der Klemmarm, welcher durch eine Klemmschraube  $e$  (in Fig. 32 gedeckt) festgestellt und durch die Elevationsschraube  $\alpha$  fein bewegt werden kann. Wird die Klemmschraube gelüftet, so kann das Fernrohr frei um seine horizontale Drehachsse bewegt und auch, mit der Objectivseite, zwischen den Trägern ganz durchgeschlagen werden, so dass man die Visur nach der entgegengesetzten Richtung machen kann.

Mit dem Rectificierschräubchen  $d$  wird die Libellenachse zur Ringachse (Fernrohrachse) parallel gestellt (§. 10); vier Schräubchen  $\alpha\alpha$  und  $\beta\beta$  dienen zur Verschiebung des Fadenkreuzes (§. 14).

Das Fernrohr ist ein astronomisches und besitzt bei dem beschriebenen Instrumente eine 25fache Vergrößerung.

Mit Hilfe der über den Nonien angeordneten Lupen  $p$  und  $g$  werden die Ableseungen am Horizontalkreise, beziehungsweise am Verticalbogen  $b$  vorgenommen.

Dieses Instrument ist nicht nur zum Messen von horizontalen und verticalen Winkeln, sondern auch zum Distanzmessen nach Reichenbach und zum Nivellieren eingerichtet. Man nennt solche Instrumente auch Universal-Nivellier-Instrumente.

§. 53. Der **Gebrauch des Theodolits** ist aus nachfolgenden Arbeitsvorgängen zu entnehmen. Um einen Horizontalwinkel zu messen, stellt man das Instrument mit dem Mittelpunkte des Limbus vertical über den Scheitel  $O$  des zu messenden Winkels  $AOB$ , dreht die Alhidade, bis die Kreuzlibelle  $l$  (Fig. 32) parallel und die Kreuzlibelle  $l'$  senkrecht auf der gedachten Verbindungsline zweier Stellschrauben zu liegen kommen, und stellt die Limbusebene mittelst der Stellschrauben  $s$  horizontal. Nun visiert man zweckmäßig (von links gegen rechts fortschreitend) die in den Schenkeln des Winkels befindlichen Fluchtstäbe  $A$  und  $B$  an und notiert die hierbei gemachten Ab-

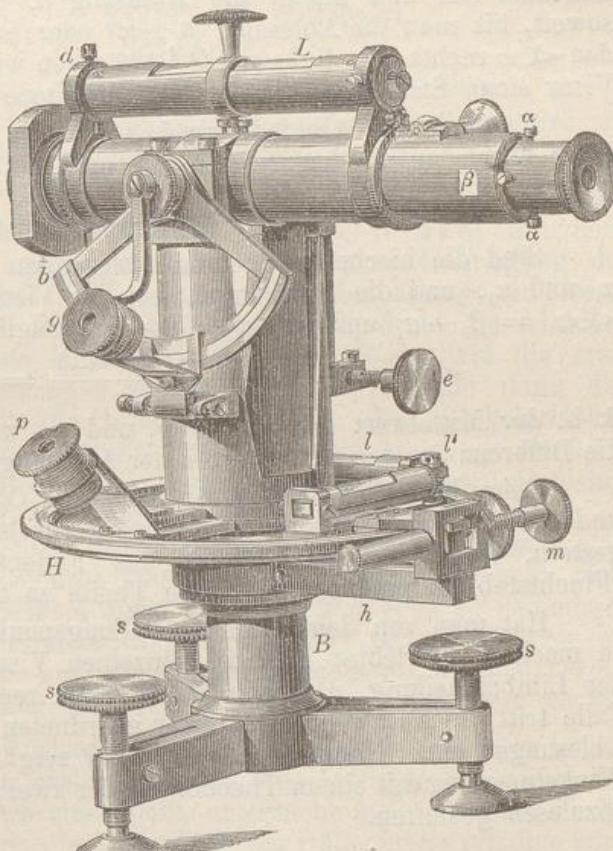


Fig. 32.

lesungen  $\alpha$  und  $\beta$ ; die Differenz derselben gibt den gesuchten Winkel  $w$  im Gradmaße. Da die Bezifferung am Limbus von links gegen rechts fortlauft, ist die zweite Ablesung  $\beta$  größer als die erste und somit:

$$\Delta w = \beta - \alpha \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (12)$$

Wird vor der zweiten Einstellung der Nullpunkt der Limbustheilung überschritten, so hat man statt  $\beta$  den Wert  $(360^\circ + \beta)$  abzulesen, so dass in diesem Falle  $\Delta w = (360^\circ + \beta) - \alpha \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (13)$

Hat man einen bestimmten  $\Delta w$  abzustecken, so stellt man sich mit dem Theodoliten im Scheitel  $O$  centrisch auf, visiert nach dem gegebenen Schenkel  $OA$  und macht die Ablesung  $\alpha$ . Nun dreht man die Alhidade soweit, bis man die Ablesung  $(\alpha + w)$  oder  $(\alpha - w)$  erhält, je nachdem man den  $\Delta w$  rechts oder links von  $OA$  abstecken will und lässt in der so erhaltenen Visur einen Stab  $B$  einsetzen. Der erhaltene  $\Delta AOB = \Delta w$ .

Sind mit der Alhidade zwei Nonien in Verbindung, so liest man bei jeder Visur an beiden Nonien ab und nimmt aus den sich ergebenden Winkeln  $w_1$  und  $w_2$  das arithmetische Mittel  $w = \frac{w_1 + w_2}{2}$ .

Sind die hierbei gemachten Ablesungen bei der Visur nach  $A$ :  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$ , und die Ablesungen bei der Visur nach  $B$ :  $\beta_1$  und  $\beta_2$ , so ist  $\Delta w_1 = \beta_1 - \alpha_1$  und  $\Delta w_2 = \beta_2 - \alpha_2$ , folglich der Mittelwert

$$\Delta w = \frac{(\beta_1 - \alpha_1) + (\beta_2 - \alpha_2)}{2} = \frac{\beta_1 + \beta_2 - \alpha_1 - \alpha_2}{2} \dots \dots \quad (14)$$

d. h. der Mittelwert der Winkel  $w_1$  und  $w_2$  wird auch gefunden, wenn man die Differenz aus den Mittelwerten der Ablesungen an den beiden Nonien bildet.

Beim Einstellen der Visuren nach den Objecten benützt man die grobe und die feine Horizontalbewegung des Fernrohres. Die Visur ist richtig eingestellt, wenn der Verticalfaden des Fadenkreuzes das anvisierte Object (Fluchtstab) in zwei symmetrische Theile zu theilen scheint.

Hat man von demselben Aufstellungspunkte mehrere Winkelmessungen zu machen, so richtet man die einzelnen Visuren im Sinne der Bezifferung der Limbustheilung, d. h. von links gegen rechts fortschreitend. In diesem Falle tritt die Notwendigkeit einer geordneten Aufschreibung der gemachten Ablesungen ein. Nachfolgendes Beispiel zeigt die Aufschreibungen bei einer Winkelmessung mit einem Theodoliten, der zwei Nonien besitzt, welche Minuten abzulesen gestatten.

#### Winkel - Protokoll.

	Visur		A b l e s u n g		Mittelwert	A n m e r k u n g
	von	nach	1. Nonius	2. Nonius		
A	C	35°32'5"	215°33'0"	35°32'75"		
	D	82°14'0"	262°15'0"	82°14'50"		
	E	105°26'0"	285°26'5"	105°26'25"		
	B	247°35'0"	67°35'5"	247°35'25"		
B	A	315°46'0"	135°47'0"	315°46'50"		
	C	6°27'5"	186°27'5"	366°27'50"	360° passiert.	
	D	48°35'0"	228°35'5"	408°35'25"		

Der jedesmalige Mittelwert, der um  $180^\circ$  verschiedenen Ablesungen an den beiden Nonien, wird am einfachsten erhalten, wenn man die am 1. Nonius

abgelesenen Grade beibehält und das Mittel aus den differierenden Minuten beider Ablesungen dazu setzt. So ist z. B. die Ablesung bei der Visur von  $A$  nach  $C$

$$\begin{array}{r} \text{am 1. Nonius} = 35^\circ 32' 5'' \\ \text{am 2. Nonius} = 215^\circ 33' 0'' \\ \hline 65' 5' : 2 = 32' 75'. \end{array}$$

Der Mittelwert beider Ablesungen ist somit  $= 35^\circ 32' 75'$ .

Aus diesen Mittelwerten lässt sich jeder gemessene Winkel leicht berechnen, z. B.:

$$\begin{array}{ll} \text{Visur } AB & . . . 247^\circ 35' 25' \text{ Mittelwert,} \\ \text{Visur } AD & . . . 82^\circ 14' 50'' \\ \text{Somit } \angle BAD & = . . . 165^\circ 20' 75' = 165^\circ 20' 45''. \end{array}$$

Bei der Überschreitung des Nullpunktes der Limbustheilung wird zur betreffenden Ablesung noch  $360^\circ$  addiert (Visur von  $B$  nach  $C$ ) und in der Anmerkung des Winkel-Protokolles: „ $360^\circ$  passiert“ bemerkt.

**§. 54. Genaue Winkelmessungen.** Ist ein Winkel mit noch größerer Schärfe zu messen, so nimmt man nach Beendigung der ersten Messung noch eine zweite Messung vor. Man schlägt zu diesem Zwecke das Fernrohr zwischen den Achsenlagern durch, dreht die Alhidade um  $180^\circ$  und nimmt die zweite Messung in derselben Weise wie die erste vor. Der aus den zwei Messungen gezogene Mittelwert gibt dann den wahrscheinlichen Wert für die Größe des Winkels. Das Winkelprotokoll wird in diesem Falle um eine Colonne für die zweite Messung vermehrt. Die auf diese Weise gemessenen Winkel sind dann von einem möglichen Excentricitätsfehler der Alhidade oder der Fernrohrachse befreit.

Misst man mehrere um einen Punkt gelegene Winkel, so soll man stets die Probe machen, ob deren Summe  $360^\circ$  beträgt. Ebenso darf man nicht unterlassen, die gemessenen Winkel eines  $n$ -seitigen Polygons zu summieren und nachzusehen, ob deren Summe  $= (n - 2) \cdot 180^\circ$  ist. Zeigt sich ein kleiner Fehler, so wird dieser auf alle Winkel gleichmäßig vertheilt; zeigt sich jedoch ein größerer Fehler, so muss die Messung wiederholt werden.

**§. 55. Messung von Verticalwinkeln.** Um einen Verticalwinkel, d. h. jenen Winkel zu messen, welchen irgend eine geneigte Visierlinie mit dem Horizonte des Instrumentes einschließt, untersuche man zunächst, ob bei horizontaler Lage des Fernrohres die Ablesung  $0^\circ$  am Höhenkreise erhalten wird. Ist letzteres nicht der Fall, so verstellt man den Nonius, indem man die gegenüberstehenden Schräubchen desselben entsprechend dreht, bis der Nullpunkt des Nonius genau mit jenem des Höhenkreises übereinstimmt (§. 145). Macht man nun die Visur nach einem hoch oder tief gelegenen Punkte und liest den Stand  $\alpha$  des Nonius am Höhenkreise ab, so gibt  $\alpha$  den entsprechenden Verticalwinkel.

Bezüglich des in Fig. 32 dargestellten Instrumentes, welches auch als Reichenbach'scher Distanzmesser und als Nivellier-Instrument eingerichtet ist, gelten die in den §§. 32, 33 und 142, 143 gegebenen Erklärungen.

**§. 56. Die Genauigkeit der Winkelmessung** hängt von der Schärfe der Visur und von der Genauigkeit der Theilung am Limbus und am Nonius ab. Da nach §. 19 der mittlere Fehler einer Visur mit einem Fernrohre auf  $\frac{10''}{v}$  angenommen werden kann, so ist dieser bei einer einfachen Winkelmessung

mittelst zweier Visuren gleich  $\frac{20''}{v}$ . Dieser mittlere Fehler kann aber durch die Unsicherheit der Ablesungen am Nonius vergrößert werden. Gibt der Nonius z. B.  $20''$  an, so lässt sich die Genauigkeit einer Ablesung noch auf die halbe Angabe desselben, d. h. auf  $10''$ , somit die des gemessenen Winkels auf  $20''$  verbürgen.

Bei jeder Winkelmessung sind somit zwei Fehlerquellen vorhanden, u. z. die Unsicherheit im Einstellen der Visur und das unsichere Ablesen am Nonius.

Die Richtigkeit eines gemessenen Winkels kann daher nur bis auf die Summe dieser zwei mittleren Fehler verbürgt werden.

**§. 57. Boussolen-Instrumente.** Mit diesen Instrumenten wird jener Winkel gemessen, welchen eine bestimmte Visur mit der Richtung einer frei beweglichen Magnetnadel bildet (Azimuthwinkel).

Die frei bewegliche Magnetnadel hat die Eigenschaft, an jedem Orte der Erde eine ganz bestimmte Richtung einzunehmen, welche für kleine Zeitintervalle unverändert bleibt. Diese Richtungen können für nicht zu weit entfernte Orte als parallel angenommen werden.

Die Boussolen-Instrumente bestehen im Wesentlichen aus einer Visierzvorrichtung, ferner einem nach dem Gradmaße eingetheilten Kreise und aus einer Magnetnadel. Nach der Art der Visierzvorrichtung unterscheidet man die einfache Diopterboussole und die Fernrohrboussole.

**§. 58.** Als **Diopterboussole** dient häufig das in Fig. 33 abgebildete Instrument. Dieses besteht aus zwei übereinanderstehenden Winkeltrömmeln, von welchen die untere feststeht, während die obere mittelst des Triebes *k* um die gemeinschaftliche lothrechte Achse gedreht werden kann. Die obere Trommel trägt einen Theilkreis, die untere einen Nonius. Im Mittelpunkte der oberen, mit einer Gradtheilung versehenen Bodenfläche ist der Drehungspunkt einer frei beweglichen Magnetnadel, deren jedesmaliger Stand an der zugehörigen Gradtheilung abgelesen werden kann, angeordnet.

Das Instrument kann als gewöhnlicher Winkelmeister und auch als Boussoleninstrument benutzt werden.

Im ersten Falle steckt man das Instrument auf den Zapfen eines Zapfenstatives und stellt dieses genau vertical über den Scheitel des zu messenden Winkels.

Nun richtet man die Visur durch Herumdrehen der unteren Trommel auf dem Zapfen nach dem einen Schenkel und dreht an dem Triebe *k*, bis die dem Nullpunkte der Theilung entsprechende Spalte der oberen Trommel in die Richtung des zweiten Schenkels gelangt. Die Ablesung am Nonius ergibt sodann den gesuchten Winkel. Nach der Drehung der oberen Trommel sieht man zur Controle nach, ob die erste Visur durch die untere Trommel keine Veränderung erlitten hat.

Die obere Trommel bildet an und für sich eine Diopterboussole, die folgendermaßen zu gebrauchen ist: Man stellt dieselbe mit ihrem Mittelpunkte vertical über den Scheitel *C* (Fig. 34) des zu messenden Winkels *ACB*, dreht

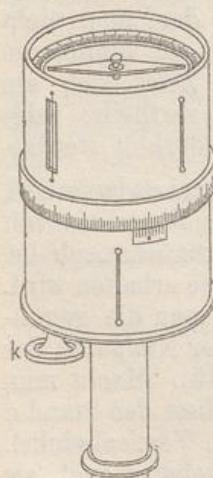


Fig. 33.

die obere Trommel so lange, bis die Visur durch die dem Nullpunkte entsprechende Spalte genau nach *A* geht und macht an der Nordspitze der Nadel die Ablesung  $\alpha$ . Da in dieser Stellung der Nullpunkt der Theilung der Richtung *CA* entspricht und die Theilung von rechts gegen links beziffert ist, so gibt die Ablesung  $\alpha$  den Winkel *NCA*, d. h. den magnetischen Azimuth der Geraden *CA*. Bestimmt man auf dieselbe Weise den magnetischen Azimuth  $\beta$  der Geraden *CB*, so ist:

$$\angle ACB = \beta - \alpha.$$

Bei der Boussole beachte man, dass der Limbus mit der Visierzvorrichtung gedreht wird, während die Nordspitze der Nadel den festen Zeiger bildet. Um den Winkel genauer zu erhalten, liest man gewöhnlich an beiden Spitzen der Nadel ab und nimmt aus beiden Ablesungen das arithmetische Mittel.

Die Magnetnadel wird durch einen Hebelarm aus ihrem Lager gehoben und gegen den das Gehäuse überdeckenden Glasdeckel angepresst, wenn man sie außer Gebrauch setzt. Diese Ausrückung heißt das „Arretieren der Magnetnadel.“

**§. 59. Fernrohrboussole.\*)** Dieses in Fig. 35 dargestellte Instrument besteht aus der Grundplatte *AB*, welche mit der Hülse *h* fest verbunden ist und durch letztere mittelst einer Klemmschraube auf den Zapfen eines Zapfenstativs festgemacht werden kann.

Die Grundplatte trägt zwei Stellschrauben *s* und eine in einer Hülse *f* aufwärts drückende Spiralfeder. Mit den Stellschrauben wird die Scheibe *CD* horizontal gestellt, und zwar mit Hilfe der am Rohrstander angebrachten Libelle *L*. Um den Mittelpunkt der Scheibe *CD* lässt sich der Rohrstander, welcher die Boussole *EF* und

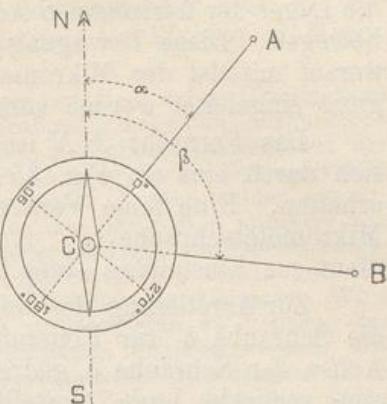


Fig. 34.

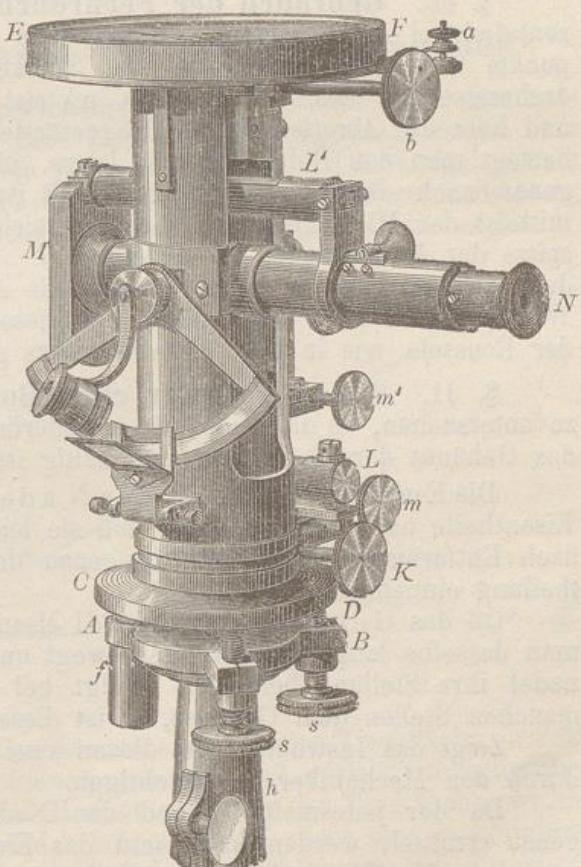


Fig. 35.

\*) Aus der Werkstatt von Starke und Kammerer in Wien. Preis des Instruments sammt Kasten und Stativ: 250 fl.

die Lager der horizontalen Achse des Fernrohres  $MN$  trägt, im Kreise herumbewegen. Diese Bewegung lässt sich durch die Klemmschraube  $K$  sperren, worauf mittelst der Mikrometerschraube  $m$  noch eine feine Horizontalbewegung eingeleitet werden kann.

Das Fernrohr  $MN$  ist um seine horizontale Achse drehbar und lässt sich durch eine (in Fig. 35 nicht sichtbare) Klemmschraube in jeder Lage erhalten. Eine feine Verticalbewegung des Fernrohres erfolgt dann mit der Mikrometerschraube  $m'$ . Auf dem Fernrohre sitzt eine Libelle  $L'$  fest und dient zur Einstellung einer horizontalen Visur.

Zur Arretierung der Magnetnadel benützt man die Schraube  $a$ , während die Schraube  $b$  zur Fixierung der Boussole dient. Letztere kann um die Achse der Schraube  $b$  gedreht werden, so dass sich die Boussolenbüchse in eine verticale Lage einstellen lässt, worauf dann das Fernrohr durchschlagbar ist, d. h. so gedreht werden kann, dass  $M$  mit  $N$  wechselt. Dieses Instrument kann auch zur Messung von Höhenwinkeln verwendet werden, da mit der horizontalen Fernrohrachse ein Gradbogen verbunden ist, dessen Nonius am Rohrständere des Fernrohres angebracht ist.

**§. 60. Gebrauch der Fernrohrboussole.** Will man einen Horizontalwinkel  $ACB$  messen, so stellt man das Instrument mit seinem Mittelpunkte über den Scheitel  $C$  des Winkels, richtet die horizontale Umdrehungsebene des Rohrständers mittelst der Stellschrauben  $s$  horizontal und hebt die Arretierung der Magnetnadel mit der Schraube  $a$  auf. Nun bewegt man den Rohrständere so lange, bis die Visur durch das Fernrohr genau nach dem Objecte  $A$  eingestellt ist, was durch die feine Bewegung mittelst der Mikrometerschraube  $m$  erreicht wird, und macht an der Nordspitze der Magnetnadel die Ablesung  $\alpha$ . Richtet man jetzt die Visur nach dem zweiten Objecte  $B$  und macht die Ablesung  $\beta$ , so ist der gesuchte Winkel  $ACB = \beta - \alpha$ . Auch bei diesem Instrumente ist der Theilkreis der Boussole, wie in Fig. 34, von rechts gegen links beziffert.

**§. 61. Bei der Prüfung eines Boussolen-Instrumentes** hat man zu untersuchen, ob die Nadel die erforderliche Empfindlichkeit besitzt und ob das Gehäuse derselben nicht eisenhältig ist.

Die Empfindlichkeit der Nadel prüft man, indem man derselben Eisentheile nahe bringt; dabei soll sie leicht aus ihrer Lage kommen und nach Entfernung der Eisentheile genau den früheren Stand an der Kreisteilung einnehmen.

Ob das Gehäuse der Nadel eisenfrei ist, prüft man dadurch, dass man dasselbe langsam im Kreise bewegt und nachsieht, ob dabei die Magnetnadel ihre Stellung beibehält. Folgt bei dieser Bewegung die Nadel an manchen Stellen dem Gehäuse, so ist dieses nicht eisenfrei.

Zeigt das Instrument bei diesen zwei Prüfungen Fehler, so sind diese durch den Mechaniker zu berichtigen.

Da der jedesmalige Stand der Nadel an der Theilung nicht sehr genau ermittelt werden kann und das Einspielen der Nadel in den magnetischen Meridian wegen der Reibung der Nadel u. s. w. immer etwas unsicher ist, da endlich auch der Stand der Nadel kleinen, regelmäßigen Änderungen oder auch größeren Störungen, Schwankungen unterworfen ist, so geben die Arbeiten mit den Boussolen-Instrumenten nicht immer die wünschenswerte Genauigkeit. Man wendet sie daher nur für untergeordnete

Zwecke an, wie z. B. bei der Aufnahme von Waldwegen oder dort, wo der Wert der aufzunehmenden Fläche sehr gering ist, wie bei Weiden im Hochgebirge u. s. w.

Die Abweichung des magnetischen Meridians vom astronomischen (Declination) ist regelmäßigen Änderungen unterworfen. Sie ist für Europa im laufenden Jahrhunderte eine westliche, betrug im Jahre 1894 für Wien  $9^{\circ} 38'$  und nimmt jährlich auf der ganzen Erde ein wenig ab. Diese Abweichung ist erst nach größeren Zeitintervallen bemerkbar und hat auf Winkelmessungen für die angeführten Zwecke keinen wesentlichen Einfluss. Dagegen sind die täglichen Änderungen der Declination mitunter von Bedeutung. Die Größe derselben hängt von der geographischen Lage des Beobachtungs-ortes ab. Sie variieren für einen großen Theil von Europa zwischen  $5$  und  $15'$  und sind um 10 Uhr vormittags und zwischen 6 bis 8 Uhr nachmittags am kleinsten. Wird daher eine Arbeit zu verschiedenen Zeiten des Tages vorgenommen, so können einzelne Winkelmessungen durch die Änderungen der Declination ungenau werden. Die unregelmäßigen Schwankungen zeigen sich bei meteorologischen Änderungen durch starke Abweichungen der Nadel oder durch fortwährendes Zittern derselben, daher während dieser Zeit die Arbeit einzustellen ist.

Das Boussolen-Instrument gewährt vor allen anderen Winkelmessinstrumenten den Vortheil, dass es nicht im Scheitelpunkte des zu messenden Winkels aufgestellt zu werden braucht, da man die magnetischen Azimuthe beider Richtungen auch durch Aufstellungen des Instrumentes in beliebig gewählten Punkten der Schenkel des Winkels bestimmen kann.

### c) Instrumente zur graphischen Winkelbestimmung.

**§. 62. Einleitende Bemerkungen.** Die wesentlichsten Bestandtheile dieser Instrumente bilden: Eine Ebene (Messtischplatte), welche über den Scheitelpunkt des zu messenden Winkels gebracht und horizontal gestellt werden kann und eine Visiervorrichtung (Diopterlineal oder Fernrohrdiopter), welche die jedesmalige Visierrichtung auf der horizontalen Ebene angibt.

Bringt man den Punkt *c* (Fig. 36) der Ebene *MN* vertical über den Punkt *C* des Terrains, stellt die Ebene horizontal, legt an *c* die Linealkante eines Diopterlineales, richtet dieses hintereinander nach zwei Objecten *A* und *B* und zieht jedesmal an der Linealkante feine Bleilinien (Rayons) *ca* und *cb*, so ist  $\angle acb = \angle \alpha$  der auf den Horizont reduzierte Winkel *ACB*.

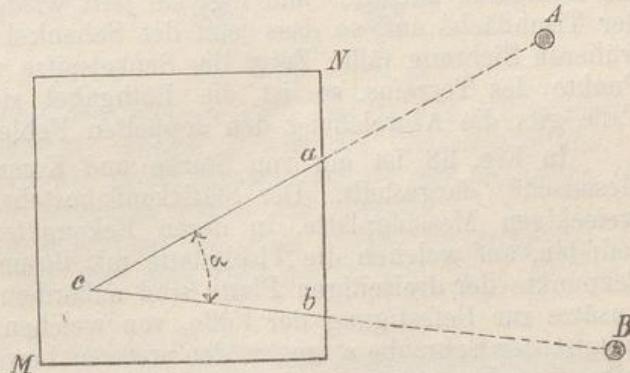


Fig. 36.

**§. 63. Der Messtisch** besteht aus einer ebenen Tischfläche, welche mit einem Dreifußstativ in Verbindung gebracht und mittelst Stellschrauben horizontal gestellt werden kann. Zur Horizontalstellung der Tischfläche, welche vor dem Gebrauche mit Zeichenpapier bespannt wird, dient eine gewöhnliche Setzlibelle (§. 9), welche in zwei verschiedenen Richtungen auf die Ebene gesetzt und in jeder Lage mittelst der entsprechenden Stellschrauben zum Einspielen gebracht wird (§. 11).

Der Messtisch dient mit Zuhilfenahme eines Diopterlineales zur graphischen Bestimmung der Winkel einer aufzunehmenden Figur und da-

durch zur Darstellung der Figur im verjüngten Maße. Damit dieser Zweck erreicht wird, hat man Vorrichtungen angeordnet, welche eine grobe und eine feine Bewegung der Tischplatte im Kreise herum, sowie auch eine geradlinige Verschiebung derselben gestatten, so dass jeder beliebige Punkt des Tischblattes vertical über den betreffenden Punkt des Terrains gebracht werden kann. Letzteres

beurtheilt man durch eine Lothgabel, welche aus Holz angefertigt wird und gewöhnlich die in Fig. 37 angegebene Form zeigt. Beim Gebrauche derselben wird der kürzere Schenkel *ab* auf die Tischfläche aufgelegt und der längere Schenkel *bm* nach abwärts gerichtet.

Im Endpunkte *m* des letzteren wird die Schnur *ml* eines Senkels eingezogen. Deren verlängerte Richtung geht bei horizontaler Tischfläche durch den Endpunkt *a* des kürzeren Schenkels, wenn der Senkel seiner eigenen Schwere überlassen wird. Legt man die Lothgabel mit *a* an den angenommenen Punkt der horizontalen Tischplatte und verschiebt die letztere, bis die Senkelspitze genau nach dem Terrainpunkte *A* zeigt, so liegt *a* vertical über *A*.

Bei einer richtigen Lothgabel muss *am* senkrecht auf *ab* stehen. Die diesbezügliche Prüfung erfolgt in der Weise, dass man die Lothgabel mit *a* an einen Punkt der horizontalen Tischfläche legt

und den entsprechenden Punkt *A* des Terrains markiert. Nun dreht man die Lothgabel um  $180^{\circ}$  und legt sie jetzt wieder mit *a* an denselben Punkt der Tischfläche auf, so dass jetzt der Schenkel *ab* in die Verlängerung der früheren Richtung fällt. Zeigt die Senkelspitze nach dem vorerst markierten Punkte des Terrains, so ist die Lothgabel richtig, im entgegengesetzten Falle gibt die Abweichung den doppelten Fehler derselben.

In Fig. 38 ist ein von Starke und Kammerer in Wien construierter Messtisch\*) dargestellt. Der Stativkopf besteht aus einer durchbrochenen, dreieckigen Messingplatte, in deren Eckpunkten sich die Stellschrauben *s* befinden, auf welchen die Tischplatte mit ihrem Untertheile ruht. An jedem Eckpunkte der dreiseitigen Platte sind außerdem noch zwei halbkugelförmige Ansätze zur Befestigung der Füße, von welchen der eine fest ist, der andere mittelst der Schraube *s'* gegen den ersteren bewegt werden kann. Die Füße selbst bestehen aus je zwei runden Stäben, welche unten durch eine Zwinge, oben durch ein Querstück, verbunden sind. Jeder Stativfuß wird mit den concav ausgedrehten Zapfenansätzen zwischen die beschriebenen kugelförmigen Ansätze der Kopfplatte mittelst der entsprechenden Schraube *s'* eingeklemmt und letztere durch die Klemmschrauben *k* fixiert. Sind auf diese Weise alle drei Füße mit der Kopfplatte verbunden, so wird nun der aus zwei übereinander stehenden Gliedern *A* und *B* bestehende Theil aufgesetzt. Der Cylinder *A* sitzt mit seinen drei Armen *a* auf den Stellschrauben *s* des

\*) Für Österreich patentiert und in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereines (Jahrgang 1860) veröffentlicht. Preis des Messtisches mit 2 Messtischblättern: 85 fl.

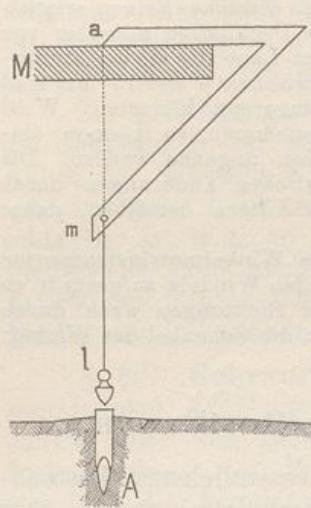


Fig. 37.

Statives auf. Nach erfolgter Horizontalstellung kann er mittelst des durch den Ausschnitt der Kopfplatte durchgesteckten Centralzapfens mit der unten befindlichen Schraubenmutter angezogen und so mit dem Stativen fest verbunden werden. Der obere Cylinder *B* ist um einen mit *A* verbundenen Metallzapfen drehbar und trägt die drei Arme *a'*, auf welche das Tischblatt (Tischplatte) mit seinen drei Backen aufgesetzt wird. Behufs Vornahme einer feinen Kreisbewegung ist an dem Cylinder *B* ein Messingring aufgeschraubt, an welchen ein vorspringender zweiter Ring mittelst einer Druck- oder Klemmschraube *r* fest angesetzt werden kann. Letzterer Ring hat ferner einen Ansatz, durch welchen eine Mikrometerschraube *m* geht, die in dem mit *a* fest verbundenen Ansatz *b*

ihre Mutter hat. Zur Beseitigung des todten Ganges ist um die Mikrometer-schraube eine Spiralfeder eingelegt. Durch Lüften der Klemmschraube *r* des vorspringenden Ringes wird die grobe Kreisbewegung des Cylinders *B* eingeleitet und durch Anziehen derselben wieder aufgehoben.

Ist die Klemmschraube *r* angezogen, so kann durch die Mikrometer-schraube *m* dem Ringe und mit ihm dem Cylinder *B* eine feine Kreisbewegung ertheilt werden.

Das Tischblatt *MN* (Fig. 38 *a*) hat an seiner unteren Fläche drei runde Backen *xy* angeschraubt. Mit diesen wird dasselbe auf die drei Arme *a'* des Cylinderstückes *B* aufgelegt. Jede Backe ist nach innen kreisförmig ausgeschnitten und enthält im Innern eine radförmige Metallplatte, deren Durchmesser kleiner ist, als der Backenausschnitt, so dass sich die Platte im letzteren verschieben lässt. Im Mittelpunkte dieser Platte greift die Schraube *u* ein, auf deren Kopfe eine der erstenen Platte ähnlich geformte Platte *p* frei aufliegt. Beim Anziehen der Schraube *u* wird die Backe *xy* an den Arm *a'* gepresst und zwischen den erwähnten zwei Platten festgehalten. Sind die drei Schrauben *u* gelüftet, so kann der Tischplatte eine Verschiebung im wagrechten Sinne

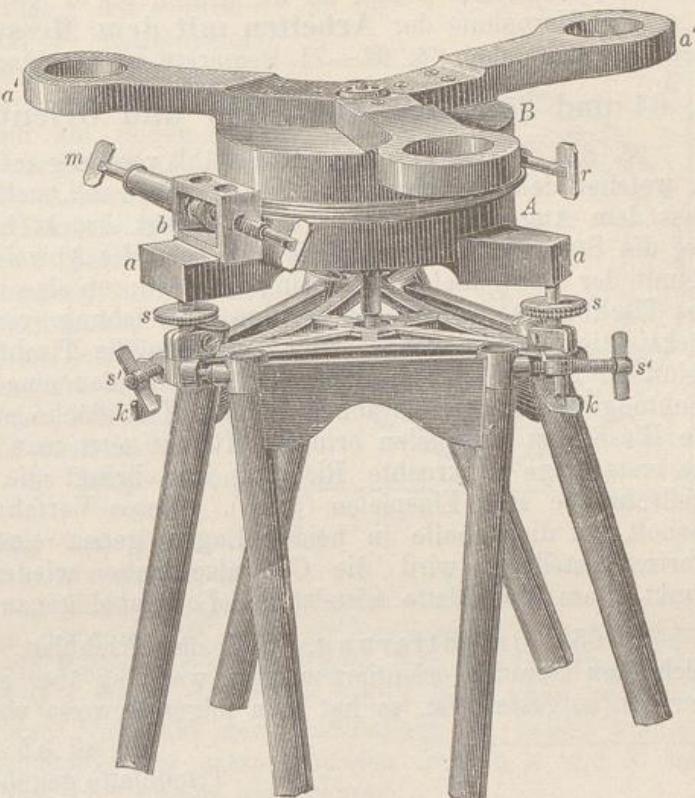


Fig. 38.

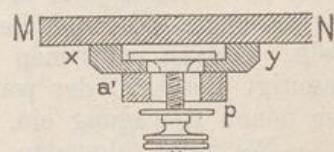


Fig. 38 a.

erheilt werden, so weit es die Spielräume zwischen den inneren Platten und den Backenausschnitten gestatten. Durch Anziehen der drei Schrauben  $a'$  wird das Tischblatt wieder an die drei Arme  $a$  gepresst.

Bei Vornahme der **Arbeiten mit dem Messtische** hat man das in den nachstehenden §§. 64—71 Bemerkte zu beachten.

### §. 64 und 65. Das Aufstellen und Orientieren des Tisches.

**§. 64. Aufstellung.** Man wählt vorläufig auf dem Tische einen Punkt  $a$ , welcher dem Terrainpunkte  $A$  entsprechen soll, stellt den Messtisch so auf, dass dem Augenmaße nach  $a$  über  $A$  liegt, drückt behutsam und thunlichst tief die Stativ-Füße in die Erde ein, prüft die Abweichung der Punkte  $a$  und  $A$  mit der Lothgabel und beseitigt diese durch eine wagrechte Verschiebung des Tischblattes, wobei eine geringe Abweichung (von etwa 3—4 cm) unberücksichtigt bleiben kann. Nun stellt man die Tischfläche bei einigermaßen gelüfteter Centralsschraube horizontal, indem man eine Setzlibelle zuerst in die Richtung zweier Stellschrauben auf die Tischfläche aufliegt und mit diesen die Blase zum Einspielen bringt. Hierauf setzt man die Libelle in eine auf die erste Lage senkrechte Richtung und bringt die Blase mit der dritten Stellschraube zum Einspielen (§. 11). Dieses Verfahren wird so lange wiederholt, bis die Libelle in beiden Lagen genau einspielt. Nach erfolgter Horizontalstellung wird die Centralsschraube wieder angezogen und der Punkt  $a$  am Tischblatte mittelst der Lothgabel genau bestimmt.

**§. 65. Orientierung.** Soll das Tischblatt nach einer darauf gezeichneten Geraden orientiert werden, wenn es über einem Endpunkte dieser Geraden aufgestellt ist, so hat man folgenderweise vorzugehen:

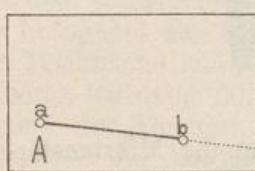


Fig. 39.

Es sei  $ab$  (Fig. 39) die auf dem Tischblatte gegebene Gerade, welche der auf dem Felde abgesteckten Geraden  $AB$  entspricht, und es soll der Tisch in  $A$  aufgestellt, ferner nach  $ab$  orientiert werden.

Man stellt den Tisch mit  $a$  über  $A$ , orientiert denselben dem Augen-

maße nach, prüft die Abweichung der Punkte  $a$  und  $A$  mit der Lothgabel und beseitigt nun diese durch eine wagrechte Verschiebung des Tischblattes oder, wenn letztere nicht mehr ausreicht, durch ein Übersetzen des Tisches. Die Füße werden jetzt in den Boden eingedrückt, eingerammt, das Tischblatt horizontal gestellt und die Visur nach  $B$  mit der groben Bewegung eingestellt. Sodann prüft man nochmals die Abweichung der Punkte  $a$  und  $A$ , beseitigt diese mit der wagrechten Verschiebung und stellt die Visur mittelst der feinen Bewegung ein.

Bei jeder folgenden Aufstellung des Messtisches muss die Tischfläche zunächst nach einer vom Aufstellungspunkte ausgehenden Geraden orientiert werden. Ist die Orientierung richtig durchgeführt, so müssen alle von demselben Standpunkte gezogenen Rayons nach den entsprechenden Terrainpunkten gerichtet sein. Diese Bedingung muss stets bei der Prüfung einer Messtischaufnahme erfüllt werden.

**§. 66. Orientierungs-Boussole.** Zur Orientierung des Messtisches benutzt man in manchen Fällen auch die Orientierungs-Boussole (Fig. 40).

Diese besteht aus einem cylindrischen Messing-Gehäuse, welches oben mit einem Glasdeckel abgeschlossen und unten auf einer quadratischen Fußplatte  $ABCD$  aufgeschraubt ist. Im Mittelpunkte  $o$  des Gehäuses ist die Magnetnadel  $NS$  auf einem Dorne gelagert. Der bei  $Z$  befindliche Schraubenkopf dient zum Arrestieren der Nadel und die am Boden des Gehäuses angebrachte Gradtheilung zur Angabe der magnetischen Azimuthe.

Um mit Hilfe dieser Boussole die Richtung des magnetischen Meridianes auf dem Messtische zu bestimmen, dreht man sie so lange auf der Tischfläche, bis die Nordspitze der Nadel über den Nullpunkt der Theilung zu stehen kommt, legt an die Kante  $BC$  (oder  $AD$ ) der Fußplatte das Diopterlineal an und zieht einen Rayon  $NS$ , welcher die Richtung des magnetischen Meridianes angibt.

Wird in der Folge der Tisch in einem anderen Punkte, z. B. in  $x$  aufgestellt, so erfolgt die Orientierung dadurch, dass man das Diopterlineal an die mit „ $N$ “ und „ $S$ “ bezeichnete Orientierungsline, an dieses wieder die Boussole mit der Kante  $BC$  der Unterlagsplatte behutsam anschiebt und das Messtischblatt so lange dreht, bis die Nordspitze der Nadel über den Nullpunkt der Gradtheilung zu liegen kommt. Nun prüft man die Abweichung der entsprechenden Punkte  $x$  und  $X$  mit der Lothgabel und verfährt im Übrigen wie bekannt.

**§. 67. Das Rayonieren und Messen.** Man versteht darunter jenes Verfahren, nach welchem man die aufzunehmenden Punkte einer Figur, von einem einzigen Standpunkte des Messtisches aus, festlegt.

Ist der Messtisch mit  $c$  (Fig. 41) über dem entsprechenden Terrainpunkte  $C$  aufgestellt und sind die Punkte  $A$  und  $B$  aufzunehmen, so visiert man nach  $A$  und  $B$ , zieht die Rayons  $ca$  und  $cb$ , misst die Strecken  $CA$  und  $CB$  und überträgt diese in einem verjüngten Maße nach  $ca$  und  $cb$  auf das Tischblatt; dann sind  $a$  und  $b$  die entsprechenden Punkte zu  $A$  und  $B$  in der Natur.

Die Richtigkeit dieses Verfahrens folgt aus der Ähnlichkeit der Dreiecke  $abc$  und  $ABC$ .

Aus derselben folgt ferner:

$$ac : AC = bc : BC = ab : AB.$$

Die Verbindungslinie  $ab$  entspricht daher der Strecke  $AB$ . In gleicher Weise können weitere Punkte vom Standpunkte  $C$  bestimmt werden.

Da bei dieser Methode die vielen Längenmessungen zeitraubend und häufig ganz unmöglich sind, so verwendet man gewöhnlich ein Fernrohrdiopter, dessen Fadenkreuz mit dem Distanzmesser nach Reichenbach versehen

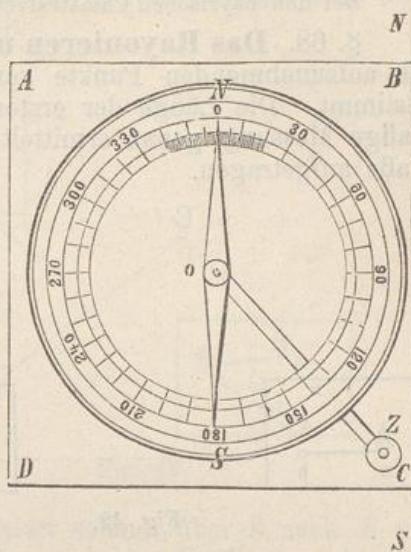


Fig. 40.

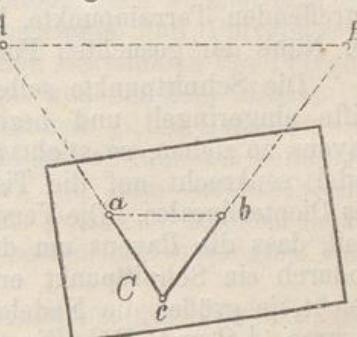


Fig. 41.

ist, und bestimmt die einzelnen Distanzen nicht durch wirkliches Messen, sondern nach der in den §§. 32 und 33 angegebenen Methode.

Bei den bayrischen Catastralvermessungen kam letztere Methode zur Anwendung.

**§. 68. Das Rayonieren und Schneiden.** Bei dieser Methode werden die aufzunehmenden Punkte von zwei Standpunkten des Messtisches aus bestimmt. Die Länge der ersten Standlinie wird durch eine zwei- bis dreimalige Messung genau ermittelt und auf das Messtischblatt in verjüngtem Maße aufgetragen.

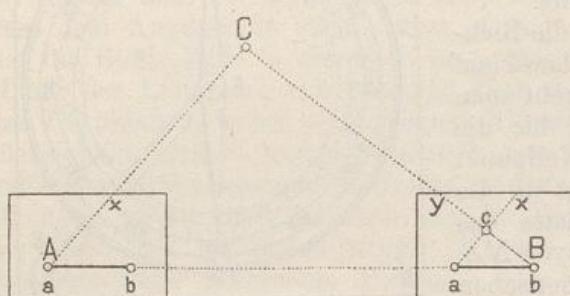


Fig. 42.

Es sei  $AB$  (Fig. 42) die gemessene Standlinie und  $ab$  die ihr entsprechende Gerade auf dem Tische; es soll der dem Terrainpunkte  $C$  entsprechende Punkt  $c$  auf der Tischfläche bestimmt werden.

Man stellt den Messtisch mit  $a$  über  $A$ , orientiert ihn mittelst  $ab$  nach  $B$ , visiert von  $a$  nach  $C$  und zieht den Rayon  $ax$ . Hierauf bringt man den

Messtisch nach  $B$ , stellt ihn mit  $b$  darüber, orientiert ihn mittelst  $ba$  nach  $A$ , visiert von  $b$  nach  $C$  und zieht den Schnitt  $by$ . Der Schnitt von  $by$  mit  $ax$  gibt den Punkt  $c$ . Die Richtigkeit dieses Verfahrens folgt wieder aus der Ähnlichkeit der Dreiecke  $abc$  und  $ABC$ . Aus dieser folgt:

$$ac : AC = bc : BC = ab : AB; \text{ d. h.}$$

die erhaltenen Längen  $ac$  und  $bc$  stehen zu den entsprechenden Strecken  $AC$  und  $BC$  im angenommenen Verjüngungsverhältnisse von  $ab : AB$ .

In gleicher Weise bestimmt man auch weitere Punkte durch Rayons und Schnitte.

Die Rayons erhalten am Tischrande die Bezeichnung (Nummer) der betreffenden Terrainpunkte, bei den Schnitten ist es nur nötig, dieselben in der Nähe der gesuchten Punkte zu ziehen.

Die Schnittpunkte selbst werden mit der Nadel pikiert, mit dem Bleistifte eingeringelt und bezeichnet. Sind von einem Standpunkte aus viele Rayons zu ziehen, so sticht man in  $a$ , später in  $b$  eine feine Nadel (Anschlagnadel) senkrecht auf die Tischfläche ein und verwendet sie beim Anlegen des Diopterlineales. Die Verwendung der Anschlagnadel hat jedoch den Nachtheil, dass die Rayons um die halbe Nadelstärke seitwärts gerückt werden, wodurch ein Schnittpunkt erhalten wird, der vom richtigen umso mehr abweicht, je größer die Nadelstärke und je größer der Winkel ist, welchen die Visuren  $AC$  und  $BC$  (Fig. 42) mit einander einschließen. Genauer ist es, die Fußplatte der Tischlibelle in der Weise zu benützen, dass man die Libelle mit einer verticalen genauen Kante der Fußplatte genau über den Anschlagpunkt setzt, mit der linken Hand festhält und mit der rechten das Diopterlineal längs dieser Kante in die richtige Visur dreht.

Das Rayonieren und Schneiden ist vorzugsweise bei den österreichischen Catastral-Aufnahmen zur Verwendung gekommen. Bei der Pflockbestimmung darf, laut Instruktion, die Anschlagnadel nur dann benutzt werden, wenn die Entfernung der zu bestimmenden Punkte vom Standorte 100 Klafter übersteigt.

§. 69. **Das Seitwärtsabschneiden** ist jenes Verfahren, nach welchem zu zwei auf dem Tische gegebenen Punkten noch ein dritter dadurch bestimmt wird, dass man den Tisch zuerst über einem der gegebenen und dann über dem zu bestimmenden Terrainpunkte aufstellt.

Sind  $A, B, C$  (Fig. 43) drei Punkte des Terrains, und  $a, b$  jene des Tischblattes entsprechend  $A, B$ , so kann der  $C$  entsprechende Punkt  $c$  auf folgende Art bestimmt werden:

Man stellt den Tisch mit  $a$  über  $A$ , orientiert denselben mit  $ab$  nach  $B$ , visiert sodann nach  $C$  und zieht den Rayon  $ax$ . Hierauf stellt man den Tisch über  $C$  so auf, dass ein vorläufig angenommener Punkt  $c'$  ( $ac'$  ist beiläufig abzuschätzen) über den Terrainpunkt  $C$  zu liegen kommt, orientiert  $c'a$  nach  $A$ , visiert sodann über  $b$  nach  $B$  und zieht den Rayon, welcher sich mit  $ax$  in dem richtigen Punkte  $c$  schneidet.

Der dem Punkte  $c$  entsprechende Terrainpunkt heißt  $C'$ ; derselbe liegt gewöhnlich in der Nähe von  $C$ , wird auch durch Herabsenkeln bestimmt und statt  $C$  verwendet; oder es wird  $C$  beibehalten, wenn die Abweichung vom Lot nicht über 3—4 cm beträgt. Ist die Abweichung größer und muss, aus irgend welchem Grunde, der Terrainpunkt  $C$  beibehalten werden, so verschiebt man das Tischblatt entsprechend der Abweichung der Terrainpunkte  $C$  und  $C'$ , bis  $c$  vertical über  $C$  liegt, orientiert mit  $ca$  nach  $A$  und visiert abermals von  $b$  nach  $B$ . Der nun gezogene Rayon wird  $ax$  jedenfalls sehr nahe an  $c$ , oder genau in  $c$  schneiden. In diesem Falle ist der so erhaltene Schnittpunkt als der richtige beizubehalten.

§. 70. **Das Umziehen.** Dieses ist eine Methode, nach welcher eine aufzunehmende Figur durch Messungen der Polygonwinkel und Polygonseiten bestimmt wird. Da man zu diesem Zwecke in allen Eckpunkten des Polygons eine Aufstellung mit dem Messtische machen muss und bei dem Messen der Seiten die ganze Figur umzieht, so heißt diese Methode „das Umziehen“. Bei der Aufnahme nach derselben stellt man den Messtisch in einem beliebigen Eckpunkte der aufzunehmenden Figur auf, visiert von dem entsprechenden Punkte des Tisches nach dem vor- und rückwärts gelegenen Nachbarpunkte, zieht die zugehörigen Rayons und trägt auf denselben die verjüngten Maße der gemessenen Strecken auf.

Im nächsten Aufstellungspunkte hat man zunächst das Tischblatt mit dem entsprechenden Rayon nach dem früheren Aufstellungspunkte zu orientieren und die Arbeit in angeführter Weise fortzusetzen.

§. 71. **Die Genauigkeit einer Messtischaufnahme.** Diese erfordert die Erfüllung nachstehender Bedingungen:

1. Das Tischblatt muss während der ganzen Aufnahme horizontal sein.
2. Man sehe öfters nach, ob alle Schrauben während der Arbeit fest angezogen sind, damit keine Verdrehung des Tischblattes eintreten kann.

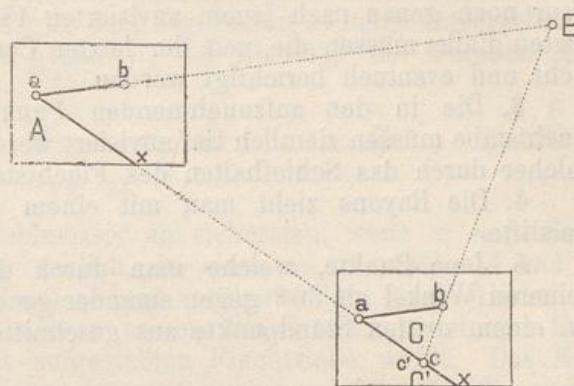


Fig. 43.

Die stetige Controle wird der Feldmesser leicht üben können, wenn er einen gut bemerkbaren Punkt oder eine lothrechte Linie, z. B. eine Kirchthurm spitze, anvisiert, den entsprechenden Rayon zieht und an diesen während der Arbeit das Diopterlineal öfter anlegt und nachsieht, ob die Visur noch genau nach jenem anvisierten Fixpunkte geht. Im entgegengesetzten Falle müssen die, seit der letzten Controle gezogenen, Visuren untersucht und eventuell berichtigt werden.

3. Die in den aufzunehmenden Punkten vom Figuranten gehaltenen Fluchtstäbe müssen ziemlich tief anvisiert werden, damit ein möglicher Fehler, welcher durch das Schieffalten des Fluchtstabes entsteht, vermieden wird.

4. Die Rayons zieht man mit einem harten, keilförmig zugespitzten Bleistifte.

5. Jene Punkte, welche man durch den Schnitt zweier unter einem kleineren Winkel als  $30^{\circ}$  gegen einander geneigter Rayons erhält, sollen noch von einem dritten Standpunkte aus geschnitten werden.

## Hilfsmittel für Feldarbeiten.

§. 72. Zu den Feldarbeiten sind noch folgende Hilfsmittel erforderlich:

1. Das Detaillier- oder Skizzenbrettchen. Dasselbe besteht aus einem kleinen Reißbrette von etwa 30 cm Länge und 40 cm Breite, welches an der unteren Fläche mit einer Lederschleife versehen ist, damit es während des Gebrauches bequem auf der Handfläche gehalten werden kann. Auf dasselbe wird (mit 4—6 Reißstiften) das, für den Handriss der aufzunehmenden Figur bestimmte, Zeichenpapier befestigt.

2. Das Notizenbuch (Manuale). Dieses dient zur Eintragung aller Zahlenangaben und Vorkommnisse, welche während einer Aufnahme eintreten. Es ist von Wichtigkeit, die gemachten Notizen mit dem Datum des Tages und einer entsprechenden Überschrift zu versehen, so dass sich auch andere Personen in den Eintragungen leicht zurecht finden können.

3. Der Feldschirm dient zum Schutze der Instrumente gegen Sonnenhitze oder Regen. Derselbe ist mit grober, weißer Leinwand überzogen, wird mit seinem Stocke in die Hülse eines entsprechenden Stockstatives eingesetzt und mit der Spitze desselben in die Erde eingearammt.

4. Ein Requisitenbehälter zum Aufbewahren verschiedener, auf dem Felde nöthiger, Zeichenrequisiten, als: Zirkel, Bleistifte, Pikiernadeln, Federmesser, Gummielasticum u. s. w.

5. Zum Schutze der Zeichenfläche gegen Staub und Nässe erhält das Messtischblatt bei seinem Transporte einen Tischmantel aus Wachsleinwand.

## B. Die Grundoperationen des Feldmessens.

§. 73. **Das Abstecken der Geraden.** Unter dem Abstecken einer Geraden versteht man das Bezeichnen entsprechend vieler Zwischenpunkte derselben durch Fluchtstäbe oder Absteckstäbe (§. 22) oder das Bezeichnen von Punkten in der Verlängerung einer Geraden. Die Entfernung der einzelnen Zwischenpunkte wird im ebenen und freien Terrain etwa 40

bis 50 m, im coupierten und nicht freien Terrain etwa 5 bis 20 m angenommen.

Soll zwischen den Endpunkten *A* und *B* (Fig. 44) eine Anzahl von Zwischenpunkten 1, 2, 3, ... ausgesteckt werden, so stellt sich der Feldmesser vor dem Stabe *A* oder *B* auf und gibt dem Figuranten so lange entsprechende Zeichen, bis dieser seinen Stab genau in der Richtung der Geraden *AB*



Fig. 44.

hält. Letzteres beurtheilt der Feldmesser am sichersten, wenn er seine Sehstrahlen ziemlich tief und zwar seitlich, in einer an die Stäbe *A* und *B* gedachten, diese berührenden, Verticalebene vorüberstreifen lässt. Hiebei ist es zweckmäßig, dass der Beobachter seinen Standpunkt in einiger Entfernung vor dem ihm zunächst aufgestellten Fluchtstab wählt. Das Einvisieren der Stäbe erfolgt stets von den entfernteren zu den näherliegenden Punkten. Der Controle wegen ist auch an der anderen Seite der Stäbe vorbei zu visieren. Auf ähnliche Weise wird eine Gerade nach der einen oder nach der anderen Seite hin verlängert.

Bei allen Feldarbeiten ist es nothwendig, dass der Feldmesser seinem Figuranten vor der Arbeit eine Belehrung über den Zweck derselben gibt und mit ihm gewisse Zeichen zur gegenseitigen Verständigung verabredet. Beim Einvisieren der Stäbe gibt z. B. der Feldmesser durch eine wagrechte Bewegung der rechten oder linken Hand die Zeichen für das Verrücken des Stabes nach der rechten oder linken Seite hin, während eine Handbewegung nach abwärts anzeigt, dass der Figurant seinen Stab bereits in der Richtung der Geraden hält und denselben lotrecht in den Boden einsetzen soll.

Alle eingesetzten Stäbe sind mit Hilfe eines Senkels vertical zu richten.

**§. 74. Absteckung einer Geraden mittelst eines Theodolits.**  
In der Baupraxis wird häufig das Abstecken einer Geraden verlangt, welche die Richtung einer Straßen- oder Eisenbahnachse angeben soll. Man verwendet dann zur Absteckung derselben den Theodolit, weil das Visieren mit diesem viel genauer und schneller bewerkstelligt wird als mit freiem Auge. Der Vorgang ist nachfolgender:

Man stellt den Theodolit genau centrisch über einen Endpunkt der auszusteckenden Geraden *AB*, z. B. über *A*, stellt die Limbusebene horizontal und visiert den in *B* stehenden Fluchtstab so an, dass der Verticalfaden des Fadenkreuzes genau nach der Mittellinie des Stabes eingestellt ist. Letzteres kann mit Hilfe der Mikrometerschraube für die Horizontalbewegung der Alhidade sehr scharf durchgeführt werden. Nun lüftet man etwas die Klemmschraube für die Verticalbewegung des Fernrohres und visiert nach und nach die einzelnen Zwischenpunkte ein, die innerhalb *AB* ausgesteckt werden sollen.

Der Figurant hält dabei den einzuvisierenden Stab lotrecht und lässt sich von dem Aufnahmsleiter durch Zeichen mittelst Handbewegungen in die Richtung von *AB* einvisieren. Die Zwischenpunkte langer Geraden werden gewöhnlich nicht durch Fluchtstäbe, sondern durch Absteckstäbe bezeichnet.

Soll die Gerade über *A* verlängert werden, so schlägt man das Fernrohr durch und visiert in der entgegengesetzten Richtung weitere Punkte

ein. Hier ist auch zu bemerken, dass man mit dem Visieren immer von den weiterliegenden zu den nähergelegenen Punkten fortschreiten soll. Jeder einvisierte Stab muss seiner ganzen Mittellinie nach mit dem Verticalfaden des Fadenkreuzes übereinstimmen.

## § 75 bis 77. Absteckungen von Geraden bei vorkommenden Hindernissen.

§. 75. Ist zwischen den Endpunkten einer Geraden ein Hindernis, z. B. ein Hügel, so dass man von  $A$  nach  $B$  (Fig. 45) nicht sehen kann,

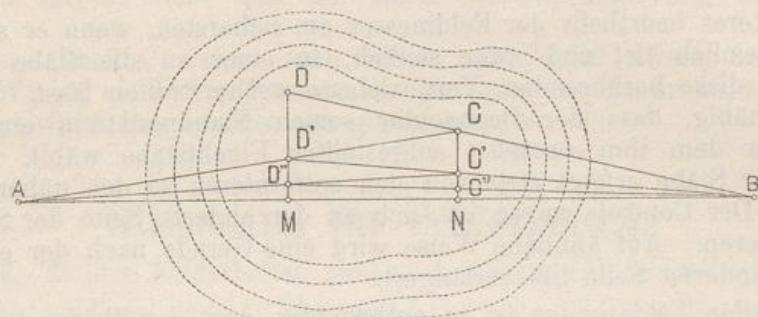


Fig. 45.

und es soll  $AB$  abgesteckt werden, so verfährt man folgendermaßen: Man stellt sich mit einem Stabe auf dem Hügel, etwa in  $D$  auf, so dass man die Stäbe in  $A$  und  $B$  sehen kann, und visiert den bei  $C$  mit einem Stabe wartenden Gehilfen in die Gerade  $DB$  ein. Nun winkt der Gehilfe in  $C$  dem Figuranten in  $D$  so lange, bis er in  $D'$  in der Geraden  $CA$  steht, worauf wieder  $D'$  dem  $C$  winkt, bis letzterer in  $C'$  in der Geraden  $D'B$  steht u. s. w. Durch dieses gegenseitige Einvisieren gelangen die beiden Stäbe  $D$  und  $C$  schließlich nach  $M$  und  $N$ , in die Gerade  $AB$ .

§. 76. Ist zwischen den Punkten  $A$  und  $B$  (Fig. 46) ein Hindernis, welches die freie Visur zwischen diesen Punkten ganz ausschliesst (z. B. ein

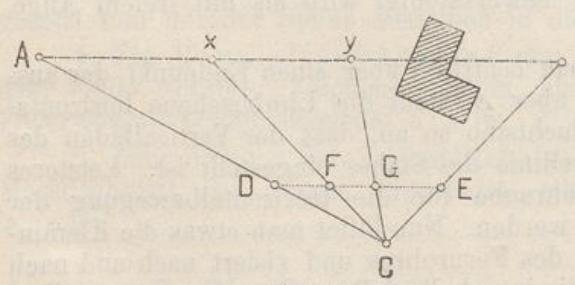


Fig. 46

B gegen A und B hin frei sehen und messen kann.

Macht man sodann z. B.  
 $CD = \frac{1}{3} \cdot CA$ , ferner  $CE = \frac{1}{3} \cdot CB$   
 und steckt bei freier Wahl der  
 Punkte  $F$  und  $G$  in der Geraden  
 $DE$ , die Strecken  $CF, CG \dots$   
 beliebig aus, so erhält man die  
 Zwischenpunkte  $x$  und  $y \dots$ ,

vorausgesetzt, dass  $Cx = 3 \cdot CF$  und  $Cy = 3 \cdot CG$  eingemessen wird. In  $x$  und  $y$  eingesetzte Tracerstäbe bezeichnen sodann Zwischenpunkte der Geraden  $AB$ .

§. 77. Kann zwischen den Endpunkten  $A$  und  $B$  (Fig. 47) kein dritter Punkt gewählt werden, von welchem man nach  $A$  und  $B$  sehen und messen

kann, so steckt man eine beliebige Hilfslinie  $CD$  ab, fällt mit dem Winkel Spiegel die Senkrechten  $AC$  und  $BD$  und misst diese, sowie den Abstand  $CD$  ihrer Fußpunkte. Man erhält sodann die Zwischenpunkte 1, 2 u. s. w. wenn man von  $C$  aus die Entferungen  $Cl'$ ,  $C2'$  u. s. w. abmisst, die Senkrechten  $1l'$ ,  $2l'$  u. s. w. mit dem Winkel Spiegel errichtet, die Längen derselben berechnet und aufträgt. Bezeichnet man allgemein die Länge einer Senkrechten mit  $y$ , die Entfernung ihres Fußpunktes von  $C$  mit  $x$  und setzt  $CD = a$ ,  $AC = b$  und  $BD = c$ , so ergibt sich:

$$x : (y - b) = a : (c - b),$$

woraus

$$y = b + \frac{c - b}{a} \cdot x. \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (15)$$

folgt. Setzt man in diese Gleichung das jeweilige  $x$ , so kann das entsprechende Loth  $y$  berechnet werden.

**§. 78. Das Abstecken paralleler Geraden.** Dieses erfolgt nach den gewöhnlichen geometrischen Lehrsätzen. Zu einer gegebenen Geraden wird eine Parallelle am einfachsten mittels „gleicher Abstände“ abgesteckt. Soll zu  $AB$  (Fig. 48) durch den Punkt  $C$  die Parallelle  $CD$  abgesteckt werden, so fällt man mit dem Winkel Spiegel das Loth  $CA$  auf  $AB$ , misst  $CA$  und trägt diese Entfernung auf der im Punkte  $B$  errichteten Senkrechten  $Bx$  bis  $D$  auf; dann ist  $CD$  parallel zu  $AB$ . Ist die Parallelle  $CD$  nicht lang, so kann auch die Richtung derselben nur durch das Abstecken eines rechten Winkels  $ACD$  in  $C$  hinreichend genau bestimmt werden.

Parallele Geraden werden in der praktischen Geometrie mit Vortheil verwendet, wenn eine größere Anzahl langer Geraden gemessen werden soll, welche auf einer gegebenen Geraden  $AB$  senkrecht stehen und sich von letzterer aus, nach einer Richtung hin, entwickeln. In diesem Falle steckt man eine zu  $AB$  parallele Gerade  $CD$  nach der Seite dieser vielen zu messenden Geraden hin ab, wodurch alle Messungen um den Abstand zwischen  $CD$  und  $AB$  kleiner werden. Eine weitere Verwendung finden Parallelen beim Messen einer Strecke, zwischen deren Endpunkten sich Hindernisse vorfinden.

**§. 79. Das Abstecken und Messen der Winkel auf dem Felde.** Das Abstecken und Messen der Winkel ist beim Gebrauche der betreffenden Winkelmessinstrumente hinreichend erklärt worden. Es wäre hier nur noch zu erwähnen, dass sich beim Fällen einer Senkrechten ein Hindernis vorfinden kann.

Soll von  $a$  aus (Fig. 49)  $ab \perp AB$  gefällt werden, und befindet sich zwischen  $a$  und  $b$  ein Hindernis (Gebäude), so steckt man im beliebigen

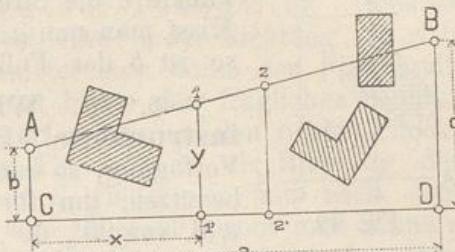


Fig. 47.

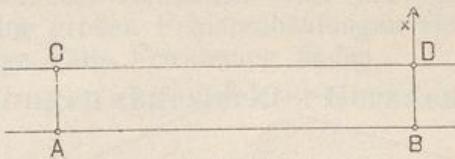


Fig. 48.

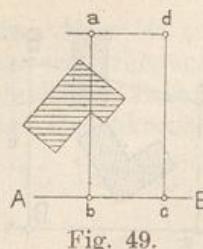


Fig. 49.

Punkte  $c$  die Strecke  $cd \perp AB$  ab und macht  $ad \perp cd$ . Misst man nun  $ad$  und trägt das erhaltene Maß von  $c$  nach  $b$ , so ist  $b$  der Fußpunkt der gesuchten Senkrechten  $ab$ .

**§. 80. Winkelabsteckung ohne Winkelmessinstrumente.** Hat man kein Winkelmessinstrument zur Verfügung, so kann man Messketten, Messbänder oder Seile benützen, um für untergeordnete Zwecke gewisse Winkel z. B. von  $90^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $30^\circ$  u. s. w. abzustecken.

Wäre in  $C$  (Fig. 50) ein rechter Winkel  $BCD$  abzustecken, so misst man von  $C$  die beliebigen Strecken  $CN = CM$  ein, befestigt, bei Verwendung einer Messkette, das eine Ende derselben in  $M$ , das andere in  $N$ , fasst sie in der Mitte und zieht sie straff an. Die Kettenmitte ergibt sodann einen Punkt  $D$  der Senkrechten  $CD$ .

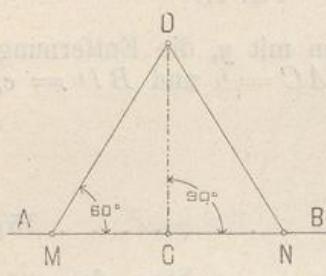


Fig. 50.

Ein Winkel von  $45^\circ$  lässt sich durch Halbierung des rechten Winkels und ein Winkel von  $60^\circ$  in Punkte  $M$  dadurch abstecken, dass man  $MN$  (Fig. 50) gleich der halben Messkettenlänge macht und wie vorhin verfährt, weil im letzteren Falle das Dreieck  $MND$  gleichseitig ist.

**§. 81. Das Halbieren eines Winkels.** Ist der Winkel  $AoB$  (Fig. 51) abgesteckt und soll derselbe halbiert werden, so misst man von  $o$  aus auf den beiden Schenkeln nach  $a$  und  $b$  hin gleiche Längen ab. Hierauf wird die Gerade  $ab$  gemessen und die Mitte  $x$  derselben markiert; oder man befestigt in  $a$  und  $b$  die Enden einer Messkette, zieht diese straff an und markiert die Mitte  $y$  derselben. Auf diese Art erhält man einen Punkt  $x$ , beziehungsweise  $y$  der Halbierungsgeraden  $oC$ .

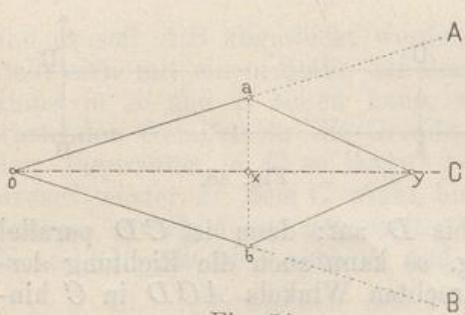


Fig. 51.

### §. 82 und 83. Bestimmung des Durchschnittspunktes zweier Geraden.

**§. 82. Einfache Absteckung.** Um den Durchschnittspunkt der beiden abgesteckten Geraden  $AB$  und  $CD$  (Fig. 52) zu ermitteln, hält der Figurant einen Trägerstab seinem Augenmaße nach über dem fraglichen Schnittpunkte und lässt sich von zwei Personen, von denen die eine in der Richtung  $AB$  die andere in jener von  $CD$  visiert, einrichten. Beim Einvisieren in der Richtung von  $AB$  soll er in der Richtung von  $CD$  und beim Einvisieren in der Richtung von  $CD$  soll er in der Richtung von  $AB$  fortschreiten, bis er beiderseits das Zeichen zum Einsetzen des Stabes erhält.

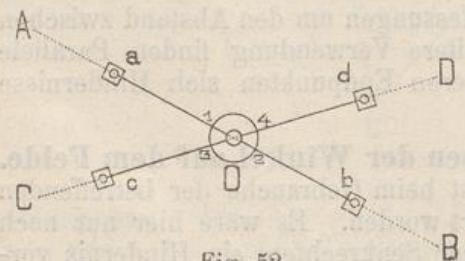


Fig. 52.

Richtung von  $CD$  soll er in der Richtung von  $AB$  fortschreiten, bis er beiderseits das Zeichen zum Einsetzen des Stabes erhält.

§. 83. Lösung bei Verwendung des Theodolits. Genauer wird diese Aufgabe mit dem Theodolit gelöst. Der in der Richtung von  $AB$  (Fig. 52) mit dem Theodolit visierende Geometer lässt durch den Figuranten die einvisierten Pflocke  $a$  und  $b$  etwas vor und hinter dem fraglichen Schnittpunkte  $O$  in den Boden einschlagen und visiert sodann auf den beiden Pflockköpfen Nägel ein. Nun überstellt er den Theodolit in die Richtung der Geraden  $CD$  und visiert die Pflocke  $c$  und  $d$  wieder vor und nach dem gesuchten Schnittpunkte, ebenso die Nägel, ein. Hierauf spannt man Schnüre von  $a$  nach  $b$  sowie von  $c$  nach  $d$  und schlägt im Kreuzungspunkte derselben einen größeren Pflock ein. Nach dem Eintreiben desselben spannt man nach den beiden Richtungen  $ab$  und  $cd$  Schnüre, senkt nöthigenfalls den Kreuzungspunkt derselben auf das Kopfende des Pflockes herab und bezeichnet den gefundenen Punkt dasselbst durch einen eingeschlagenen Nagel.

§. 84. Das Messen gerader Linien auf dem Felde. Das wirkliche Messen einer Geraden ist bei dem Gebrauche der Vorrichtungen zum Längenmessen bereits erklärt worden.

Ist jedoch die zu messende Gerade theilweise oder ganz unzugänglich, so misst man solche Strecken und Winkel, welche zu der fraglichen Geraden in gewissen geometrischen Beziehungen stehen. Aus den gemessenen Größen wird dann die gesuchte Länge entweder durch Rechnung oder auf graphischem Wege ermittelt.

Derartige Längenbestimmungen liefern immer ungenauere Resultate als directe Messungen, weshalb man sie thunlichst vermeiden, oder nur jene Methoden anwenden soll, bei welchen keine großen Fehleranhäufungen eintreten können. Im Folgenden sollen einige Fälle Erwähnung finden.

#### §. 85 bis 88. Mittelbare Längenmessungen abgesteckter Geraden.

§. 85. Die Länge der Geraden  $AB$  (Fig. 53) ist zu bestimmen, wenn die Endpunkte  $A$  und  $B$  zugänglich sind und in der Richtung von  $AB$  visiert werden kann.

a) Man steckt mittelst eines Winkelspiegels oder Prismenkreuzes in  $A$  und  $B$  Senkrechte zu  $AB$  ab und macht  $AC = BD$ . Misst man nun die so erhaltene, zu  $AB$  parallele Gerade  $CD$ , so gibt deren Länge zugleich das Maß der fraglichen Geraden  $AB$ .

b) Mit Hilfe des rechtwinkeligen Dreieckes  $CAB$  kann man auch die Länge  $AB$  ermitteln, wenn man  $AC$  und  $BC$  misst oder auch  $AC$  und den Winkel  $\alpha$ .

Aus  $\triangle CAB$  folgt dann:

$$\overline{AB} = \sqrt{\overline{BC}^2 - \overline{AC}^2} \quad \dots \dots \dots \quad 16)$$

oder  $\overline{AB} = \overline{AC} \cdot \tan \alpha \quad \dots \dots \dots \quad 17)$

§. 86. Es soll eine Gerade  $AB$  (Fig. 54), in deren Richtung sich ein Visierhindernis (Wald) vorfindet, gemessen werden.

a) Man steckt von  $A$  aus die Gerade  $Ax$  in beliebiger Richtung aus und fällt dann vom Punkte  $B$  mittelst eines Winkelspiegels oder Prismenkreuzes  $BC \perp Ax$ . Misst man  $AC$  und  $BC$ , so folgt:

$$\overline{AB} = \sqrt{\overline{AC}^2 + \overline{BC}^2} \quad \dots \dots \dots \quad 18)$$

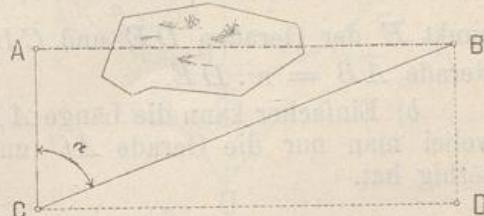


Fig. 53.

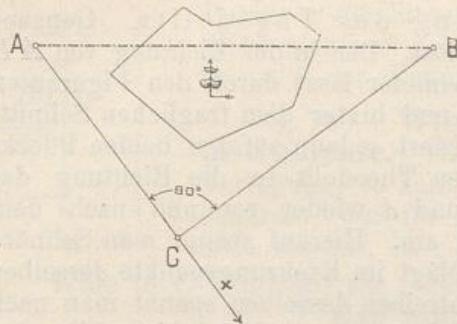


Fig. 54.

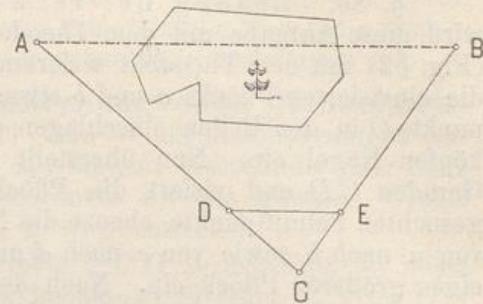


Fig. 55.

b) Man wählt den Punkt  $C$  (Fig. 55) so, dass man von dort aus nach  $A$  und  $B$  frei visieren und messen kann. Nun misst man die Längen  $AC$  und  $BC$  und trägt  $\frac{1}{n}$  dieser Längen, von  $C$  aus nach  $D$  und  $E$  hin, auf.

Wenn  $\overline{DC} = \frac{1}{n} \cdot \overline{AC}$  und  $\overline{EC} = \frac{1}{n} \cdot \overline{BC}$ , so ist  $\overline{AB} = n \cdot \overline{DE}$ , d. h. man hat die Strecke  $DE$  zu messen und  $n$ -mal zu nehmen, um die Länge von  $AB$  zu erhalten.

§. 87. Die Gerade  $AB$  (Fig. 56) soll gemessen werden, wenn ein Endpunkt  $B$  ganz unzugänglich ist und in der Richtung von  $AB$  visiert werden kann.

a) Man steckt die Gerade  $AC \perp AB$  ab und wählt  $C$  so, dass nach  $B$  visiert, ferner nach  $A$  visiert und gemessen werden kann.

Macht man  $\overline{CD} = \frac{1}{n} \cdot \overline{AC}$ , steckt  $DE \perp AC$  ab, sucht den Schnittpunkt  $E$  der Geraden  $DE$  und  $CB$  und misst  $DE$ , so ist die gesuchte Gerade  $\overline{AB} = n \cdot \overline{DE}$ .

b) Einfacher kann die Länge  $AB$  nach Gleichung 17) bestimmt werden, wobei man nur die Gerade  $AC$  und den Winkel  $ACB = \alpha$  zu messen nötig hat.

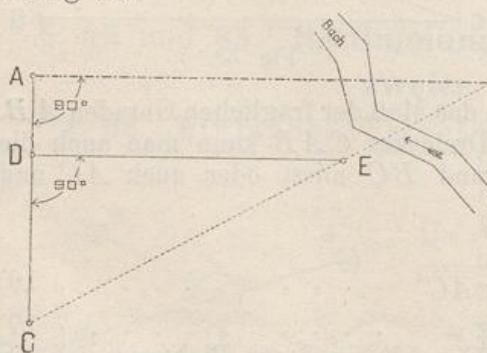


Fig. 56.

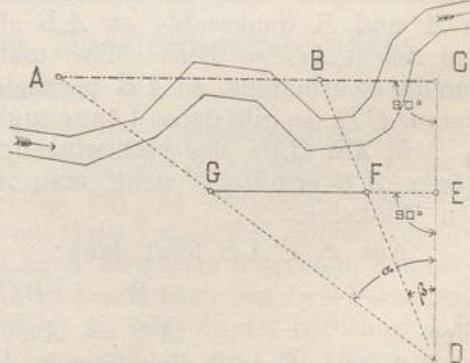


Fig. 57.

§. 88. Es ist die Länge einer Geraden  $AB$  (Fig. 57) zu bestimmen, wenn beide Endpunkte derselben unzugänglich sind, jedoch in der Richtung  $AB$  visiert werden kann.

a) Man verlängert  $AB$  bis zu einem zugänglichen Punkte  $C$ , steckt  $CD \perp AC$  ab, nimmt  $CD$  beliebig lang an, steckt von hier aus die Geraden  $DB$  und  $DA$  so weit dies möglich ist ab, misst  $CD$ , macht  $\overline{DE} = \frac{1}{n} \cdot \overline{CD}$ , steckt ferner  $EG \perp CD$  ab und bestimmt die Schnittpunkte  $F$  und  $G$ .

Misst man nun  $FG$ , so folgt:

$$\overline{AB} = n \cdot \overline{FG}.$$

b) Hat man ein Winkelmeßinstrument zur Verfügung, so misst man in  $D$  die Winkel  $ADC = \alpha$  und  $BDC = \beta$ ; dann folgt:

$$\overline{AC} = \overline{CD} \cdot \operatorname{tg} \alpha \text{ und}$$

$$\overline{BC} = \overline{CD} \cdot \operatorname{tg} \beta,$$

daher  $\overline{AB} = \overline{AC} - \overline{BC} = \overline{CD} \cdot (\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta) \dots \dots \dots \quad 19)$

In diesem Falle ist das Abstecken der Geraden  $EG$  zu unterlassen und nur  $CD$  abzustecken und zu messen nötig.

**§. 89. Das Abstecken von Kreisbögen.** Bei Straßen-, Canal-Bauten u. s. w. bezeichnet man die Achsenrichtung am Terrain durch Pflöcke (§. 23). Die Achse dieser Bauobjecte ist eine aus Geraden und Kreisbögen zusammengesetzte Linie.

Zur Erklärung unterschiedlicher Methoden der Bogenabsteckung diene die nachfolgende Aufgabe:

Zwischen den abgesteckten Geraden  $OP$  und  $OQ$  (Fig. 58), deren eingeschlossener Winkel, Tangentenwinkel  $POQ = \alpha$  gemessen wurde, soll der Bogen  $AME$  von gegebenem Halbmesser  $r$ , die beiden Geraden  $OP$  und  $OQ$  berührend, abgesteckt werden.

#### 1. Lösung.

a) Bestimmung der Tangentialpunkte  $A$  und  $E$ , ferner der Bogenmitte  $M$ .

Nachdem der Winkel  $POQ = \alpha$  mittelst eines Winkelmeßinstruments gemessen wurde, bestimmt man die Tangentenlängen  $AO$  und  $OE$ .

$$\overline{AO} = \overline{OE} = r \cdot \operatorname{cotg} \frac{\alpha}{2} \dots \dots \dots \quad 20)$$

Rechnet man diesen Wert aus und misst die erhaltene Länge von  $O$  aus, nach den beiden Geraden, bis  $A$  und  $E$  ein, so erhält man den Bogenanfang  $A$  und das Bogenende  $E$ .

Um die Bogenmitte  $M$  zu finden, halbiert man den Winkel  $\alpha$ , richtet die Visur nach der Halbierungsstrecke dieses Winkels, also nach  $OM$  und misst bei der Voraussetzung, dass

$$\overline{OM} = \overline{OC} - r = \sqrt{\overline{AO}^2 + r^2} - r \dots \dots \dots \quad 21)$$

die Entfernung des Winkelpunktes  $O$  von der Bogenmitte  $M$  ein.

b) Weitere Bogenpunkte, Zwischenpunkte, erhält man durch Berechnung und Absteckung der sogenannten Coordinaten dieser Punkte.

Fällt man von dem beliebigen Bogenpunkte  $D$  eine Senkrechte  $DF$  auf  $AO$ , so heissen  $AF$  die Abscisse,  $DF$  die Ordinate und beide Strecken

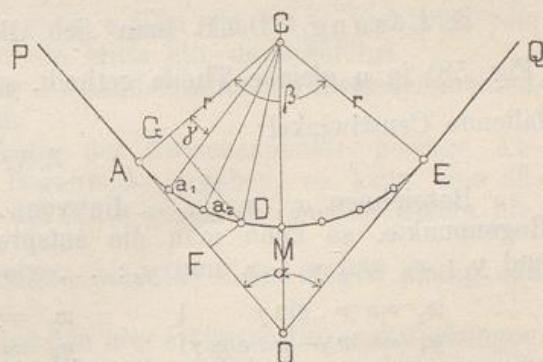


Fig. 58.

zusammen die Coordinaten des Punktes  $D$ , bezogen auf die Abscissenachse  $AO$  und den Ursprung  $A$  der Abscissen.

Bezeichnet  $x$  die Länge der Abscisse  $AF$  und  $y$  die der zugehörigen Ordinate  $DF$ , so folgt:

$$y = \overline{AC} - \overline{GC} = r - \sqrt{r^2 - x^2} = r - \sqrt{(r+x)(r-x)} \dots \quad 22)$$

Setzt man hier für  $\alpha$  verschiedene Werte ein, so lassen sich die zugehörigen  $y$  leicht berechnen.

Die Abscissen können, von den Tangierungspunkten  $A$  und  $E$  gegen den Winkel punkt  $O$  hin, bestimmt, oder einfacher, durch vorherige Subtraction ihrer Werte von dem Werte der Tangentenlänge  $AO$ , berechnet, zugleich beim Einmessen des Bogenanfangs, beziehungsweise Bogenendes, von  $O$  aus direct abgesteckt werden.

In den Endpunkten  $F$ ... der einzelnen Abscissen errichtet man Senkrechte und trägt auf diesen die zugehörigen gerechneten, oder aus Tabellen entnommenen, Ordinaten auf. Sollten die Ordinaten gegen die Bogenmitte hin zu lang ausfallen, so steckt man im Punkte  $M$  eine Tangente senkrecht auf  $OC$  ab und verfährt bei  $M$  genau so wie vorhin.

Die Länge des so abgesteckten Bogens  $AME$  ist durch den Halbmesser  $r$  und den Centriwinkel  $\beta = 180^\circ - \alpha$  bestimmt.

$$\text{Bogenlänge } AME = \frac{\pi \cdot r}{180} \cdot \beta \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (23)$$

2. Lösung. Denkt man sich die ganze Bogenlänge von  $A$  bis  $E$  (Fig. 58) in  $n$  gleiche Theile getheilt, so ist der auf  $\frac{1}{n}$  der Bogenlänge entfallende Centriwinkel:

$$\gamma = \frac{\beta}{n}$$

Bezeichnen  $a_1, a_2, \dots$  die von  $A$  gegen  $M$  aufeinander folgenden Bogenpunkte, so kann man die entsprechenden Coordinaten derselben  $x_1$  und  $y_1; x_2$  und  $y_2; x_3$  und  $y_3; \dots$  wie folgt berechnen:

$$\begin{aligned} x_1 &= r \cdot \sin \gamma \\ y_1 &= r - r \cdot \cos \gamma \end{aligned} \quad ; \quad \begin{aligned} x_2 &= r \cdot \sin 2\gamma \\ y_2 &= r - r \cdot \cos 2\gamma \end{aligned} \quad \left\{ \text{u. s. w. . . . 24) } \right.$$

Die Bogenabsteckung erfolgt sodann wie früher

In der Praxis theilt man selten den Bogen in gleiche Theile, vielmehr nimmt man zumeist die dem Centriwinkel  $\gamma$  entsprechende Kreisbogenlänge  $l$  gleich einer runden Zahl an (z. B. 10 m), berechnet für diese Bogenlänge vorerst den Winkel  $\gamma$ :

$$\gamma = \frac{180}{\pi} \cdot l;$$

sodann mit Zuhilfenahme der Gleichungen 24) die entsprechenden Coordinaten der einzelnen Bogenpunkte  $a_1, a_2, \dots, a_n$  usw.

3. Lösung: Absteckung mittelst Abständen von der Schneise

Man bezeichnet den, einer bestimmten Bogenlänge (z. B. 10 oder 20 m) zugehörigen, Centriwinkel mit  $\gamma$  (Fig. 59) und berechnet vorerst, von  $A$  ausgehend, die Coordinaten des diesem Centriwinkel zugehörigen ersten Bogenpunktes  $a$ , nach den Gleichungen 24) wie folgt:

Verlängert man nun die Sehne  
 $Aa_1$  über  $a_1$ , macht  
 $a_1b_2 = Aa_1 = a_1a_2 = s$   
so folgt, da  $\cancel{b_2a_1a_2} = \gamma$  ist:  
 $\triangle a_1a_2b_2 \sim \triangle Aa_1C$   
und mithin

Diese Abstände  $e$  sind nun  
für alle nächstfolgenden Punkte Fig. 59.  
gleich, wenn die Sehnenlänge  $s$  gleich bleibt und immer die vorhergehende  
Sehnenrichtung zur Absteckung weiterer Punkte des Bogens benutzt wird.  
Die Länge der Sehne  $s$  für eine bestimmte Bogenlänge ergibt sich aus dem  
gleichschenkeligen Dreiecke  $Aa_1C$ :

$$s = 2r \cdot \sin \frac{\gamma}{2} \quad \dots \dots \dots \dots \dots \quad (26)$$

Bei dieser Methode steckt man zuerst den Punkt  $a_1$  mit Hilfe der, nach den Gleichungen 24) gerechneten, Coordinaten  $x_1$  und  $y_1$  ab. Sodann verlängert man die Sehne  $Aa_1$  und bestimmt den Punkt  $a_2$  mit Hilfe einer Messkette oder eines Messbandes durch Absteckung des Dreieckes  $a_1b_2a_2$  in der beschriebenen Weise.

Die Absteckung weiterer Bogenpunkte erfolgt wie bei  $a_2$  und wird vom Bogenanfang und Bogenende, gegen die Mitte hin, durchgeführt.

Die Bogenmitte kann, unabhängig von den benachbarten Zwischenpunkten, nach Gleichung (21) bestimmt werden.

Würden sich bei der Absteckung der Zwischenpunkte geringe Abweichungen im Anschlusse an die Bogenmitte ergeben, so kann eine allmäßige Ausgleichung derselben, von der Mitte gegen die beiden Enden hin, vorgenommen werden.

Die Bogenabsteckung von der Sehne wird für kleine Bögen häufig und mit Vortheil angewendet.

In der Praxis bedient man sich bei den hier erklärten Bogenabsteckungen, zur raschen Durchführung der Arbeit, aufgestellter Tabellen, welche man in Specialschriften über Bogenabsteckungen<sup>\*)</sup>, theilweise auch in technischen Kalendern findet.

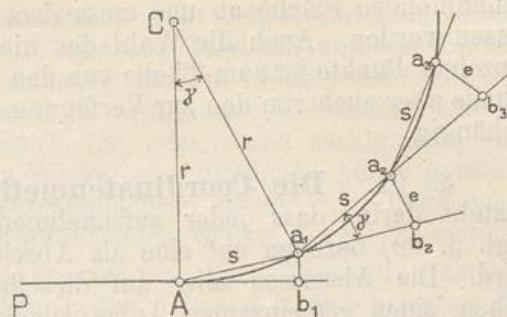


Fig. 59

### C. Aufnahme und Berechnung der Flächen.

## 1. Aufnahmestrukturen.

**§. 90. Einleitende Bemerkungen.** Bei jeder Aufnahme handelt es sich darum, die gegenseitige Lage einzelner Punkte der aufzunehmenden Flächengrenzen festzulegen. Man bedient sich hiezu sogenannter Bestimmungsstücke, nämlich fixer Punkte, Geraden oder Figuren und bezieht jeden aufzunehmenden Punkt auf dieselben. Wie viel und wo solche Bestimmungsstücke ausgesteckt werden sollen, hängt von der Form und Größe der auf-

<sup>\*)</sup> Kröhnke H.: Handbuch zum Abstecken von Curven. (Leipzig.) Hanhart H. und Waldner A.: Tracirungs-Handbuch. (Berlin.)

zunehmenden Fläche ab und muss dem Gutdünken des Aufnahmsleiters überlassen werden. Auch die Wahl der hier folgenden Methoden zur Festlegung einzelner Punkte ist zum Theile von den erwähnten Bestimmungsstücken, zum Theile aber auch von den zur Verfügung stehenden Instrumenten und Geräthen abhängig.

**§. 91. Die Coordinatenmethode.** Das Wesen dieser Methode besteht darin, dass jeder aufzunehmende Punkt durch seine Coordinaten, (vgl. §. 89) bezogen auf eine als Abscissenachse gewählte Gerade, festgelegt wird. Die Abscissen aller auf dieselbe Abscissenachse bezogenen Punkte haben einen gemeinsamen Anfangspunkt. Die Lage der Abscissenachse ist so zu wählen, dass die auf sie gefällten Senkrechten (Ordinaten) möglichst kurz ausfallen.

Es sei  $AB$  (Fig. 60) die abgesteckte Abscissenachse und  $A$  der Anfangspunkt der Abscissen. Man fällt, mit einem Winkelspiegel oder Prismen-

kreuze, von allen aufzunehmenden Punkten Senkrechte auf  $AB$ , markiert die Fußpunkte derselben durch kleine Pflöcke oder Markiernägel und misst deren Entfernung von dem als Nullpunkt der Abscissen angenommenen Punkte  $A$ . Gleichzeitig werden die einzelnen Längen der gefällten Senkrechten, Ordinaten, gemessen. So ist z. B. die Lage des nächst  $A$  situirten Punktes gegen die Achse  $AB$  durch seine Abscisse =  $4 \cdot 21 m$  und durch seine Ordinate =  $11 \cdot 86 m$  vollkommen bestimmt.

Zum Aufschreiben der gemessenen Coordinaten bedient man sich eines Handrisses, d. h. einer freihändig entworfenen Zeichnung der aufzunehmenden Flächen.

Damit die Anfertigung des Situationsplanes nach dem gemachten Handriss auch von anderen Personen ohne Schwierigkeit durchgeführt werden kann, ist ein gewisses System der Aufschreibungen von Maßen erforderlich. In Fig. 60 sind die Maßzahlen der Abscissen immer senkrecht auf die Achse  $AB$ , auf der entgegengesetzten Seite der zugehörigen Ordinaten, ferner die Maßzahlen der Ordinaten in der Verlängerung der selben und zwar bei den einzelnen Punkten selbst notiert. Die Maßzahlen der Abscissen und Ordinaten erscheinen aufrecht, wenn man vom Anfangspunkte  $A$  der Abscissenachse gegen deren Endpunkt  $B$  blickt.

Die sogenannten Controlmaße, das sind die Längen der Grenzlinien bei Gebäuden u. s. w., trägt man parallel zur Linie ein, zwischen kleinen Strichen, welche die Messungsrichtung bezeichnen. Controlmaße werden öfter auch da angegeben, wo sie nicht unbedingt nötig sind und nur zur Controle dienen. So z. B. die Maßzahlen am Gebäude —  $16 \cdot 60$  —, —  $12 \cdot 0$  —, —  $8 \cdot 0$  —, u. s. w. Auch die Schnittpunkte der Verlängerung der Mauerfluchten mit der Abscissenachse sind zur Controle über die rechtwinkelige Anlage des Gebäudes einzumessen. Die Abscissen dieser Schnittpunkte sind zu notieren; so z. B.  $11 \cdot 72$  und  $39 \cdot 20$ . Auch werden die Abscissen der Schnittpunkte aller Grenzlinien mit der Abscissenachse angegeben; so z. B.  $15 \cdot 60$  und  $55 \cdot 10$ .

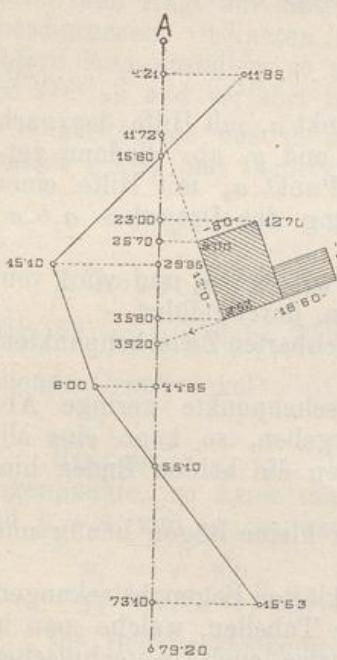


Fig. 60.

Die Coordinatenmethode ist in der Praxis sehr beliebt und kann immer angewendet werden, wenn eine Messkette oder ein Messband und ein Winkelspiegel oder ein Winkelprisma zur Verfügung stehen. Fallen die Ordinaten einzelner Punkte sehr lang aus, so wird in bestimmter Entfernung eine zu  $AB$  parallele Abscissenachse abgesteckt (§. 78), oder, wenn nötig, auch eine mit  $AB$  einen rechten oder beliebigen Winkel einschließende Achse gewählt. Die einzelnen, aufeinander folgenden Abscissenachsen müssen ihrer Lage nach, durch Messung ihrer Längen und einschließenden Winkel, festgelegt werden.

Bei der Messung der Abscissen spannt man eine Messkette oder ein Stahlmessband von  $A$  aus in die Richtung der Achse  $AB$  und befestigt die Enden mittelst Kettenstäben oder Markiernägeln. Nun fällt man die Ordinaten, liest bei den so erhaltenen Fußpunkten die Maßzahlen der Abscissen ab und notiert sie in den Handriss. Hierauf misst man mit einem zweiten Messgeräthe (Leinenmessband) die Ordinaten und notiert deren Maßzahlen ebenfalls in den Handriss. Reicht die erste Messkettenlänge für die folgenden Abscissen nicht mehr aus, so spannt man die Kette nach und nach in die nächstfolgenden Lagen und vermehrt die Maßzahlen der erhaltenen Abscissen um die vorher ausgelegten Kettenlängen; dadurch erscheinen alle Abscissen vom Punkte  $A$  aus gemessen.

**§. 92. Die Dreiecksmethode.** Diese Methode beruht darauf, dass je drei beliebig gelegene aufzunehmende Punkte ein Dreieck bestimmen, welches durch Messung seiner Seiten festgelegt wird. Da die aufeinander

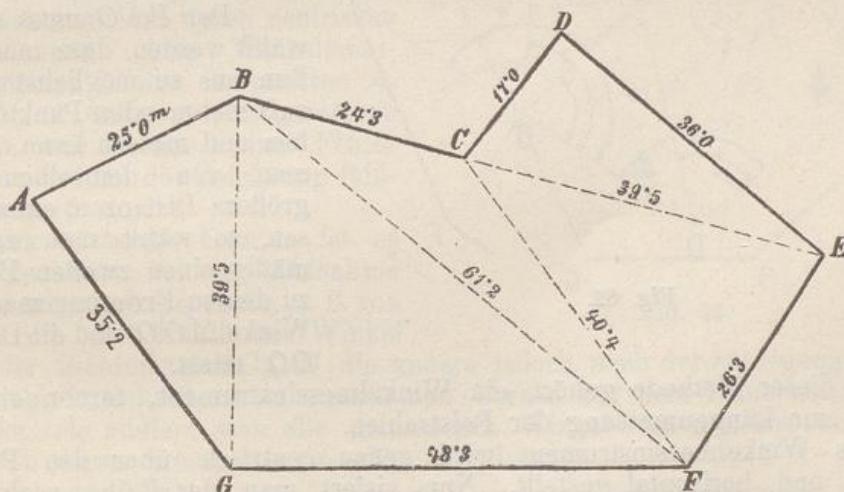


Fig. 61.

folgenden Dreiecke  $ABG$ ,  $BGF$ ,  $BFC$  u. s. w. (Fig. 61) mit je einer Seite zusammenhängen, so ist die gegenseitige Lage der Eckpunkte aller Dreiecke vollkommen bestimmt.

Die Dreiecksmethode wird häufig als Einleitung zu Aufnahmen nach anderen Methoden angewendet, indem die Eckpunkte und Seiten als Bestimmungsstücke, zur Festlegung der folgenden aufzunehmenden Punkte, benutzt werden können.

Auch bei der Festlegung eines Punktes durch zwei bereits gegebene Punkte findet diese Methode oft eine unmittelbare Anwendung. Sind z. B.  $C$  und  $E$

zwei gegebene Punkte, so kann ein dritter Punkt  $D$  dadurch festgelegt werden, dass man die Entferungen  $CD$  und  $ED$  einmisst; die dritte Dreiecksseite  $CE$  ist bereits gegeben.

Die Maßzahlen der Dreiecksseiten trägt man entweder in den Handriss (Fig. 61) oder in übersichtlicher Weise in das Notizbuch ein.

Für diese Methode ist nebst Figurierungsstäben oder Pflöcken nur ein Instrument zum Längenmessen nötig. Von der Dreiecksmethode wird Gebrauch gemacht, wenn die zu messenden Geraden nicht allzulang sind und den einzelnen Messungen keine Hindernisse entgegenstehen.

### §. 93 und 94. Die Polarmethode.

§. 93. Das Wesen der Polarmethode besteht in der Zerlegung der aufzunehmenden Figur in Dreiecke, welche in einem beliebig gewählten Punkte, dem sogenannten Pole, einen gemeinsamen Eckpunkt haben.

Alle Dreiecke werden durch Messungen der Winkel am Pole und der von demselben ausgehenden Dreiecksseiten (Polstrahlen) bestimmt.

Wegen Anhäufung unvermeidlicher Fehler ist es wesentlich, alle Winkel von einer und derselben Geraden, z. B. von  $AO$  aus (Fig. 62), zu messen.

Der Pol  $O$  muss so gewählt werden, dass man von ihm aus zu möglichst vielen aufzunehmenden Punkten sehen und messen kann. Hätte man von demselben aus größere Distanzen einzumessen, so wählt man zweckmäßig einen zweiten Pol  $O'$ , zu dessen Fixierung man den Winkel  $AOO'$  und die Distanz  $OO'$  misst.

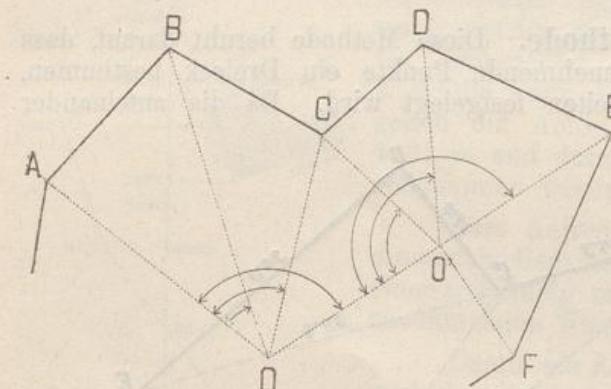


Fig. 62.

Zu dieser Methode gehört ein Winkelmessinstrument, ferner ein Instrument zur Längenmessung der Polstrahlen.

Das Winkelmessinstrument wird genau centrisch über den Pol  $O$  gebracht und horizontal gestellt. Nun visiert man der Reihe nach (von links gegen rechts) die aufzunehmenden Punkte  $A, B, C$  u. s. w. an und notiert die am Nonius gemachten Ablesungen in ein Winkelprotokoll. Hierauf misst man die Polstrahlen und trägt deren Maßzahlen in den Handriss ein.

Bei der Anfertigung der Zeichnung construiert man die Winkel am Pole entweder mit einem Winkeltransporteur oder mit Hilfe einer Sehnentabelle (Fig. 96 und 97) (§ 161). Dabei gebraucht man die Vorsicht, die Winkel stets von einem Polstrahle ausgehend aufzutragen, damit ein möglicher Constructionsfehler auf die weiteren Winkel ohne Einfluss bleibt.

Die Polarmethode ist bei den Messtischarbeiten unter dem Namen „Rayonieren und Messen“ bekannt (§. 67).

§. 94. Die Winkel am Pole können auch ohne Winkelmessinstrument und zwar durch Absteckung einer die Polstrahlen schneidenden Geraden, einer sogenannten Transversalen  $MN$  (Fig. 63), bestimmt werden.

In diesem Falle misst man die Strecken  $ab$ ,  $bc$ ,  $cd\dots$  auf der Transversalen und die Strecken  $Aa$ ,  $Bb$ ,  $Cc\dots$  auf den Polstrahlen. Die Festlegung des Poles  $O$  zur Transversalen  $MN$  erfolgt durch Messungen der Abschnitte  $oa$  und  $od$ .

Eine folgende Transversale muss in Bezug auf ihre vorhergehende nach der Umfangsmethode festgelegt werden.

### §. 95 bis 97. Die Umfangsmethode.

§. 95. Die Feldarbeit. Bei dieser Methode misst man von der aufzunehmenden Figur alle Seiten und Umfangswinkel. Sind die Punkte  $A, B, C\dots$  (Fig. 64) nach der Umfangsmethode festzulegen, so misst man die Strecken  $AB, BC, CD\dots$  und dann die Umfangswinkel  $\alpha, \beta, \gamma\dots$ . Die Maßzahlen der Strecken können direct in den Handriss, die Ablesungen am Nonius, zur Bestimmung der Umfangswinkel, in ein im Notizbuche angelegtes Winkelprotokoll eingetragen werden. Die Winkel müssen durch centrische Aufstellungen eines Winkelmessinstrumentes in den Eckpunkten  $A, B, C\dots$  sehr genau gemessen werden, weil ein nur kleiner Fehler beim Anfertigen der Zeichnung fühlbar wird (§. 96).

Aus letzterem Grunde ist es empfehlenswert, bei der Aufnahme von einem Ausgangspunkte, z. B. von  $A$  aus, die eine Hälfte der Winkel nach der Richtung  $ABCDE$ , die andere jedoch nach der entgegengesetzten Richtung, fortschreitend zu messen und ebenso auf dem Plane aufzutragen. Zur Controle addiere man alle gemessenen Winkel des  $n$ -Eckes und sehe nach, ob deren Summe =  $(n-2) \cdot 180^\circ$  beträgt.

Wenn keine Hindernisse vorhanden sind, misst man noch die Diagonalen, z. B.  $AE$ , dann einzelne Winkel, z. B.  $BAE, GAE, DEA, FEA$  und bestimmt so zwei von einander unabhängige Polygone, so dass ein etwaiger Fehler in dem einen sich nicht auch auf das zweite übertragen kann.

Die Umfangsmethode wird in jenen Fällen angewendet, wo das Innere der aufzunehmenden Figur wenig oder gar keine Übersicht gewährt (Wald), wenn ferner für die Aufnahme ein Winkelmessinstrument und ein Instrument für die Längenmessungen zur Verfügung stehen.

Diese Methode kommt auch bei den Messtischarbeiten unter dem Namen „Umziehen“ zur Anwendung (§. 70).

§. 96. Planausführung. In derselben Weise, wie beim Messen der Seiten und Winkel auf dem Felde, geht man beim Anfertigen der Zeichnung vor.

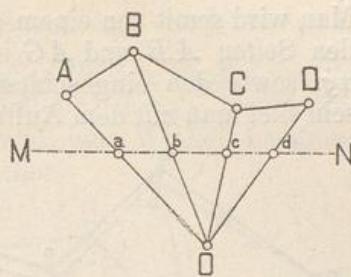


Fig. 63.

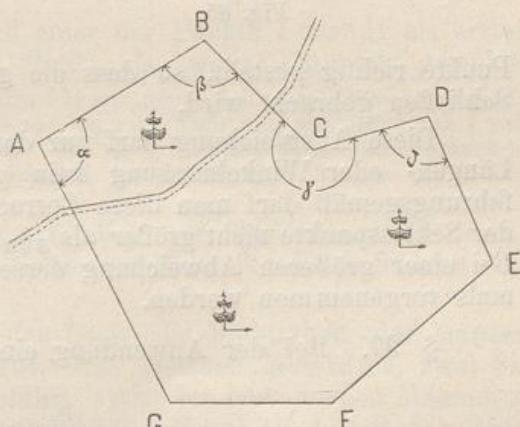


Fig. 64.

Man wird somit von einem gewählten Ausgangspunkte  $a$  (Fig. 65) zunächst die den Seiten  $AB$  und  $AG$  im verjüngten Maße entsprechenden Längen  $ab$  und  $ag$ , sowie den eingeschlossenen Winkel  $\alpha$  auf das Papier auftragen. Sodann schreitet man mit dem Auftragen nach den entgegengesetzten Richtungen bis zu

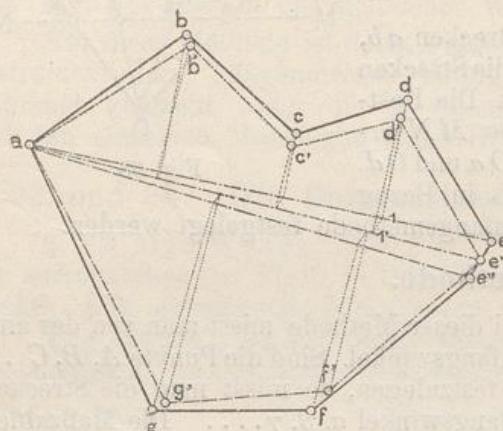


Fig. 65.

Hat man von  $a$  (Fig. 65) nach zwei verschiedenen Richtungen aufgetragen und die Punkte  $e$  und  $e''$  erhalten, so zieht man  $ee''$ , macht  $ee' = e'e''$  und zieht die Geraden  $ae$ ,  $ae'$ ,  $ae''$ . Um einzelne Punkte des Umfanges richtig zu stellen, z. B.  $d$ , zieht man  $d1 \perp ae$ , ferner  $11' \parallel ee''$  und  $d'1' \perp ae'$  macht schließlich  $1'd' = 1d$ ; dann ist  $d'$  der korrigierte Punkt. In derselben Weise wird die Lage der übrigen

Weise wird die Lage der übrigen Punkte richtig gestellt, so dass die ganze Figur  $a'b'c'd'e'f'g'$  bei  $e'$  zum Schließen gebracht wird.

Diese Ausgleichung darf nur dann durchgeführt werden, wenn in der Längen- oder Winkelmessung kein grober Fehler vorgekommen ist. Erfahrungsgemäß darf man diese Correctur vornehmen, wenn die Entfernung der Schlusspunkte nicht größer als  $\frac{3}{10}$  bis  $\frac{4}{10}$  des ganzen Umfanges beträgt. Bei einer größeren Abweichung derselben muss die ganze Aufnahme nochmals vorgenommen werden.

§. 97. Bei der Anwendung eines Boussolen-Instrumentes zur

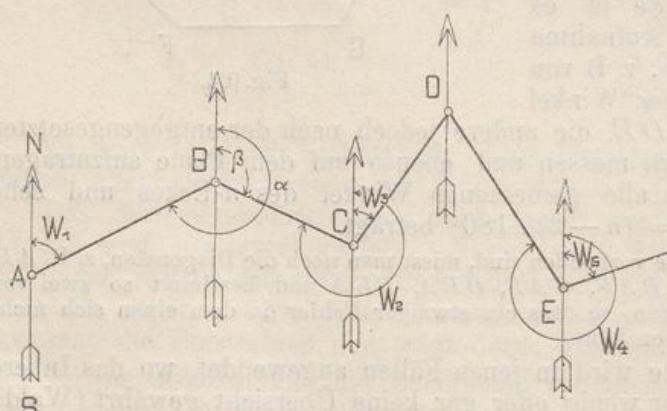


Fig. 66.

So ist z. B.

$$\begin{aligned}\alpha &= 180^\circ + W_1 \\ \beta &= W_2 - 180^\circ\end{aligned}$$

$\nexists \beta = W_2 - 180^\circ$  u. s. w.

Messung der Umfangswinkel ist die Aufstellung nur in jedem zweiten Punkte nöthig. Stellt man sich in den Punkten  $A, C, E \dots$  (Fig. 66) auf und liest die magnetischen Azimutthe  $W_1, W_2, W_3, W_4, W_5$  am Nordpole der Magnetnadel auf der Gradtheilung des Boussoleninstrumentes ab, so können daraus die fehlenden Winkel  $\alpha, \beta \dots$  leicht berechnet werden.

Da bei dieser Arbeit immer ein Punkt übersprungen wird, ist diese Methode die „Aufnahme mit Springständen.“

### §. 98 und 99. Die Standlinienmethode.

§. 98. Die Feldarbeit. Alle aufzunehmenden Punkte werden von den beiden Endpunkten einer genau gemessenen Standlinie (Basis), mit Zuhilfenahme eines Winkelmeßinstrumentes, anvisiert und jene Winkel bestimmt, welche diese Visuren mit der Standlinie einschließen.

Nachdem man vorerst die gewählte Standlinie I II (Fig. 67) genau gemessen hat, stellt man sich mit einem Winkelmessinstrumente in I, dann in II auf und misst die Basiswinkel  $\alpha$  und  $\beta$  für jeden aufzunehmenden Punkt. Von den Dreiecken I A II, I B II, ... sind mithin die gemeinsame Grundlinie I II und die anliegenden Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  gemessen; daher ist die gegenseitige Lage aller Punkte A, B, ... vollkommen sicher gestellt.

Für eine nächste Standlinie wird einer der Punkte I oder II als erster und ein bereits festgelegter, weiterer Punkt als zweiter Endpunkt gewählt.

Es können auch zwei, von der Standlinie I II aus, genau festgelegte Punkte als Endpunkte der nächsten Standlinie angenommen und kann die Aufnahme weiterer Punkte von diesen aus wie vorhin durchgeführt werden. Die so gewählten Standlinien brauchen nicht mehr gemessen zu werden, da ihre Längen und Richtungen bereits durch die Aufnahme bekannt sind.

Die Standlinienmethode wird gewöhnlich zur Festlegung von Fixpunkten angewendet, welche als Bestimmungsstücke für die Aufnahme von größeren Flächen dienen.

Da von der genauen Messung der Basis die Richtigkeit der ganzen Aufnahme abhängt, so wird diese Arbeit mit genauen Messlatten, zwei bis dreimal, bei größter Sorgfalt durchgeführt. Aus den gewonnenen Messungsresultaten nimmt man dann das arithmetische Mittel als Länge der Basis an. Die Messungen der Winkel erfolgen bei genauen Aufnahmen mit dem Theodolit.

Diese Methode wird bei den Messtischarbeiten sehr häufig angewendet und das „Rayonieren und Schneiden“ genannt (§. 68).

§. 99. Bei Anfertigung der Zeichnung bedient man sich zum Auftragen der Winkel, wie bei der Polarmethode, eines Transporteurs, einer Sehnentafel oder einer Tangententafel (§. 161).

Jene Punkte, die durch den Schnitt zweier Visuren gefunden werden, welche einen kleineren Winkel als  $30^\circ$  einschließen, sind als minder verlässlich bestimmte anzusehen, können aber durch Berechnung ihrer Coordinaten auf nachfolgende Weise genauer bestimmt werden.

Es seien  $AB = a$  (Fig. 68.) die Basis, dann  $\angle \alpha$  und  $\angle \beta$  die dem aufgenommenen Punkte  $P$  zugehörigen Winkel. Zieht man  $PQ \perp AB$ , setzt  $AQ = x$ , ferner  $PQ = y$  und die Länge der Dreieckseite  $AP = r$ , so folgt aus  $\triangle APQ$ :

$$\begin{aligned} AQ &= AP \cdot \cos \alpha; \quad \text{d. h. } x = r \cdot \cos \alpha \\ PQ &= AP \cdot \sin \alpha; \quad \text{d. h. } y = r \cdot \sin \alpha \end{aligned} \dots \dots \dots 27)$$

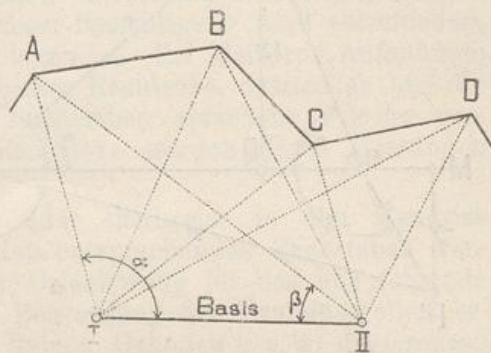


Fig. 67.

Die Lage des Punktes  $P$  ist somit durch seine Coordinaten  $x$  und  $y$  vollständig bestimmt.

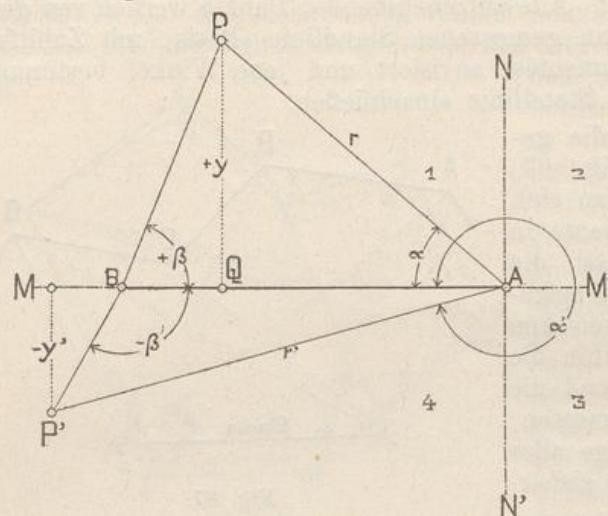


Fig. 68.

Zieht man durch  $A$  die Gerade  $NN' \perp MM'$  so entstehen die vier Quadranten 1, 2, 3 und 4. Der Punkt  $P$  kann in einem dieser vier Quadranten liegen; seine Lage richtet sich nach den Vorzeichen, welchen die nach den Gleichungen 27) gerechneten Coordinaten erhalten. Man nimmt gewöhnlich die links von  $NN'$  gelegenen Abscissen positiv, die rechts gelegenen negativ, ferner die oberhalb  $MM'$  gelegenen Ordinaten positiv, die unterhalb gelegenen negativ an. Der Winkel  $\alpha$  kann alle Werte

von  $0^\circ$  bis  $360^\circ$  annehmen, der Winkel  $\beta$  jedoch nur die Werte von  $0^\circ$  bis  $180^\circ$ , oberhalb oder unterhalb  $MM'$ , wobei die unterhalb  $MM'$  gelegenen Winkel negativ zu nehmen sind.

Die absolute Maßzahl  $r$  des beweglich gedachten Schenkels  $AP$  des Winkels  $\alpha$ , ist nach dem Sinussatze aus  $\triangle APB$  zu berechnen.

$$AB : AP = \sin [180 - (\alpha + \beta)] : \sin \beta,$$

oder

$$a : r = \sin (\alpha + \beta) : \sin \beta$$

und daraus folgt:

$$r = \frac{a \cdot \sin \beta}{\sin (\alpha + \beta)} \quad \dots \dots \dots \quad 28)$$

Setzt man den aus Gleichung 28) gefundenen Wert für  $r$  in die Gleichungen 27) ein, so erhält man  $x$  und  $y$ . Das Vorzeichen von  $x$  ist negativ, wenn  $\cos \alpha$  negativ ist, d. h. wenn der Winkel  $\alpha$  zwischen  $90^\circ$  und  $270^\circ$  liegt;  $y$  ist negativ, wenn  $\sin \alpha$  negativ ist, d. h. wenn der Winkel  $\alpha$  zwischen  $180^\circ$  und  $360^\circ$  liegt. Die Berechnung der Coordinaten geschieht am einfachsten auf logarithmischem Wege, wie folgende Beispiele zeigen:

#### 1. Beispiel.

$$\begin{aligned} a &= 100 \text{ m}; \quad \angle \alpha = 42^\circ 12' \\ &\quad \angle \beta = 69^\circ 0' \\ &\quad \angle (\alpha + \beta) = 111^\circ 12' \\ &\quad \log a = 2'00000 \\ &\quad \log \sin \beta = 9'97015 - 10 \\ &\quad \log \sin (\alpha + \beta) = 9'96957 - 10 \\ &\quad \log r = 2'00058 \\ &\quad \log \cos \alpha = 9'86970 - 10 \\ &\quad \log \sin \alpha = 9'82719 - 10 \\ &\quad \log x = 1'87028 \\ &\quad \log y = 1'82777 \\ &\quad x = +74'179 \text{ m} \\ &\quad y = +67'262 \text{ m} \end{aligned}$$

Der zugehörige Punkt  $P$  (Fig. 68) liegt somit im 1. Quadranten, weil beide Coordinaten positiv sind.

#### 2. Beispiel.

$$\begin{aligned} a &= 100 \text{ m}; \quad \angle \alpha' = 345^\circ 2' \\ &\quad \angle \beta' = -120^\circ 4' \\ &\quad \angle (\alpha' + \beta') = 224^\circ 58' \\ &\quad \log a = 2'00000 \\ &\quad \log \sin \beta' = 9'93724 - 10 \\ &\quad \log \sin (\alpha' + \beta') = 9'84923 - 10 \\ &\quad \log r = 2'08801 \\ &\quad \log \cos \alpha' = 9'98501 - 10 \\ &\quad \log \sin \alpha' = 9'41205 - 10 \\ &\quad \log x' = 2'07302 \\ &\quad \log y' = 1'50006 \\ &\quad x' = +118'31 \text{ m} \\ &\quad y' = -31'627 \text{ m} \end{aligned}$$

Der zugehörige Punkt  $P'$  (Fig. 68) liegt somit im 4. Quadranten, weil seine Abscisse positiv, seine Ordinate negativ ist.

## 2. Arbeitsvorgang bei Situations-Aufnahmen.

**§. 100. Allgemeine Bemerkungen.** Vor allem muss der mit der Aufnahme betraute Geometer die aufzunehmenden Grenzen kennen. Er soll sich zu diesem Zwecke von den Eigenthümern die Grenzen ihrer Grundstücke zeigen lassen, wenn diese nicht schon durch Marksteine oder Einfriedungen deutlich genug erkennbar sind. Nach dieser Besichtigung wird entschieden, wie und wo ein Netz von Hauptlinien zu legen ist. Bei kleineren Aufnahmen wird man sich entweder Dreiecke, oder besser Rechtecke, ausstecken und die Eckpunkte derselben durch starke, mit Buchstaben versehene Pflöcke versichern. Die einzelnen Dreiecke oder Rechtecke werden durch Messungen ihrer Seiten bestimmt.

Dieses Netz wird entweder ganz oder theilweise in den Handriss (§. 72. Nro. 1) eingezeichnet und mit den entsprechenden Buchstaben versehen. Die Hauptlinien dienen dabei zur Orientierung für das nun folgende Einzeichnen der einzelnen Details. Die Begrenzung der Grundparcellen ergibt sich in der Regel aus Grenzsteinen, Rainen, Gehegen u. s. w. die Grenzen der Bauparcellen öfter auch aus ihren Einfriedungen. In jede Parcele wird die Culturgattung und der Name des Eigenthümers eingeschrieben. Ein Gebäude schraffiert man diagonal oder parallel zu einer Seite, je nachdem es ein steinernes oder ein hölzernes ist und setzt das Conscriptions-Nro. dazu. Sind bei einzelnen Details viele Zahlenangaben nöthig, so zeichnet man diese in einem größeren Maßstabe, an einer freien Stelle des Handrisses oder in ein Notizenbuch, heraus.

Jeder aufzunehmende Punkt wird durch einen mit einer fortlaufenden Nummer versehenen Pflock bezeichnet, auch ist die Nummer in den Handriss entsprechendenorts einzutragen. Diese Bezeichnung dient dazu, um dem Messgehilfen bei der Aufnahme jene Punkte und ihre Reihenfolge anzugeben, an welchen er sich mit einem Fluchtstäbe oder einer Figurierfahne aufzu stellen hat.

Bei der Anfertigung des Handrisses von größeren, nicht übersehbaren Figuren ist die Anwendung des Schrittmaßes und einer kleinen Orientierungsboussole (§. 66) empfehlenswert. Das Skizzenbrett wird zu diesem Zwecke mit Hilfe einer, an der unteren Fläche desselben angebrachten, Hülse auf ein Zapfenstativ gesteckt. In einer Ecke des Skizzenbretts befindet sich ein Ausschnitt zum Einsetzen der Orientierungsboussole. Zum Visieren und Ziehen der Rayons verwendet man ein kleines Diopterlineal.

Das Aufnehmen solcher Handrisse geschieht nach der Umfangsmethode, wobei das Skizzenbrett in allen Aufstellungspunkten zu orientieren, d. h. so lange zu drehen ist, bis die Richtung der Magnetnadel mit der Nord- und Südmarke, eventuell bei Berücksichtigung der Declination, übereinstimmt. Die einzelnen Längen werden nach dem Schrittmaße bestimmt.

Der Maßstab der Skizze wird so gewählt, dass noch alle Details deutlich eingezeichnet werden können.

Nach erfolgter Auspflockung und Anfertigung des Handrisses werden die Detailpunkte nach der in jedem Falle passendsten Methode festgelegt. Die vorzüglichste Methode für kleinere Aufnahmen ist die Coordinatenmethode, bei welcher die Linien des Netzes als Abscissenachsen verwendet werden. Dabei können auch Hilfsachsen, durch Verbindung von je zwei passend gelegenen Punkten der Hauptachsen, in beliebiger Anzahl abgesteckt werden. Die Festlegung sonstiger Hilfsachsen erfolgt durch Einmessungen ihrer Endpunkte von den zunächst gelegenen Hauptpunkten.

### §. 101 und 102. Aufnahmen einzelner Grundstücke.

**§. 101.** Bei krummliniger Begrenzung. Eine krumme Linie wird durch einzelne Punkte derselben aufgenommen. Bei der Wahl dieser Punkte muss große Sorgfalt verwendet werden und es gilt als Regel, dass die Sehne vom zugehörigen Bogen in der Zeichnung nicht um mehr als  $0 \cdot 1 \text{ mm}$  abweichen soll. Dieses Maß entspricht auf dem Felde, wenn man z. B. im Catastralmaße ( $1 : 2880$ ) zeichnet, etwa  $0 \cdot 288$ , rund  $0 \cdot 3 \text{ m}$ . Man wird in diesem Falle die aufzunehmenden Punkte so wählen, dass die erwähnte Abweichung  $0 \cdot 3 \text{ m}$  nicht überschreitet. Für

die Entfernung der aufzunehmenden Punkte ist aber auch der Wert des betreffenden Grundstückes maßgebend, so dass Parcellen von höherem Werte genauer, als solche von geringerem Werte, auszuplocken sind.

Es sei das Grundstück  $A, 1, 2, 3 \dots 18$  (Fig. 69) aufzunehmen. Man wählt zunächst die Hauptpunkte  $A, B, C, D$ ,

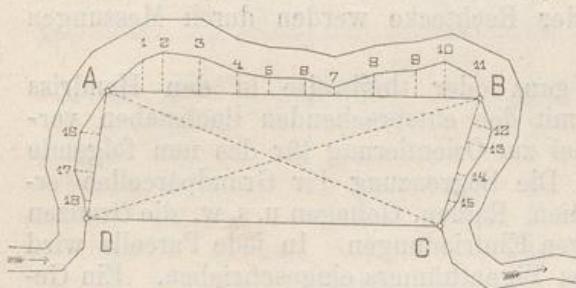
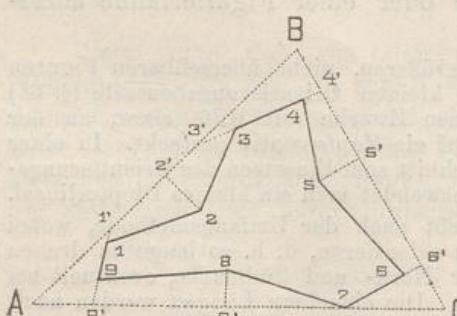


Fig. 69.

misst vorerst die Seiten und Diagonalen des so gebildeten Viereckes  $ABCD$  und verwendet dieselben als Abscissenachsen bei der Festlegung der einzelnen Punkte der krummen Linie nach der Coordinatenmethode.

**§. 102.** Bei geradliniger Begrenzung. Kann das Innere des Grundstückes aus gewissen Ursachen nicht betreten werden, so legt man um die aufzunehmende Figur ein Netz von Hauptlinien und verwendet diese als Abscissenachsen.



**§. 103. Aufnahme von Wasserläufen.** Wenn die Breite der Bäche oder Flüsse überall eine nahezu gleiche ist, so nimmt man nur das eine Ufer auf und misst an einigen Stellen die Breiten. Sind diese jedoch sehr ungleich, oder so groß, dass sie nicht leicht gemessen werden können, so ist es zumeist am zweckmäßigsten, beide Ufer nach der Standlinienmethode festzulegen.

Als Begrenzung des Flusses oder Baches gelten jene Stellen, an welchen die Uferböschung anfängt. Ist eine solche nicht merklich vorhanden, so wird die Grenze dort angenommen, bis wohin der angeschwemmte oder mit Gerölle bedeckte, unbebaute Boden reicht.

Bei Aufnahmen, auf Grund welcher Uferschutz- oder andere Wasserbauten vorgenommen werden sollen, sind auch die Inundations-Grenzen, d. h. die Grenzen jener Flächen aufzunehmen, welche das Hochwasser bei Überschwemmungen eingenommen hat.

**§. 104. Bei der Aufnahme von Straßen** steckt man zunächst längs derselben Achsen aus, welche nach der Umfangsmethode festgelegt werden. Auf diese Achsen bezieht man dann die wichtigsten Punkte der Straße nach der Coordinatenmethode. Ist die Breite der Straße durchgehends nahezu gleich, so genügt die Aufnahme einer Seite und die Messung einiger Breiten. Bei wechselnder Straßenbreite muss jede Seite festgelegt werden. In Städten ergeben sich die Begrenzungen der Straßen bereits durch die Aufnahme der allenfalls beiderseits liegenden Häuser, Zäune u. s. w. Soll für eine Regulierung, oder für einen anderen technischen Zweck, die Situation einer Straße detailliert aufgenommen werden, so misst man nicht nur die Kronenbreite der Straße, sondern auch die Breite der Damm- und Einschnittsböschungen, sowie überhaupt alles, was auf den Bau der Straße Bezug hat.

Auch die neben den Straßen sich hinziehenden Wassergräben, oder Fußwege, sind aufzunehmen, weil sie zumeist bei ökonomischen Plänen zur Breite der Straßenparcele mitgerechnet werden.

**§. 105. Aufnahme kleiner Situationen.** Bei jeder Aufnahme ist stets der Grundsatz festzuhalten, aus dem Großen in das Kleine zu arbeiten. Im Übrigen gelten hier die im §. 100 gemachten Bemerkungen.

Fig. 71 zeigt den Handriss der Aufnahme eines kleineren Grundcomplexes mittelst Messkette, Messband und Winkelspiegel oder Prismenkreuz.

Der Vorgang bei dieser Aufnahme ist folgender:

Nachdem man die aufzunehmenden Parcellen begangen, hat der Aufnahmsleiter zu entscheiden, wo die Hauptlinien am günstigsten auszustecken sind.

In diesem Falle ist eine Hauptachse  $AB$ , eine zu ihr parallele Achse  $DE$  und eine dritte, mit  $AB$  sich schneidende,  $BC$  abgesteckt worden. Die gegenseitige Lage von  $AB$  und  $DE$  wird durch Messung des senkrechten Abstandes  $AD = 21\cdot40\text{ m}$  bestimmt. Die Richtung der Achse  $BC$  kann entweder durch die Messung des Winkels  $ABC$  oder — wenn kein Winkelmeßinstrument zur Verfügung steht — durch die Festlegung des Punktes  $C$  mittelst seiner Coordinaten (Abscisse =  $81\cdot05\text{ m}$ , Ordinate =  $23\cdot30\text{ m}$ ) in Bezug auf die Verlängerung der Achse  $AB$ , als Abscissenachse, bestimmt werden. Das Letztere ist hier angewendet worden.

Die so festgelegten Hauptlinien sind als Abscissenachsen bei der Festlegung der einzelnen Punkte nach der Coordinatenmethode verwendet worden.

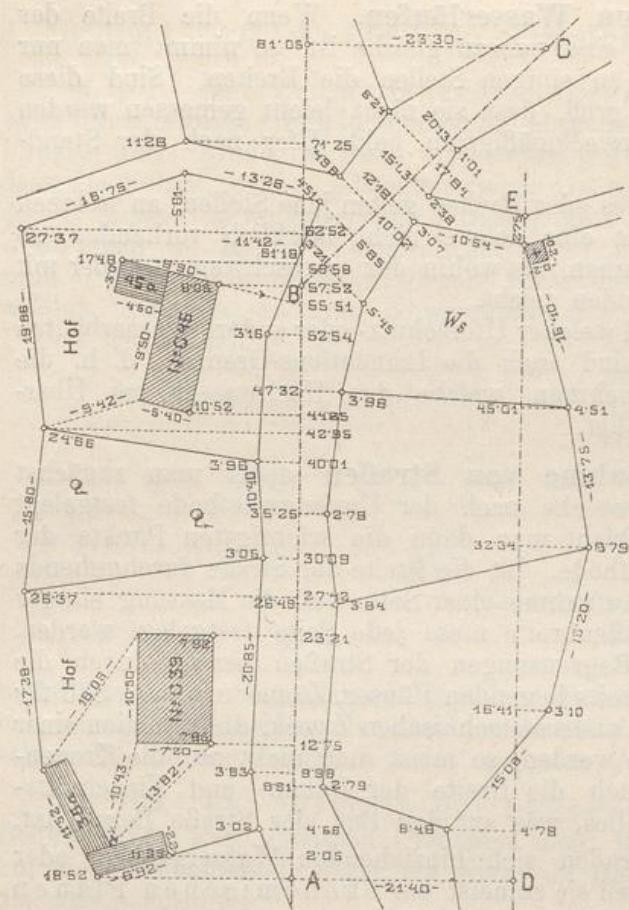


Fig. 71.

Das Eintragen der gemessenen Coordinaten in den Handriss (Fig. 71) erfolgt nach dem im §. 91 erklärten Systeme.

Will man den Handriss genau zeichnen, so fertigt man den Verjüngungsmaßstab (etwa 1 : 500) an, trägt sodann die Coordinaten gleich nach jeder Messung auf und verbindet die einzelnen Punkte in entsprechender Weise durch gerade Linien. Aus den Aufschreibungen des Handrisses ist der weitere Vorgang der Aufnahme ohne besondere Erklärung zu entnehmen. Einzelne Punkte können dadurch festgelegt werden, dass man die Entferungen derselben von zwei bereits festgelegten Punkten einmisst und die erhaltenen Maßzahlen in der Richtung der Verbindungslien in den Handriss einträgt, so z. B. bei Nr. C: 39 a Punkt  $x$  durch die Maße 10·43 m und 13·82 m. Öfters macht man auch Controlmaße längs der Begrenzung der

einzelnen Parcellen und trägt sie in der Messungsrichtung in den Handriss ein; z. B. ebendaselbst 6·92 m, ferner 19·86 m, 15·80 m u. s. w. Einzelne Ordinaten verwendet man mitunter als Nebenachsen zur Aufnahme von nahe gelegenen Punkten, so z. B. die nächste vom Gebäude Nr. C: 45 gelegene Ordinate (von der Länge = 27·37 m), welche als Abscissenachse zur Aufnahme des Punktes mit den Coordinaten 11·42 m und 5·61 m benutzt wurde. Um hier einem möglichen Irrthume vorzubeugen, schreibt man diese Maßzahlen, sowie jene der Controlmaße, zwischen kurzen Strichen, welche die Messungsrichtung angeben.

Die Gebäude Nro. C: 39 und Nro. C: 45 sowie die Kapelle sind aus Stein, folglich diagonal, die Nebengebäude Nro. C: 39 a und Nro. C: 45 a aus Holz, daher parallel zur Längenrichtung schraffiert.

**§. 106. Prüfung der Aufnahme. Wahl der Methode.** Nach beendeter Aufnahme geht man an das Anfertigen der Zeichnung auf Grundlage des Handrisses. Dabei konstruiert man zunächst die Hauptlinien mit möglichster Genauigkeit und zeichnet sodann die Nebenlinien und Einzelheiten ein, wobei stets durch die genommenen Controlmaße die Genauigkeit der Arbeit geprüft wird. Einzelne sich ergebende Unrichtig-

keiten müssen nöthigenfalls durch Probemessungen auf dem Felde berichtet werden. Selbstverständlich wird man diese Probemessungen nur auf jene Einzelheiten ausdehnen, bei welchen sich Fehler zeigen. An den Hauptlinien nimmt man entschieden Probemessungen vor, wenn sich bei der Construction des Netzes Fehler ergeben.

Der Aufnahmsleiter soll überhaupt seine Arbeit schon während der Aufnahme von Zeit zu Zeit prüfen, damit er noch etwaige Fehler berichten kann, bevor er seine Arbeit, mit einzelnen fehlerhaften Resultaten, fortsetzt. Solche Prüfungen zeigen ihm seine eigene Leistungsfähigkeit und jene der zur Aufnahme verwendeten Instrumente. Die Prüfung erfolgt durch Probemessungen, indem man die Entfernung beliebiger Punkte des Planes abmisst und nachsieht, ob die entsprechenden Entfernungen in der Natur dieselben Maßzahlen durch die directe Messung ergeben.

Die im letzten Beispiele angewendete Coordinatenmethode, welche häufig mit der Dreiecksmethode in Verbindung gebracht wird, ist bei ebenem Terrain sehr praktisch. Ist das Terrain jedoch sehr uneben, oder darf man durch die Culturen nicht hindurchmessen, so wendet man vortheilhafter die Standlinienmethode an, wobei man sich eines Theodolits oder des Messtisches bedient. Das nachfolgende Beispiel zeigt den Vorgang bei einer solchen Aufnahme.

§. 107. Bei der **Aufnahme eines Grundcomplexes nach der Standlinienmethode**, Fig. 72, wird man zunächst die Hauptpunkte *A* und *B* für die Basis so wählen, dass letztere möglichst horizontal liegt und begehbar ist. Diese Basis wird sodann zwei bis dreimal mit Messstangen genau gemessen und das arithmetische Mittel der Messresultate gebildet, falls

diese nicht um mehr als  $\frac{1}{2000}$  bis  $\frac{1}{1000}$  der gemessenen Länge verschieden

sind. Nun fertigt man den Handriss an, wobei man die äußerste Grenze der aufzunehmenden Flächen abgeht und deren Umriss einzeichnet. Hierauf skizziert man die Details, lässt gleichzeitig auspflocken und trägt die Nummern der Pflöcke in den Handriss ein.

Bei der Auspflockung ist die Reihenfolge der Punkte so anzunehmen, dass der Figurant bei Aufsuchung seiner einzelnen Standpunkte nicht zu viel Zeit verliert. Auch sollen nicht mehr Punkte ausgepflockt werden, als an einem Tage aufgenommen werden können.

Die Festlegung der einzelnen Punkte geschieht, wo es thunlich ist, nach der Standlinienmethode, mithin, bei der Anwendung des Messtisches, durch Rayonieren von *A* und Schneiden von *B* aus (§. 68) oder, bei der Benützung des Theodolits, durch Messung der Basiswinkel in *A* und *B*.

Bei der Messtisch-aufnahme wird die gemessene Basis im verjüngten Maße so auf dem Tischblatte gewählt, dass voraussichtlich noch alle aufzunehmenden Punkte auf demselben Platz finden. Die der Basis *AB* entsprechende Gerade auf dem Tischblatte sei *ab*. Man stellt den Messtisch mit *a* über *A*, lässt in *B* eine Fahne einsetzen, orientiert das Tischblatt mit *ab* nach *B* und rayoniert nun die ausgepflockten Punkte nach der Reihenfolge ihrer Nummern. Zu diesem Zwecke nimmt der Figurant, mit Zuhilfenahme einer Fahnenstange, in jedem dieser Punkte eine Aufstellung, der Aufnahmsleiter visiert die aufgestellte Fahnenstange an, zieht den Rayon und gibt dem Figuranten das Zeichen zum Weitergehen (Abdankungszeichen). Diese

Arbeit des Figuranten nennt man das „Figurieren“. Jene Punkte, die der Aufnahmsleiter von *A* aus nicht sehen und daher auch nicht rayonieren kann, werden im Notizbuche besonders vorgemerkt. Zur Controle, ob kein Punkt vom Figuranten ausgelassen wurde, gibt dieser bei allen Fünfer- und Zehnerpunkten mit seiner Fahne ein verabredetes Zeichen (Fünferzeichen), welches vom Aufnahmsleiter erwiedert wird, wenn die betreffende Nummer stimmt. Ist dieses aber nicht der Fall, so gibt der Aufnahmsleiter ein anderes Zeichen, welches den Figuranten auf den vorhergehenden Fünferpunkt zurückweist, von wo aus das Figurieren und Rayonieren wiederholt wird.

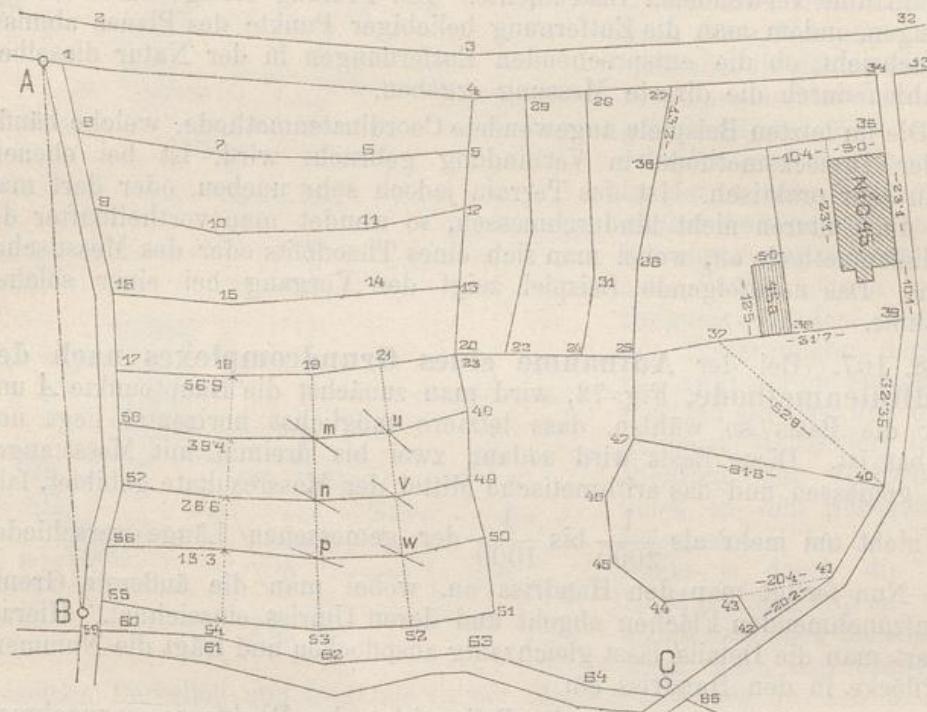


Fig. 72.

Bezüglich des Figurierens ist zu bemerken, dass in wenig übersichtlichem Terrain der Geometer und sein Figurant verabredete Hornsignale austauschen. Wenn solche Signale des Windes wegen u. dgl. nicht gehört werden können, so bedient man sich eines sogenannten Zwischenfiguranten, welcher sich zwischen dem Geometer und dem Figuranten einen solchen Platz mit seiner Fahne wählt, dass er von dort aus die Beiden sieht und von ihnen auch gesehen wird. Der Zwischenfigurant macht dann die vom Geometer und seinem Figuranten verabredeten Zeichen wechselweise nach, d. h. er stellt seine Fahne auf, wenn der Figurant sich in dem aufzunehmenden Punkte aufgestellt hat, und legt sie um, wenn der Geometer seine Fahne als Abdankungszeichen umlegt.

Sind von *A* aus alle sichtbaren Punkte anrayoniert, so stellt man den Messtisch in *B* so auf, dass *b* über *B* und die Orientierungslinie *ba* nach *A* gerichtet ist, schneidet alle von *A* erhaltenen Rayons und rayoniert die von *A* nicht sichtbar gewesenen Punkte an.

In Betreff des Figurierens gilt das früher Erwähnte auch jetzt wieder. Unsichtbare oder zu schief geschnittene Punkte werden im Notizbuche mit z. B. „16 nicht geschnitten“ bezeichnet.

Alle noch nicht rayonierten oder geschnittenen Punkte werden von einem dritten Standpunkte  $C$  bestimmt. Der Punkt  $c$  kann auf dem Messtischblatte durch einen von  $B$  nach  $C$  gerichteten Rayon und durch Seitwärtsabschneiden (§. 69), vom Standpunkte  $C$  aus, mittelst  $A$  und  $a$  bestimmt werden. Bleiben vom Standpunkte  $C$  aus noch viele Punkte im Rückstande, so können diese von einem vierten Punkte bestimmt werden. Bei nur wenigen, fehlenden Punkten ist es jedoch vortheilhafter, diese durch Ketten- oder Stahlbandmessungen auf bereits festgelegte Punkte zu beziehen.

Die directen Messungen trägt man gewöhnlich erst nach beendeter Messtischoperation zu Hause auf.

Alle aufgenommenen Punkte werden nach dem Handriss entsprechend verbunden.

Bei der in Fig. 72 dargestellten Aufnahme mit dem Messtische geben die Punkte 2, 8, 9, 16, 17, 56, 57, 58, 59 unsichere Schnitte, weshalb man sie im Notizbuche als „nicht geschnitten“ bemerkt. Die Punkte 35, 38, 39, 40, 41 sind beispielsweise wegen der Baulichkeiten, der Culturen und der Terrainverhältnisse weder von  $A$  und  $B$  noch von  $C$  sichtbar und müssen daher durch besondere Messungen festgelegt werden.

Punkt 40 kann durch die Messungen nach 37 und 47; Punkt 39 durch die Messungen nach 37 und 40; Punkt 41 durch die Messungen nach 42 und 43 und die Punkte 35 und 38 durch Messungen auf den Geraden 34—39 und 39—37 festgelegt werden. Die entsprechenden Maßzahlen, sowie die der Dimensionen des Hauses u. s. w. trägt man in den Handriss ein.

Die in  $A$  nach den Felderköpfen 8, 9, 16, 17 .... gezogenen Rayons, welche in  $B$  nicht geschnitten wurden, schneidet man von  $C$  aus, ebenso die von  $B$  aus erst rayonierten Punkte. Da der Complex 17, 23, 51, 55 ziemlich gleichlaufende Feldergrenzen zeigt, so wendet man zur Festlegung derselben Traversen an, deren Endpunkte 18 und 54; 19 und 53; 21 und 52 bereits durch das Rayonieren und Schneiden bestimmt wurden. Die Schnitte der Traversen und der Feldergrenzen bestimmt man entweder, nach vorausgegangener Absteckung der Richtungen, durch Kettenmessungen, wie bei der Traverse 54—18, oder, wenn ein Messen durch die Culturen nicht gestattet ist, indem man die auf dem Messtische gezogenen Traversen von  $C$  aus schneidet. Zu diesem Zwecke steckt man in die Endpunkte z. B. der Traverse 53—19 Fahnen und lässt den Figuranten der Reihe nach in den Punkten  $m, n, p$ , welche man in der Geraden 19—53 am Felde abgesteckt hat, Aufstellung nehmen. In einem jeden dieser Standpunkte wird seine Fahnenstange von  $C$  aus anvisiert und der Rayon gezogen, wodurch man die Schnittpunkte  $m, n, p$  auf dem Tischblatte erhält. In gleicher Weise sind die Punkte  $u, v, w$  bestimmt worden.

Bei der Aufnahme mit dem Theodolit trägt man die Winkel-Ablesungen, welche sich bei den Visuren von den Standpunkten  $A, B$  und  $C$  nach den einzelnen Punkten ergeben, in ein Winkelprotokoll ein (§. 53), wobei zu bemerken ist, dass es hier genügt nur an einem Nonius abzulesen.

**§. 108. Controle während der Aufnahme.** Es ist unerlässlich, dass man während der Aufnahme von Zeit zu Zeit nachsieht, ob der Messtisch, beziehungsweise der Theodolit, noch richtig orientiert ist.

Bei der Messtischaufnahme legt man z. B. während der Aufstellung in  $A$  das Diopterlineal an  $ab$  und sieht nach, ob die Visur noch genau nach  $B$  zeigt. Ist dies nicht der Fall, so orientiert man den Messtisch

genau und nimmt die nach der letzterfolgten Orientierung anvisierten Punkte nochmals auf. Zeigt die Orientierung nur einen kleinen Fehler, so berichtigt man denselben und setzt die Arbeit ruhig fort.

Bei der Arbeit mit dem Theodolit richtet man z. B. vom Standpunkte *A* aus das Fernrohr nach *B*, und sieht nach, ob man am Nonius dieselbe Ablesung wie anfänglich erhält. Bei einem erheblichen Unterschiede müssen die, seit der letzten Orientierung gemachten, Visuren wiederholt werden.

**§. 109. Die Prüfung einer Messtischaufnahme** beruht darauf, dass jede Gerade auf dem Messtische proportional der entsprechenden Geraden in der Natur und jeder Winkel auf dem Messtische gleich dem entsprechenden Winkel in der Natur sein muss. Die Prüfung geschieht durch Probemessungen und durch sogenannte Probeschnitte. Erstere haben dieselbe Bedeutung und werden in derselben Weise durchgeführt, wie im §. 106 erklärt worden ist. Die Probeschnitte sind Rayons, welche man bei der Prüfung, von einem sorgfältig aufgenommenen Standpunkte aus, in der Richtung der zu prüfenden Punkte auf dem Messtische zieht. Jeder Probeschnitt muss durch den bei der Aufnahme erhaltenen Schnittpunkt gehen. Die Instruction für die k. k. Catastralauflnahmen gestattet als größten Unterschied der Längen-Maßzahlen, welche sich aus der Zeichnung und aus den entsprechenden Messungen auf dem Felde ergeben,  $\pm 10$  der betreffenden Länge.

**§. 110. Die Triangulierung.** Bei der Aufnahme größerer Situationen wird über die aufzunehmende Fläche eine Anzahl von Hauptpunkten so verteilt, dass sie weithin sichtbar sind und ein System von zusammenhängenden Dreiecken (Dreiecksnetz) bilden.

Die so gewählten Hauptpunkte versichert man durch Einsetzen von Signalstangen. Da das Messen der Dreiecksseiten zeitraubend und zum Theile unmöglich wäre, so begnügt man sich mit der möglichst genauen Messung einer einzigen günstig gelegenen Seite, welche man als Standlinie oder Basis wählt. Hierauf misst man sämtliche Dreieckswinkel, so dass die übrigen Seitenlängen durch Rechnung bestimmt werden können.

Ist die Mittagslinie (§. 111) in irgend einem Dreieckspunkte bestimmt und das Azimuth einer, von diesem Punkte ausgehenden, Seite gemessen, so lassen sich die Coordinaten aller Hauptpunkte berechnen, wobei der genannte Punkt als Coordinatenursprung und dessen Hauptmeridian als Ordinatenachse gewählt wird. (Siehe auch §. 99.)

Eine solche Festlegung von Hauptpunkten eines Dreiecksnetzes nennt man das Triangulieren, auf welches aber hier nicht weiter eingegangen wird, da die Erklärung des Arbeitsvorganges bei der Aufnahme großer Flächen, deren Durchführung eine vorausgehende Triangulierung erfordert, den Rahmen dieses Lehrbuches überschreitet.

**§. 111. Bestimmung der Mittagslinie.** Jede Aufnahme muss nach den Weltgegenden orientiert sein. Zu diesem Zwecke ist die Bestimmung der Mittagslinie (Nord-Südrichtung) d. h. der Richtung des geographischen Meridianes in einem beliebigen Punkte der aufgenommenen Fläche nötig. Die Bestimmung dieser Richtung erfolgt nach verschiedenen Methoden, von welchen hier nur die einfachsten folgen.

a) Mit Hilfe einer Boussole. Man stellt den Messtisch über einen Standpunkt der Aufnahme, orientiert ihn genau nach einem zweiten Punkte, legt eine Orientierungsboussole auf die Tischfläche und dreht diese so lange im Kreise herum, bis die Nordspitze der Magnetnadel um so viele Grade westlich vom Nullpunkte der Theilung absteht, als die magnetische Declination des Ortes\*) beträgt. Da nun zwei Kanten der Unterlagsplatte der Orientierungsboussole parallel zum Durchmesser  $0^\circ - 180^\circ$  (*N. S. Marke*)

\*) Die Declination ist für Europa im laufenden Jahrhunderte eine westliche (§. 61).

der Gradtheilung sind, so gibt der, längs einer dieser Kanten, gezogene Rayon die Richtung der Mittagslinie auf der Tischfläche an.

b) Mit Hilfe einer richtig gestellten Uhr lässt sich die Mittagslinie auf dem Messstische fixieren, wenn man über diesen ein Senkel so befestigt, dass der lotrechte Faden desselben um 12 Uhr mittags einen Schlagschatten auf die Tischfläche werfen kann. Die Richtung dieses Schlagschattens wird durch einen, mit dem Diopterlineale darüber gezogenen, Rayon fixiert.

Selbstverständlich muss der Messtisch zuvor über einen Punkt der Aufnahme gestellt und orientiert werden.

Anmerkung: Die Situationspläne größerer Aufnahmen werden so aufgetragen, dass zwei Ränder der rechteckigen Zeichenfläche parallel zur Nord-Südrichtung, die zwei anderen demgemäß parallel zur West-Ostrichtung laufen. Die Beschreibung der Pläne geschieht von West gegen Ost. In kleineren Situationsplänen wird die Nord-Südrichtung durch einen, auf dem Plane mit  $N$  und  $S$  bezeichneten, Pfeil angegeben.

### 3. Flächenberechnung der aufgenommenen Figuren.

a) Flächenberechnung mit Hilfe der auf dem Felde  
gemessenen Längen.

§. 112. **Das Dreieck.** Das halbe Product der Grundlinie  $g$  und der zugehörigen Höhe  $h$  gibt die Fläche  $F$  eines Dreieckes; es ist somit:

Als Grundlinie kann jede der Dreieckseiten angenommen werden. Die zugehörige Höhe ist die Senkrechte von der gegenüberliegenden Ecke auf die angenommene Grundlinie und wird auf dem Felde am schnellsten mit dem Winkelspiegel oder dem Prismenkreuze gefällt.

Hat man die Maßzahlen  $a$ ,  $b$ ,  $c$  der drei Seiten  $a$ ,  $b$ ,  $c$  eines Dreieckes durch Messung bestimmt, so ist die Fläche

$$F = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)} \quad \dots \quad (30)$$

wobei  $s \equiv \frac{1}{2} \cdot (a + b + c)$ , den halben Umfang des Dreieckes bezeichnet.

**§. 113. Das Viereck.** Ist das zu berechnende Viereck ein Parallelogramm von der Grundlinie  $g$  und der Höhe  $h$ , so ist die Fläche

Für das Trapez gilt die Formel:

d. h. die Fläche ist gleich dem arithmetischen Mittel der parallelen Seiten  $a$  und  $b$ , multipliziert mit deren Abstand  $h$  (Höhe des Trapezes).

Ein unregelmäßiges Viereck (Trapezoid) wird, wie folgt, berechnet: Man steckt eine Diagonale aus und fällt mit dem Winkelspiegel oder Prismenkreuze von den zwei anderen Eckpunkten Senkrechte auf die Diagonale; dann ist die Fläche

wenn  $d$  die Maßzahl der Diagonale,  $h_1$  und  $h_2$  die Maßzahlen der Senkrechten bezeichnen.

**§. 114. Das Polygon.** Ist ein Polygon mit Hilfe von Koordinaten aufgenommen worden, so wird die Flächenberechnung desselben folgenderweise durchgeführt:

Bezeichnet man mit  $x_1, x_2, x_3 \dots$  (Fig. 73) die Abscissen und mit  $y_1, y_2, y_3 \dots$  die Ordinaten der Eckpunkte 1, 2, 3 ... des

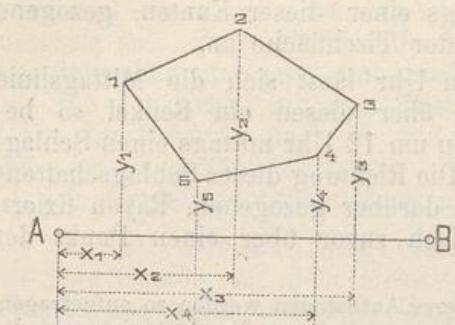


Fig. 73.

Polygons, so ist z. B. die Fläche des zwischen den Ordinaten  $y_1$  und  $y_2$  eingeschlossenen Trapezes:

$$\text{Trapez } (1, 2) = \frac{1}{2} \cdot (x_2 - x_1) \cdot (y_2 + y_1)$$

Es ist daher die Fläche des Polygons:

$$F = \text{Trp. } (1, 2) + \text{Trp. } (2, 3) - \text{Trp. } (3, 4)$$

$$- \text{Trp. } (4, 5) - \text{Trp. } (5, 1) =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot (x_2 - x_1) \cdot (y_2 + y_1)$$

$$+ \frac{1}{2} \cdot (x_3 - x_2) \cdot (y_3 + y_2)$$

$$- \frac{1}{2} \cdot (x_4 - x_3) \cdot (y_4 + y_3)$$

$$- \frac{1}{2} \cdot (x_5 - x_4) \cdot (y_5 + y_4)$$

$$- \frac{1}{2} \cdot (x_1 - x_5) \cdot (y_1 + y_5);$$

daher die doppelte Fläche:

$$2F = (x_2 - x_1) \cdot (y_2 + y_1) + (x_3 - x_2) \cdot (y_3 + y_2) + (x_4 - x_3) \cdot (y_4 + y_3) + (x_5 - x_4) \cdot (y_5 + y_4) + (x_1 - x_5) \cdot (y_1 + y_5) \dots \dots \dots 34$$

Diese Formel gilt für jede Lage der Abscissenachse  $A B$ , also auch für jenen Fall, in dem die Figur von der Achse geschnitten wird. Man beachte hier genau die Vorzeichen der algebraischen Ordinatensummen und jene der Abscissendifferenzen.

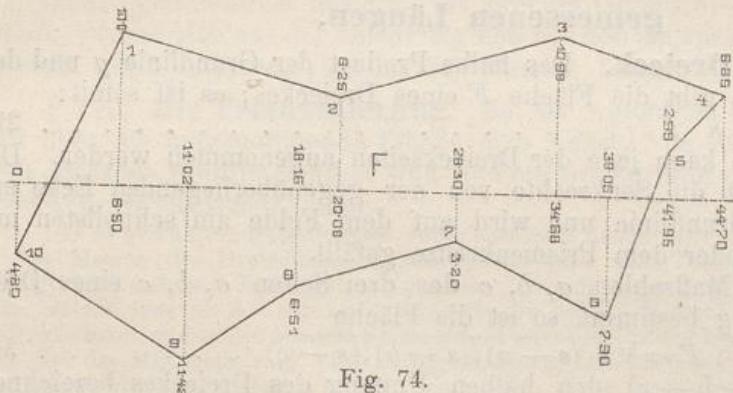


Fig. 74.

Beispiel: Man berechne die mittelst Coordinaten aufgenommene Figur 74.

Die Berechnung ist in folgender Tabelle zusammengestellt:

#### Flächen-Tabelle.

Figur	Abscissen-Differenz	Ordinaten-Summe	Doppelte Fläche	
			+	-
1—2	+	13.58	+ 16.25	220.78
2—3	+	14.60	+ 17.23	251.56
3—4	+	10.02	+ 17.83	178.66
4—5	-	2.75	+ 9.83	.
5—6	-	3.90	- 4.92	19.19
6—7	-	9.75	- 11.10	108.23
7—8	-	10.14	- 9.71	98.46
8—9	-	7.14	- 17.93	128.02
9—10	-	11.02	- 16.22	178.74
10—1	+	6.50	+ 5.20	33.80
			+ 1217.44	- 27.03
			2 F =	1190.41

$$\text{daher } F = 595.20 \text{ m}^2 = 5 \text{ a } 95.2 \text{ m}^2$$

Die vorliegende Fläche hat somit 5 Ar 95.2 Quadratmeter Ausmaß.

### b) Flächenermittlung nach dem Plane.

§. 115. **Flächenbestimmung durch Abnahme der Maße.** Die zur Berechnung nöthigen Maßzahlen werden erhalten, indem man die einzelnen Längen auf dem Plane mit dem Zirkel absticht und nach dem zugehörigen Maßstabe in Zahlen ausdrückt.

Die Berechnung geradlinig begrenzter Figuren geschieht nach den in §. 112—114 gegebenen Formeln. Häufig verwandelt man auch das gegebene Polygon durch geometrische Constructionen in ein flächengleiches Dreieck und berechnet letzteres anstatt des Polygones.

Figuren mit einem ganz oder theilweise krummlinig begrenzten Umfange zerlegt man, durch gleichweit abstehende Parallele, in Streifen (Fig. 75). Jeder derartige Streifen kann als Trapez berechnet werden, indem man die mittlere Länge  $l$  der parallelen Seiten mit der Höhe  $h$  des Trapezes (Abstand der Parallelen) multipliziert. Sind  $l_1, l_2, l_3 \dots l_n$  die aufeinander folgenden mittleren Längen der Streifen, so ist die Fläche der Figur

$$F = h \cdot (l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n) \quad \dots \dots \dots \quad 35)$$

§. 116. **Das Polar-Planimeter.** Zur Größenbestimmung krummlinig begrenzter Flächen, durch einfaches Umfahren derselben, verwendet man zumeist die sogenannten Polarplanimeter.

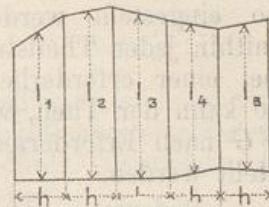


Fig. 75.

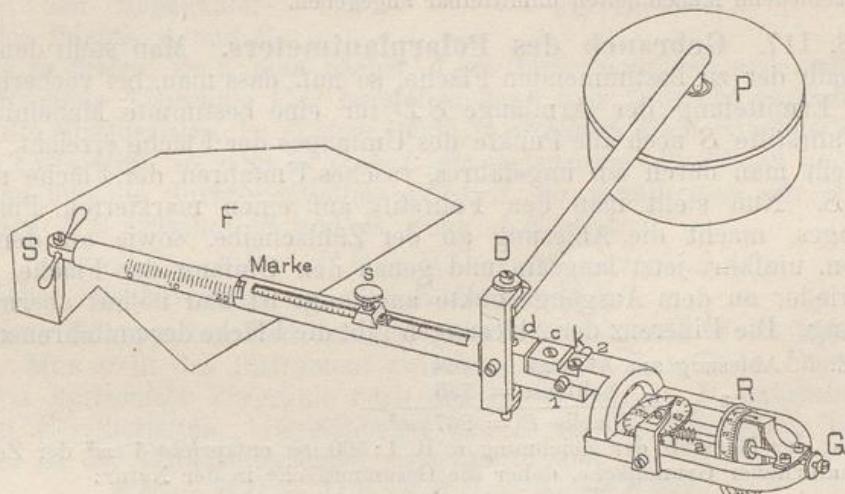


Fig. 76.

Das Polarplanimeter von Starke & Kammerer (Fig. 76) besteht aus zwei Armen  $PD$  und  $SD$ , welche durch die verticale Achse  $d$  mit einander verbunden sind. Der Arm  $PD$  hat bei  $P$  einen Drehungspunkt, Pol genannt, welcher durch einen mit Blei ausgegossenen Cylinder festgehalten wird. Der Arm  $SD$  kann für sich um  $d$  und mit  $PD$  um  $P$  gedreht werden. Bei  $S$  befindet sich ein gleitender Stift, mit welchem die zu bestimmende Figur  $F$  umfahren wird. Das andere Ende lauft in einen Bügel  $G$  aus, in welchem die horizontale Achse  $a$  ihr Lager hat. Diese trägt das, auf ihr senkrecht angeordnete, Laufrädchen  $R$ , an dessen Umfange eine Theilung zum Ablesen der Bruchtheile einer Umdrehung angegeben ist. Die

ganzen Umdrehungen des Laufrädchen zeigt in Einheiten eine Zählscheibe an, deren Drehung durch die auf der Achse  $a$  angebrachte Schraube ohne Ende eingeleitet wird.

Gewöhnlich ist der Umfang des Laufrädchen in 100 Theile eingetheilt und kann der, durch die Schraube  $s$  in seiner Länge regulierbare, Arm  $SD$  so eingestellt werden, dass jeder Theilstrich am Laufrädchen  $1 \text{ cm}^2$ , mithin jeder Theilstrich auf der Zählscheibe  $100 \text{ cm}^2$  Fläche anzeigt. Wird, bei einer erforderlichen Änderung der Maßeinheit, die Schraube  $s$  gelüftet, so kann der Theil, welcher den Fahrstift  $S$  trägt, in der Hülse des Armes  $SG$  nach Erfordernis verschoben und durch Anziehen von  $s$  wieder festgestellt werden.

Bedeutet  $w$  die Gesamtabwälzung der Rolle beim Umfahren einer bestimmten Fläche  $F$  und  $l$  die Armlänge  $SD$  so ist

$$F = l \cdot w \dots \dots \dots \dots \quad (36)$$

Mithin kann, bei Zugrundelegung einer bestimmten Fläche und gegebener Maßeinheit, (z. B.  $1 \text{ dm}^2$ ) der Wert  $l = \frac{F}{w}$  stets berechnet und diese Länge am Instrumente eingestellt werden.

Die Armlänge  $l$  kann auch versuchsweise, durch Änderung derselben, bestimmt werden, bis die Angabe des Instrumentes gleichwertig ist mit dem Flächeninhalt des in einer beigegebenen Probeplatte eingravierten Kreises, der mit dem Stifte  $S$  umfahren wird, ausgedrückt in der bestimmten Maßeinheit. Öfter wird dieselbe vom Mechaniker für verschiedene Maßeinheiten unmittelbar angegeben.

**§. 117. Gebrauch des Polarplanimeters.** Man stellt den Pol  $P$ , außerhalb der zu bestimmenden Fläche, so auf, dass man, bei vorheriger genauer Ermittelung der Armlänge  $SD$  für eine bestimmte Maßeinheit, mit dem Fahrstift  $S$  noch alle Punkte des Umfanges der Fläche erreicht. Dieses beurtheilt man durch ein ungefähres, rasches Umfahren der Fläche mit dem Stifte  $S$ . Nun stellt man den Fahrstift auf einen markierten Punkt des Umfanges, macht die Ablesung an der Zählscheibe, sowie an dem Laufrädchen, umfährt jetzt langsam und genau den Umfang der Fläche, bis der Stift wieder an dem Ausgangspunkte angelangt ist und notiert abermals die Ablesung. Die Differenz der Ablesungen gibt die Fläche der umfahrenen Figur.

$$\begin{array}{rcl} \text{Z. B. Ablesung am Anfange} & = & 468 \\ & " & \text{Schlusse} = 735 \\ & & \hline & & \text{Fläche } F = 267 \text{ cm}^2 \end{array}$$

Ist der Maßstab der Zeichnung z. B.  $1:500$ , so entspricht  $1 \text{ cm}^2$  der Zeichnung  $25 \text{ m}^2$  natürlicher Grundfläche, daher die Gesamtfläche in der Natur:

$$F = 267 \times 25 = 6675 \text{ m}^2.$$

Große Flächen werden durch Gerade in mehrere kleine Theile zerlegt und diese nach dem vorhin erklärten Verfahren bestimmt.

Beim Umfahren krummlinig begrenzter Figuren wird der Stift mit freier Hand geführt, während man sich bei geradliniger Begrenzung eines kleinen Lineales bedienen kann.

Der Fehler der Flächenbestimmung mit dem Polarplanimeter kann  $0.005$  der Fläche bei einmaligem Umfahren,  $0.003$  der Fläche bei zweimaligem Umfahren, ja selbst noch geringer werden, wenn man die zu bestimmende Fläche mehrmals umfährt und das erhaltene Resultat durch die Anzahl der Umfahrungen dividiert. Bei größeren Flächen, von etwa  $400 \text{ cm}^2$  und mehr, verringern sich diese Fehler erheblich.

## Abtheilung: II.

### Das Nivellieren.

**§. 118. Einleitende Bemerkungen.** Das Nivellieren ist jene Art des Höhenmessens, welche sich mit der Ausmittelung des Höhenunterschiedes zweier oder mehrerer Punkte beschäftigt, und zwar durch Vergleichung ihrer Abstände von einer gemeinschaftlichen Horizontalebene.

Die Erhebung eines Punktes über dem Horizonte des Meeresspiegels heißt seine „relative Höhe“ oder „Meereshöhe“; der senkrechte Abstand des höchsten Punktes eines Objectes von seiner Grundfläche die „absolute Höhe“ desselben.

Um den Höhenunterschied der Punkte  $A$  und  $B$

(Fig. 77) zu finden, stellt man nächst  $A$  ein Instrument, mit welchem man eine horizontale Visierlinie  $CD$  herstellen kann und lothrecht über  $B$  eine eingetheilte Nivellierlatte. Ist  $D$  jener Punkt, in welchem die horizontale Visierlinie die Latte trifft, so zeigt  $BD = L$  die sogenannte Lattenhöhe in  $B$  an. Misst man nun die Instrumentenhöhe  $AC = J$ , so erhält man als Höhenunterschied  $BE$  zwischen  $A$  und  $B$ , wenn  $AE \parallel CD$ :

$$BE = BD - DE = BD - AC = L - J$$

(Siehe: Das Nivellieren aus den Enden, §. 147).

Dieser Höhenunterschied kann auch auf nachfolgende Weise bestimmt werden: Man stellt das Instrument zwischen  $A$  und  $B$ , z. B. in  $F$  auf und richtet die horizontale Visierlinie nach den in  $A$ , dann in  $B$ , lothrecht aufgestellten Nivellierlatten. Bezeichnen  $l$  und  $L$  die entsprechenden Lattenhöhen, so ist der Höhenunterschied zwischen  $A$  und  $B$ :

$$BE = BD - DE = BD - AC = L - l$$

(Siehe: Das Nivellieren aus der Mitte, §. 149).

Ist die Differenz  $(L - J)$ , beziehungsweise  $(L - l)$  positiv, so liegt  $A$  höher als  $B$  und heißt das Gefälle von  $A$  bis  $B$ ; ist diese Differenz negativ, so liegt  $A$  tiefer als  $B$  und heißt die Steigung von  $A$  nach  $B$ . Das Gefälle von  $A$  nach  $B$  ist zugleich eine Steigung von  $B$  nach  $A$ .

**§. 119. Scheinbarer und wahrer Horizont.** Sind die Punkte  $A$  und  $B$  so weit von einander gelegen, dass die Erdkrümmung berücksichtigt werden muss, so hat man die Lattenhöhen zu corrigieren, bevor man sie in Rechnung zieht.

Um den Höhenunterschied zweier entfernt gelegener Punkte  $A$  und  $B$  (Fig. 78) zu messen, denke man sich aus dem Beobachtungspunkte  $J$  die

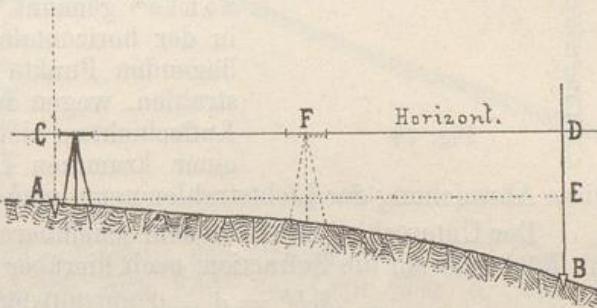


Fig. 77.

mit  $A'B$  concentrische Kugelfläche  $Jh$  und in  $J$  an diese eine tangierende Ebene  $JH$ , so ist  $Jh$  der wahre und  $JH$  der scheinbare Horizont des Punktes  $J$  (§. 2).

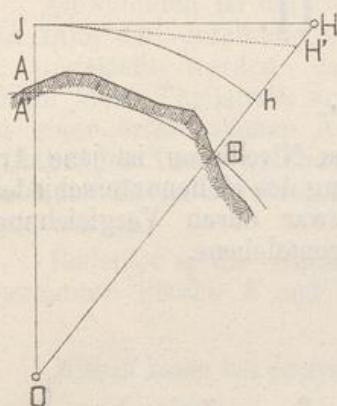


Fig. 78.

Befindet sich in  $A$  ein Instrument, mit welchem man die geradlinige Visur  $JH$  vornehmen kann, und in  $B$  eine lotrecht gehaltene Nivellierlatte, so ist leicht einzusehen, dass letztere von der Visur in einem Punkte  $H$  getroffen wird, welcher um das Stück  $hH$  höher liegt als der wirkliche Horizont des Punktes  $J$ . Dieses Stück  $hH$  wird der „Unterschied zwischen dem scheinbaren und dem wahren Horizonte“ genannt. Der Punkt  $H$  wird aber nicht in der horizontalen Visur, sondern in einem tiefer liegenden Punkte  $H'$  erscheinen, weil die Lichtstrahlen, wegen der ungleichförmigen Dichte der Luftsichten, nicht in einer geraden, sondern in einer krummen Linie  $JH'$  fortgeleitet werden.

Diese Abweichung der Lichtstrahlen nennt man die „irdische Refraction“.

Der Unterschied zwischen dem scheinbaren und dem wahren Horizonte ist, mit Rücksicht auf die Refraction, nach hierüber vorgenommenen Berechnungen:

$$hH' = \delta = 0\,000\,000\,0683 d^2 \dots \dots \dots \quad (37)$$

wobei  $d$  die Entfernung der Punkte  $A$  und  $B$  in Metern bezeichnet. Es ist somit die an der Messlatte abgelesene Lattenhöhe  $BH'$  um diesen Fehler  $\delta$  zu vermindern. Man erhält dann als Höhenunterschied:

$$AA' - BH' - hH' - AJ = L - \delta - J$$

wenn  $L$  die Lattenablesung,  $\delta$  deren Correctur und  $J$  die Instrumentenhöhe in  $A$  bezeichnen.

Bei der Entfernung von z. B.  $d = 120\text{ m}$  ist der Fehler  $\delta = 0\cdot001\text{ m}$  und nimmt er bei größeren Entfernungen zu. Wenn daher ein Nivellement mit besonderer Schärfe durchgeführt werden soll, so müssen die entsprechenden Correcturen an den abgelesenen Lattenhöhen gemacht werden.

Aus den bisherigen Betrachtungen folgt, dass man zum Nivellieren

- a) ein Instrument zur Angabe der horizontalen Visur und
- b) eine Maßlatte (Nivellierlatte), zum Messen der Lattenhöhen der zu nivellierenden Punkte, nötig hat.

## A. Instrumente und Geräthe zum Nivellieren.

**S. 120. Allgemeine Bemerkungen.** Die Instrumente zum Nivellieren sind hinsichtlich ihrer Construction und Leistungsfähigkeit sehr verschieden. Der mit einem Nivellement betraute Feldmesser muss die Wahl des Instrumentes so treffen, dass er damit die geforderte Genauigkeit seiner Arbeit erreichen kann. Zu diesem Zwecke ist aber unbedingt nothwendig, dass er sich mit der Einrichtung, dem Gebrauche, der Prüfung und Berichtigung der gebräuchlichsten Nivellierinstrumente vertraut macht. Im Übrigen gelten hier dieselben Bemerkungen, welche bei den Instrumenten zum Feldmessen (§§. 5 und 6) gemacht wurden.

## 1. Nivellier-Instrumente ohne Fernrohr.

**§. 121. Die Abwäglatte** (Waglatte). Diese ist eine zumeist 3—4 m lange, hölzerne, an beiden Enden mit Metallbeschlag versehene Latte  $AB$  vom rechteckigen Querschnitte (Fig. 79), welche eine Libelle trägt, damit man sie beim Gebrauche leicht in eine horizontale Lage bringen kann. Die Libelle ist gewöhnlich in einem Ausschnitt befestigt, welcher an der oberen Seite der hochkantig aufgelegten Latte angebracht ist. Dieser Ausschnitt wird durch ein Gehäuse mit Schieber überdeckt. Wenn die Latte außer Gebrauch ist, wird der Schieber geschlossen. Die Abwäglatte dient zur unmittelbaren Angabe des Höhenunterschiedes zweier Punkte.

Soll der Höhenunterschied zwischen den Punkten  $A$  und  $C$  (Fig. 79) bestimmt werden, so legt man das eine Ende der Latte über  $A$ , hebt das Ende  $B$  so lange, bis die Libelle einspielt, und stellt vertical über  $C$  eine Setz- oder Ableslatte (2—3 m lang). Die Ablesung, welche man beim Punkte  $B$ , der Unterkante der Waglatte, an der Latte  $CD$  macht, gibt den Höhenunterschied  $CB$  zwischen  $A$  und  $C$ . Die Horizontaldistanz der Punkte  $A$  und  $C$  kann auch kleiner sein als die Lattenlänge  $AB$ , darf aber selbstverständlich letztere nicht überschreiten. Bei einer größeren Distanz geht man wie beim Staffelmessen vor (§. 26) und summiert dann die erhaltenen Einzelngefälle.

**§. 122. Die Prüfung und Berichtigung der Abwäglatte** erfolgt genau so wie bei der Setzlibelle (§. 10).  $AB$  ist hier als Unterlagsfläche des Libellenfußes zu betrachten.

Die Genauigkeit, welche beim Nivellieren mit der Abwäglatte erreicht werden kann, hängt von der richtigen Einstellung der Libelle und vom genauen Ablesen an der Setzlatte ab, daher man auf beides die größte Sorgfalt verwenden soll. Der mittlere Fehler  $\delta$  einer gemachten Lattenablesung kann mit  $\delta = \frac{d}{3800}^*)$  angenommen werden, wenn  $d$  die Länge der Abwäglatte bedeutet. Bezeichnet ferner  $n$  die Anzahl der Lattenablesungen,  $D$  die Länge der ganzen Gefällsstrecke und nimmt man alle  $d$  einander gleich an, so ist  $n = \frac{D}{d}$  und der mittlere Fehler des Gesamtgefälles:

$$\Delta = \delta \sqrt{n} = \delta \sqrt{\frac{D}{d}}. \dots \dots \dots \dots \quad 38)$$

\*) Der mittlere Fehler  $\delta = \frac{d}{3800}$  ist aus einer 10maligen Beobachtung mit einer 4 m langen Abwäglatte vom Verfasser bestimmt worden.

Bei 4 m langen Abwäglatten ergibt sich:

$$\Delta = \frac{4}{3800} \cdot \sqrt{n} \quad \text{oder, da } n = \frac{D}{4} \text{ ist: } \Delta = \frac{1}{1900} \cdot \sqrt{D}$$

$$\text{Z. B. für } D = 400 \text{ m folgt: } \Delta = \frac{20}{1900} = 0.011 \text{ m.}$$

**§. 123. Die Canalwage** (Fig. 80) besteht aus einem Messingrohre  $AB$  von 60—100 cm Länge, welches mittelst einer Hülse  $H$  auf ein Stativ aufgeschoben werden kann.

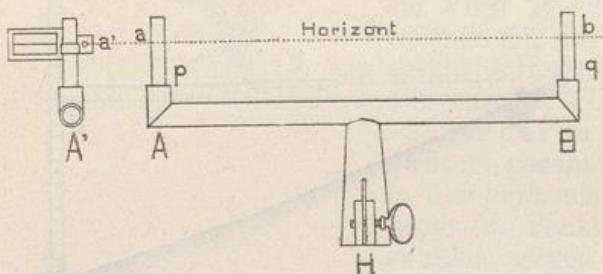


Fig. 80.

Visur ist somit horizontal. Zur Erreichung Visieren können Diopter  $a'$  aufgesteckt werden, welche man längs den Glasmöhren bis in die Höhe der Oberflächen  $a$  und  $b$  verschiebt.

**§. 124. Gebrauch der Canalwage.** Man stellt das Zapfenstativ so auf, dass der Zapfen eine ziemlich lotrechte Stellung einnimmt und drückt die Stativfüße fest in den Boden. Nun schiebt man das Instrument mit der Hülse  $H$  auf den Zapfen, dreht es auf demselben in die Richtung der aufgestellten Nivellierlatte, visiert über die Oberflächen der Flüssigkeit nach der Latte und notiert die Ablesung an derselben. Bei vorhandenen Dioptern verschiebt man diese vor dem Ablesen in die Höhe der Flüssigkeitsoberflächen und visiert jetzt über die beiden Absehen. Von den letzteren besteht das eine aus einem kleinen Sehloche, das gegenüberliegende aus einer, mit einem horizontalen Rosshaar-Faden überspannten, rechteckigen Öffnung. Damit man sowohl nach vorwärts als auch nach rückwärts visieren kann, besitzt jedes Diopter beide dieser Absehen.

**§. 125. Prüfung und Berichtigung der Canalwage.** Letztere entfällt; denn nach der Aufstellung der Canalwage müssen die Oberflächen der Flüssigkeit stets in einer horizontalen Ebene liegen.

Die Genauigkeit eines Nivellements mit der Canalwage hängt hauptsächlich von der richtigen Visur ab. Der mittlere Fehler einer beobachteten einzelnen Lattenhöhe kann mit ungefähr  $\delta = \frac{d}{2000}$  angenommen werden, wenn  $d$  die Entfernung des Instrumentes von der Latte bezeichnet. Hieraus lässt sich der mittlere Fehler  $\Delta$  des ganzen Gefälles nach der Formel 38 berechnen.

**Beispiel.** Es ist eine Länge  $D = 540 \text{ m}$  in Stationen von  $d = 15 \text{ m}$  Länge mit einer Canalwage zu nivellieren. Wie groß ist der zu befürchtende mittlere Fehler  $\Delta$  des Gesamtgefälles?

Da in diesem Falle  $n = \frac{D}{d} = \frac{540}{15} = 36$  und

$$\delta = \frac{d}{2000} = \frac{15}{2000} = 0.0075 \text{ m ist,}$$

so erhält man nach Gleichung 38

$$\Delta = \delta \sqrt{n} = 0.0075 \times 6 = 0.045$$

d. h. der mittlere Fehler  $\Delta = 0.045 \text{ m.}$

**§. 126. Das Nivellierdiopter.** Dieses Instrument besteht aus einem linealartigen 30—50 cm langen Diopterträger  $LL$  (Fig. 81), an dessen Enden die Diopter  $P$  und  $Q$  senkrecht aufgesetzt sind. Die Diopter bestehen aus je einem kleinen Sehloche und einem in gleicher Höhe über einer rechtwinkeligen Öffnung gespannten horizontalen Faden, so dass man sowohl vom Sehloche bei  $P$  über den Horizontalfaden bei  $Q$ , als auch in umgekehrter Richtung visieren kann.

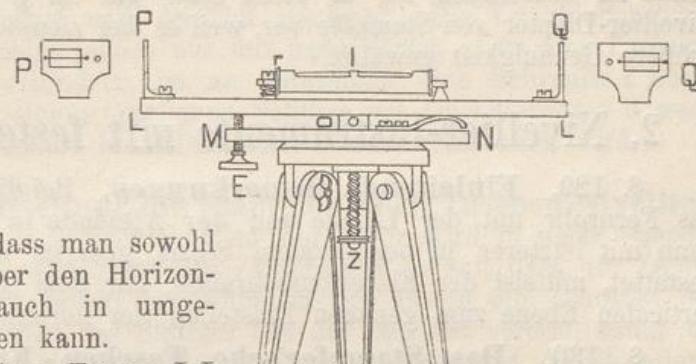


Fig. 81.

Auf dem linealartigen Träger  $LL$  ist ferner eine Libelle  $l$  befestigt. Dieser Träger ist unten mittelst eines Zirkelgewindes bei  $O$  mit der Fußplatte  $MN$  und letztere wieder, durch einen Centralzapfen  $Z$ , (oder eine Hülse) mit einem Dreifüßstativ verbunden. Durch die Elevationsschraube  $E$  kann das Lineal um  $O$  so lange gedreht werden, bis durch das Einspielen der Libelle die Horizontalstellung der Visur angezeigt wird. Zur Beseitigung eines todtten Ganges ist bei  $N$ , zwischen der Fußplatte und dem Träger, eine Feder eingelegt.

**§. 127. Gebrauch des Nivellierdiopters.** Die Aufstellung des Instrumentes erfolgt vorerst durch annäherndes Horizontalstellen von  $MN$  mittelst der Stativfüße. Hierauf dreht man den Theil  $MN$  sammt dem Lineale in die Richtung der aufgestellten Nivellierlatte und bringt, mittelst der Schraube  $E$ , die Libellenblase zum Einspielen. Auf diese Weise erhält man in der Richtung von  $P$  nach  $Q$ , als auch in jener von  $Q$  nach  $P$  eine horizontale Visur über die gegenüberliegenden Absehen. Jede andere Visur muss wieder mittelst der Elevationsschraube  $E$  horizontal gestellt werden.

**§. 128. Die Prüfung und Berichtigung des Nivellierdiopters** erfolgt so wie bei einem Nivellierinstrumente mit festem Fernrohre, §. 140 weshalb hier auf das dort Erklärte verwiesen wird. Nach erfolgter Parallelstellung der Libellenachse mit der Visur, wozu das Schräubchen  $r$  dient, ist die Visierebene des Instrumentes horizontal, wenn die Libelle einspielt.

Bei der Prüfung wird zunächst nur ein Paar der Absehen benutzt. Zur Prüfung des anderen Paares dreht man den Träger  $LL$  um  $180^\circ$ , beseitigt einen etwaigen Ausschlag der Blase mit der Schraube  $E$  und sieht nach, ob die Visur über das andere Paar Absehen den früheren Zielpunkt trifft. Ist dies nicht der Fall, so liegt dieses Absehen nicht in gleicher Höhe mit dem ersten und darf nicht benutzt werden, bevor es nicht vom Mechaniker berichtet wurde.

Der mittlere Fehler einer in der Distanz  $d$  beobachteten Lattenhöhe kann mit  $\delta = \frac{d}{10\,000}$  angenommen werden, woraus sich der mittlere Fehler des ganzen Gefälles nach Formel 38 berechnen lässt.

Da das Visieren mit dem beschriebenen Nivellier-Diopter als minder genau zu bezeichnen ist, so zieht man das im §. 132 erklärte Taschen-Nivellier-Diopter von Stampfer vor, weil es bei ziemlich gleichem Preise eine größere Genauigkeit gewährt.

## 2. Nivellier-Instrumente mit festem Fernrohre.

§. 129. **Einleitende Bemerkungen.** Bei diesen Instrumenten steht das Fernrohr mit der Libelle und der Alhidade in fester Verbindung und kann mit letzterer in horizontalem Sinne gedreht werden. Das Fernrohr gestattet, mittelst der Elevationsschraube, nur eine feine Bewegung in einer verticalen Ebene zum genauen Einstellen der horizontalen Visur.

§. 130. **Das Stampfer'sche Taschen - Nivellier - Instrument.** Dieses von Starke und Kammerer in Wien\*) erzeugte Instrument ist in Fig. 82 in  $\frac{1}{2}$  natürl. Größe dargestellt.

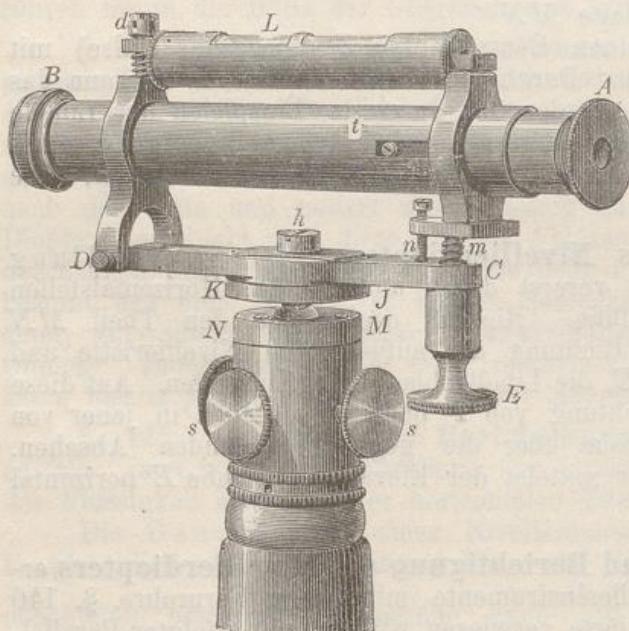


Fig. 82.

Das Fernrohr  $A\ B$  dreht sich, in einer verticalen Ebene, um die Spitzen zweier bei dem Träger  $D$  befindlichen Schräubchen, welche in die Alhidade  $CD$  eingreifen. Diese verticale Bewegung des Fernrohrs wird durch die Elevationsschraube  $E$  eingeleitet. Die Alhidade ist um einen, mit einer runden Platte  $JK$  verbundenen, Zapfen mit Kugelgelenk im horizontalen Sinne drehbar. Das stete Anliegen der Alhidade an die runde Platte wird durch eine zwischen der Schraube  $h$  und der Alhidade eingelegte Feder bewirkt. Die Horizontalstellung der Umdrehungsebene erfolgt durch die vier Stellschrauben  $s^{**}$ ), welche an den Seitenflächen eines, im unteren

Theile vierkantigen, Zapfens wirken. Dieser Zapfen lauft oben in das mit der Platte  $JK$  fest verbundene Kugelgelenk aus, welches in dem oberen Theile des cylindrischen Körpers  $MN$  gelagert ist.

\*) Preis dieses Instrumentes, bei 10facher Vergrößerung des Fernrohres, ohne Stativ ö. W. fl. 60.

\*\*) Eine bessere Construction ist jene, bei welcher nur zwei Stellschrauben mit gegenüberliegenden Schraubenfedern angeordnet sind.

Das ganze Instrument wird mittelst einer, an der unteren Bodenfläche des cylindrischen Körpers *MN*, angebrachten Schraube mit einem Zapfenstativ verbunden. Bei *m* befindet sich eine Schraubenfeder zur Beseitigung des todten Ganges der Elevationsschraube *E*.

Die Ocularlinse *A* ist mittelst ihrer Fassung in das Ocularrohr eingeschraubt und lässt sich mithin, für verschiedene Beobachter, so stellen, dass das Fadenkreuz scharf und deutlich erscheint. Die Verschiebung des ganzen Ocularrohres erfolgt jedoch nur mit freier Hand. Um eine Drehung des Ocularrohres zu verhindern, ist an demselben eine Schraube *t* angebracht, welche sich in einem länglichen Schlitz des Objectivrohres bewegt, wenn das Ocularrohr, behufs Einstellung des Bildes, verschoben wird.

**§. 131. Die Aufstellung des Stampfer'schen Taschen-Nivellier-Instrumentes** und das Horizontalstellen der Visur wird in nachstehender Ordnung vorgenommen. Man stellt das Zapfenstativ so auf, dass der Zapfen annähernd vertical steht, drückt die Füße in den Boden ein, schraubt das Instrument auf den Zapfen des Stativen fest auf und hat vorerst, damit die Libellenachse parallel zur Umdrehungsebene der Alhidade wird, die Elevationsschraube *E* auf eine bestimmte Marke einzustellen.

Um diese Marke zu finden, stellt man die Alhidade zunächst über ein Paar der gegenüberliegenden Stellschrauben, bringt die Libelle mit denselben zum Einspielen, dreht die Alhidade um  $180^\circ$ , beseitigt weiter den sich zeigenden Ausschlag der Libelle zur Hälfte mit denselben zwei Stellschrauben, zur anderen Hälfte aber mit der Elevationsschraube *E* und wiederholt dieses Verfahren so lange, bis die Libelle keinen Ausschlag mehr zeigt. Jetzt ist die Libellenachse parallel zur Umdrehungsebene der Alhidade. Zur Fixierung der so gefundenen Einstellung der Elevationsschraube dient der Schraubenstift *n* (Fig. 82) und eine Marke, welche vorne an der Mutter der Elevationsschraube, in der Richtung der Platte *DC*, angebracht wird. Wenn nun die Elevationsschraube so gestellt ist, dass das untere Ende des Stiftes genau in die obere Fläche der, an dieser Stelle durchbohrten, Platte *DC* gelangt und zugleich die Marke der Elevationsschraube an dem vorhin erwähnten Orte steht, so ist die Libellenachse parallel zur Umdrehungsebene der Alhidade und es kann das Horizontalstellen des Instrumentes durchgeführt werden. Zu diesem Zwecke dreht man die Alhidade zunächst über zwei gegenüberstehende Stellschrauben *s*, bringt damit die Libelle zum Einspielen, dreht die Alhidade über das andere Stellschrauben-Paar und stellt jetzt mit demselben horizontal. Dieses Verfahren wird so lange wiederholt, bis die Libelle in beiden Lagen genau einspielt. Nun richtet man das Fernrohr in die Visur nach der aufgestellten Nivellierlatte, verschiebt das Ocularrohr, bis man ein deutliches Bild erhält, prüft noch zuvor, ob keine Parallaxe vorhanden ist, bringt die Libelle mit der Schraube *E* scharf zum Einspielen und macht die Ablesung an jener Stelle, an welcher die Visur, über den Horizontalsäden des Fadenkreuzes hinweg, die Nivellierlatte trifft.

Die Prüfung und Berichtigung dieses Instrumentes wird nach der vorher erklärten Horizontalstellung und Bestimmung der Marke, entsprechend den §§. 139 und 140, durchgeführt.

Die Genauigkeit der Arbeit ist bei Handhabung dieses Instrumentes hauptsächlich von der richtigen Einstellung der Libelle und von dem

richtigen Visieren abhängig. Der mittlere Fehler einer, in der Entfernung  $d$  beobachteten, Lattenhöhe kann mit  $\delta = \frac{d}{100\,000}$  angenommen werden; der mittlere Fehler des ganzen Gefälles wird in der bereits erklärten Weise berechnet.

§. 132. Eine ganz ähnliche Construction wie das vorher beschriebene Instrument hat das **Stampfer'sche Taschen-Nivellier-Diopter** \*), von Starke & Kammerer in Wien erzeugt. Die Visiervorrichtung desselben ist eigentlich ein Fernrohr ohne Vergrößerung. Es enthält an den Enden gleiche Glaslinsen, die um die Summe ihrer Brennweiten von einander entfernt sind. Im gemeinschaftlichen Brennpunkte der Linsen, also in der Mitte zwischen diesen, befindet sich das Fadenkreuz, welches, ebenso wie die Linsen, unveränderlich in der Röhre befestigt ist. Die Aufstellung und die Art der Horizontalstellung ist mit der in §. 131 erklärten übereinstimmend. Die Brennweite der Linsen beträgt nur 30—35 mm, deshalb fällt auch das Bild von ziemlich nahen Objecten insoweit genau in die Ebene des Fadenkreuzes, dass man keine Verrückung des Oculares nötig hat.

Da dieses Instrument noch kleiner ist als das im §. 131 beschriebene, ferner viel genauere Visuren gestattet als das gewöhnliche Diopter und noch den Vortheil hat, dass man nach beiden Richtungen des Rohres visieren kann, so ist es dem gewöhnlichen Nivellierdiopter in jeder Beziehung vorzuziehen.

§. 133. Die **Prüfung und Berichtigung des Stampfer'schen Taschen-Nivellier-Diopters** erfolgt entweder nach §. 140 oder auch auf folgende Weise: Man visiert, nach erfolgter Horizontalstellung, auf eine ziemlich weit stehende Nivellierlatte und macht die Ablesung, dreht hierauf das Instrument um 180°, stellt die Visierlinie mit der Elevationsschraube genau horizontal und sieht nach, ob sie noch denselben Punkt der Latte trifft. Ist dieses nicht der Fall, dann zeigt die Abweichung den doppelten Fehler der Visierlinie. Man hat jetzt die halbe Abweichung mit der Elevationsschraube *E* zu beseitigen und die Libelle, mittelst des Correctionsschräubchens *d*, zum Einspielen zu bringen.

Der mittlere Fehler einer, in der Entfernung  $d$  beobachteten, Lattenhöhe kann mit  $\delta = \frac{d}{20\,000}$  angenommen werden.

§. 134. Das **Taschen-Nivellier-Instrument von Kraft & Sohn in Wien**, \*\*) welches in Fig. 83 in  $\frac{1}{2}$  nat. Größe dargestellt ist, besteht aus dem Fernrohre *AB*, mit welchem die Libelle *L* durch die Ringe *M* und *N* fest verbunden ist. Die horizontale Achse *O* des Fernrohres lagert in einem gabelförmigen Träger, welcher nach unten in eine Hülse *H* ausläuft und mittelst dieser, auf eine zweite Hülse *F*, aufgeschraubt werden kann. Durch letztere wird das Instrument auf ein Zapfenstativ aufgeschoben und so mit diesem in feste Verbindung gebracht. Vermöge der Elevationsschraube *E* und einer in der Hülse *h* befindlichen Gegenfeder kann ein, mit dem unteren Theile des Fernrohres fest verbundener, Zapfen und mit diesem das Fernrohr

\*) Preis dieses Instrumentes ohne Stativ ö. W. fl. 50.

\*\*) Das Fernrohr hat eine 8fache Vergrößerung; der Preis des Instrumentes sammt Stativ beträgt ö. W. fl. 42.

sammt der Libelle um die Achse  $O$  gedreht werden. Die Hülse  $H$  lässt sich mit dem Fernrohre, in horizontaler Richtung, um eine verticale Achse drehen. Die horizontale Umdrehungsebene ist bei  $II$ . Die Einrichtung des Oculares ist wie bei dem früher beschriebenen Taschen-Nivellier-Instrumente.

**§. 135. Gebrauch des Taschen - Nivellier - Instrumentes von Kraft.** Man stellt das Zapfenstativ so auf, dass der Zapfen eine möglichst lotrechte Stellung einnimmt, rammt die Füße fest in den Boden ein und setzt das Instrument auf das Stativ. Nun dreht man das Instrument um seine verticale Drehungsachse in die Richtung der aufgestellten Nivellierlatte, verschiebt das Ocularrohr, bis man ein scharfes Bild der Latte erhält, beseitigt eine etwa vorhandene Parallaxe, stellt jetzt mittelst der Elevationsschraube  $E$  die Visierlinie horizontal und macht die Ablesung.

Die Prüfung und Berichtigung erfolgt nach §. 140. Die Parallelstellung der Libellen- und optischen Achse wird mit dem Rectificierschräubchen  $d$  der Libelle durchgeführt.

Die Genauigkeit ist nahezu dieselbe wie bei dem im §. 130 beschriebenen Taschen-Nivellier-Instrumente.

**§. 136. Das Stampfer'sche Nivellier-Instrument mittlerer Größe.** Das von den Mechanikern Starke und Kammerer in Wien\*) erzeugte Instrument ist in Fig. 84 abgebildet. Die Hülse  $H$ , mittelst welcher das Instrument auf ein Zapfenstativ aufgesteckt wird, trägt die Grundplatte  $MN$ , in deren Mittelpunkte ein Kugelgelenk eingeschraubt ist. Die kreisrunde Scheibe  $K$  lässt sich um das Kugelgelenk nach allen Richtungen bewegen und daher auch in eine horizontale Lage bringen. Zur Horizontalstellung dieser

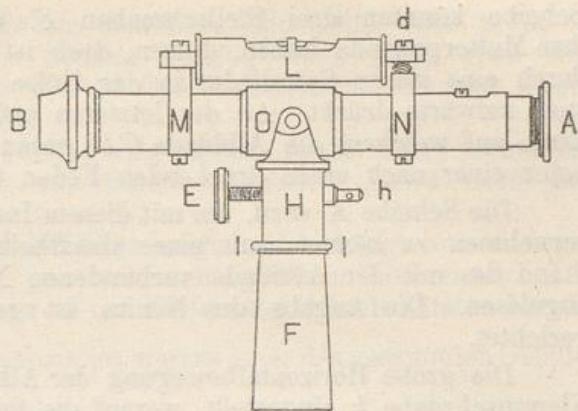


Fig. 83.

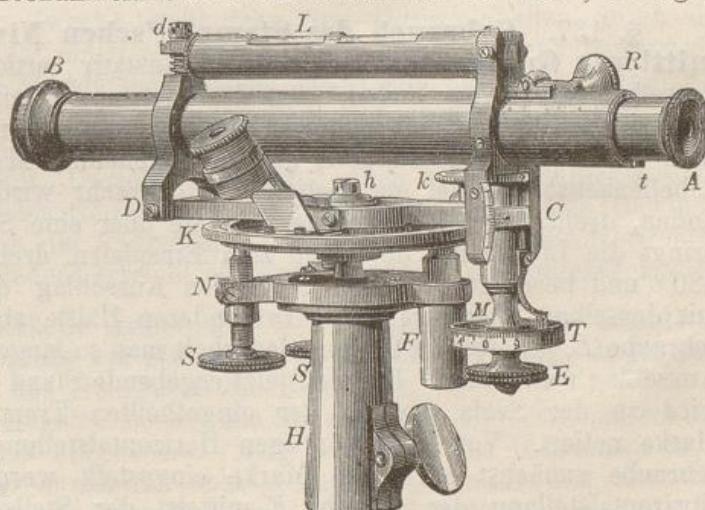


Fig. 84.

\*) Nivellier-Instrument mit 16facher Vergrößerung des Fernrohres, Horizontalkreis von Minute zu Minute ablesbar, Messschraube nach Stampfer und Starke, sammelt Stativ Preis ö. W. fl. 165.

Scheibe könnten drei Stellschrauben *S*, welche in der Grundplatte *MN* ihre Muttergewinde haben, dienen, doch ist die dritte Schraube gewöhnlich durch eine starke Spiralfeder in der Hülse *F* ersetzt, welche die Scheibe *K* stets aufwärts drückt. An der letzteren befindet sich ein conisch geformter Ring, auf welchem die Alhidade *CD* genau sitzt und durch die Schraube *h*, nebst einer nach unten drückenden Feder, festgehalten wird.

Die Scheibe *K* wird, um mit diesem Instrumente auch Winkelmessungen vornehmen zu können, mit einer Gradtheilung versehen. Der jedesmalige Stand des mit der Alhidade verbundenen Nonius wird mittelst einer Lupe abgelesen. Die Angabe des Nonius ist gewöhnlich auf eine Minute eingerichtet.

Die grobe Horizontalbewegung der Alhidade wird durch Anziehen der Klemmschraube *k* eingestellt, worauf die feine Bewegung durch eine (in der Figur gedeckte) Mikrometerschraube eingeleitet werden kann. Mit der Alhidade ist das Fernrohr *AB* durch zwei nach abwärts gabelförmig auslaufende Träger verbunden. Um die bei *D* befindlichen, als Achse dienenden, zwei Schraubenspitzen kann mit der Elevationsschraube *E* eine kleine Bewegung des Fernrohrs im verticalen Sinne hervorgebracht werden. Die Verbindung zwischen dem Alhidadenende *C* und dem Fernrohre vermittelt die Elevationsschraube *E*, welche hier zugleich als Stampfer'sche Messschraube eingerichtet ist und im §. 35 eingehend besprochen wurde. Die Verbindung zwischen der Libelle *L* und dem Fernrohre *AB* ist aus der Figur ersichtlich. Die Correctionsschraube *d* dient zur Parallelstellung der Libellenachse mit der Fernrohrachse. Durch das Getriebe *R* wird bei jeder Visurbestimmung eine Verschiebung des Ocularrohres bewirkt, um das Bild deutlich sichtbar zu machen. Das Ocular *A* lässt sich in dem Ocularrohre etwas verstellen und zwar hinein- oder herausschrauben, wodurch das Fadenkreuz in die deutliche Sehweite des Beobachters gestellt werden kann. Durch das Schräubchen *t* wird eine richtige Einstellung des Fadenkreuzes bewerkstelligt (§. 139).

**§. 137. Gebrauch des Stampfer'schen Nivellier-Instrumentes mittlerer Größe.** Man stellt das Zapfenstativ vertical auf, rammt die Füße desselben fest in den Boden, setzt das Instrument mit der Hülse *H* auf den Zapfen des Stativen und zieht die Klemmschraube der Hülse an. Nun stellt man die Elevationsschraube *E* auf die sogenannte Marke ein, wodurch die Libellenachse parallel zur Scheibe *K* gebracht wird. Um diese Marke zu finden, dreht man die Alhidade, bis sie über eine Stellschraube *S* gelangt, bringt die Libelle mit derselben zum Einspielen, dreht jetzt die Alhidade um  $180^{\circ}$  und beseitigt den sich zeigenden Ausschlag der Libelle zur Hälfte mit derselben Stellschraube *S*, zur anderen Hälfte aber mit der Elevationsschraube *E*. Dieses Verfahren wiederholt man so lange, bis die Libelle keinen Ausschlag mehr zeigt. Der sich jetzt ergebende Stand der Elevationsschraube wird an der Scala und an der eingetheilten Trommel abgelesen und als Marke notiert. Vor jeder künftigen Horizontalstellung muss die Elevationsschraube zunächst auf diese Marke eingestellt werden. Hierauf kann die Horizontalstellung der Scheibe *K* mittelst der Stellschrauben *S* eingeleitet werden, indem man die Alhidade zuerst über die eine, dann über die andere stellt und in jeder dieser beiden Richtungen die Libelle zum Einspielen bringt.

Ist vorerst das Fadenkreuz deutlich sichtbar eingestellt, so richtet man die Visur nach der aufgestellten Nivellierlatte, verschiebt das Ocularrohr

mittelst der Schraube  $R$ , bis man ein deutliches Bild erhält und prüft, ob keine Parallaxe vorhanden ist. Sodann beseitigt man einen etwa sich zeigenden Ausschlag der Libelle mit der Elevationsschraube  $E$  und macht die Ablesung an der Nivellierlatte.

Die Prüfung und Berichtigung dieses, sowie aller vorher beschriebenen Nivellierinstrumente mit festem Fernrohre, wird nach den §§. 138—140 vorgenommen.

Die Genauigkeit dieses Nivellier-Instrumentes hängt von der genauen Einstellung der Libelle und von dem genauen Visieren ab. Der mittlere Fehler, bei Ablesung einer in der Entfernung  $d$  beobachteten Lattenhöhe, wird mit  $\delta = \frac{d}{150\,000}$  angenommen, woraus jener des gesamten Gefälles nach Gleichung 38 berechnet wird.

**§. 138. Das Prüfen und Berichtigen der Nivellier-Instrumente mit festem Fernrohre.** Vor dem Beginne einer Arbeit, sowie auch von Zeit zu Zeit bei länger anhaltenden Arbeiten mit demselben Instrumente, oder nach einem Transporte desselben u. dgl. hat man seine Richtigkeit zu prüfen und vorkommende Fehler zu beseitigen.

Wie bei den in §§. 130 und 136 erklärten Nivellier-Instrumenten die sogenannte Marke der Elevationsschraube gefunden wird, ist bei dem Gebrauche dieser Instrumente besprochen worden. Die Richtigkeit der Marke ist auch von Zeit zu Zeit zu prüfen.

Die in §§. 139 u. 140 angeführten Prüfungen und Berichtigungen haben alle bereits besprochenen Nivellier-Instrumente mit fixem Fernrohre gemein.

**§. 139. Berichtigung des Fadenkreuzes.** Nach der Horizontalstellung des Instrumentes erfolgt das Einstellen von Bild und Fadenkreuz in eine und dieselbe Ebene nach §. 14. Für das Nivellieren ist es auch wichtig, sich zu überzeugen, ob der Horizontalfaden des Fadenkreuzes wirklich horizontal ist. Zu diesem Zwecke stellt man den Horizontalfaden durch die Elevationsschraube  $E$  auf einen entfernten Punkt scharf ein und bewegt die Alhidade mittelst der Mikrometerschraube etwas hin und her. Streift der Horizontalfaden bei dieser Bewegung durchaus den anvisierten Punkt, so ist er horizontal; ist dies nicht der Fall, so wird der Fehler mittelst des Schräubchens  $t$  (Fig. 84) beseitigt. Dasselbe geht durch einen zur Fernrohrachse senkrechten Schlitz des Ocularrohres und hat in der Fadenplatte ein Gewinde. Wird  $t$  gelüftet, so kann die Fadenplatte gedreht werden, bis die Horizontalstellung des Horizontalfadens erreicht ist, worauf  $t$  wieder fest angezogen wird.

**§. 140. Die optische Achse des Fernrohres und die Libellenachse müssen sich stets zu einander in paralleler Lage befinden.** Diese Prüfung ist für das Nivellieren die wichtigste.

Man wählt eine ziemlich horizontale Strecke  $AB$  (Fig. 85) und schlägt in den Enden  $A$  und  $B$  Pflocke ein. Nun stellt man das Instrument in  $A$  so auf, dass das Ocular annähernd über  $A$  zu liegen kommt und lässt die Nivellierlatte genau lotrecht über  $B$  halten. Hierauf beobachtet man alle bei der Horizontalstellung der Visur und der Einstellung des Fadenkreuzes gegebenen Vorschriften und macht die Ablesung, welche der Stand des Horizontalfadens an der Nivellierlatte anzeigt. Diese Ablesung gibt die Lattenhöhe (Zielhöhe)  $L$ . Sodann misst man die Instrumenten-

höhe  $J$  vom Kopfende des Pflockes  $A$  bis zum Mittelpunkte der Ocularöffnung, und zwar auf folgende Weise: Man stellt die Nivellierlatte vorsichtig auf das Kopfende des Pflockes in  $A$  auf, sieht beim Objectiv des Fernrohres hinein und liest, da man jetzt das Fadenkreuz nicht sieht, die Mitte des sich zeigenden runden Gesichtsfeldes an der Theilung der Latte ab. Dabei ist es zweckmäßig, die Spitze eines Bleistiftes an der Theilung auf- und abzuführen, bis diese genau in der Mitte des Gesichtsfeldes erscheint, um an dieser Stelle die Ablesung zu machen.

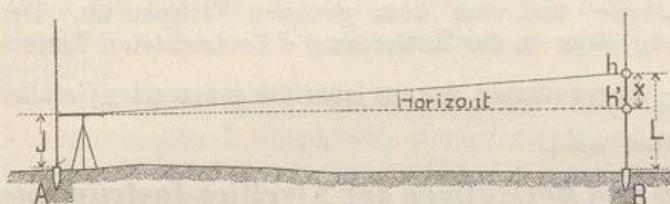


Fig. 85.

Es sei nun die Visur von  $A$  nach  $B$  um das Stück  $h' = x$  zu hoch; dann ist  $(L - x)$  die richtige Lattenhöhe und  $(L - J - x)$  das Gefälle von  $A$  bis  $B$ .

Wird sodann in

gleicher Weise das Instrument in  $B$ , die Nivellierlatte in  $A$  aufgestellt, und wie vorhin die Lattenhöhe  $L'$  abgelesen, ferner die Instrumentenhöhe  $J'$  gemessen, so ist jetzt  $(L' - x)$  die richtige Lattenhöhe, da die Visur auf dieselbe Entfernung wieder um  $x$  zu hoch geht. Es ist daher  $(L' - J' - x)$  der Höhenunterschied von  $B$  bis  $A$ .

Da nun das Gefälle von  $A$  nach  $B$  gleich dem negativen Gefälle (Steigung) von  $B$  nach  $A$  ist, also die Summe beider gleich Null sein muss, so erhält man:

$$(L - J - x) + (L' - J' - x) = 0;$$

daher ist der Fehler:

$$x = \frac{(L + L') - (J + J')}{2} \dots \dots \dots \quad 39)$$

Ist der so erhaltene Fehler positiv, so geht die Visur, wie angenommen wurde, um  $x$  zu hoch und es muss, da das Instrument noch in  $B$  steht, die Zielhöhe bei  $A$  um  $x$  vermindert werden; ist dagegen  $x$  negativ, so wird die Zielhöhe um  $x$  vergrößert, da die Visur um dieses Stück zu tief geht.

Bei einem fehlerfreien Instrumente ist  $x = 0$ .

Die Beseitigung des Fehlers geschieht dadurch, dass man die Visur, mittelst der Elevationsschraube  $E$ , auf die korrigierte Lattenhöhe einstellt und den sich dadurch ergebenden Ausschlag der Libellenblase durch Drehen des Rectificierschräubchens  $d$  der Libelle (Fig. 84) beseitigt. Dann ist bei einspielender Libellenblase der jedesmalige Visierstrahl horizontal. Nach dieser Berichtigung wird nochmals die Marke der Elevationsschraube geprüft und allenfalls berichtet.

**§. 141. Schlussbemerkungen.** Die Entfernung der Punkte  $A$  und  $B$  richtet sich nach der Art des zu untersuchenden Instrumentes.

Während man bei Nivellierdioptern nicht über 30 bis 40 m Entfernung zu gehen vermag, um noch deutlich ablesen zu können, kann man bei einem Nivellierinstrumente mit gutem Fernrohre 100 bis 200 m Entfernung annehmen.

$$\begin{array}{ll} \text{Beispiel. Es sei: } L = 1'853 \text{ m} & J = 1'454 \text{ m} \\ L' = 1'385 \text{ "} & J' = 1'488 \text{ "} \\ \hline L + L' = 3'238 \text{ m;} & J + J' = 2'892 \text{ m;} \end{array}$$

$$\text{Daher: } x = \frac{3'238 - 2'892}{2} = +0'173 \text{ m.}$$

Da die Visur hier um 0'173 m zu hoch geht, so ist diese mittelst der Elevations-schraube auf die richtige Lattenhöhe

$$L' = 1'385 - 0'173 = 1'212 \text{ m}$$

einzustellen.

### 3. Universal-Nivellier-Instrumente.

**§. 142. Allgemeine Bemerkungen.** Die Instrumente dieser Gruppe sind im allgemeinen wie die Theodolite construiert; das Fernrohr ist somit, im Gegensatze zu den Nivellier-Instrumenten der vorhergehenden Gruppe, nicht fest mit der Libelle und der Alhidade verbunden, sondern es lässt sich durchschlagen oder umlegen (§. 51). Wegen der vielseitigen Anwendung dieser Instrumente als Winkelmesser, als Distanzmesser und als Nivellier-instrumente nennt man sie „Universal-Nivellier-Instrumente.“

In Fig. 32 (§. 52) ist ein Universal-Nivellier-Instrument\*) von Starke & Kammerer in Wien mit durchschlagbarem Fernrohre dargestellt und bereits als Winkel- und Distanzmesser besprochen worden, so dass hier nur noch der Gebrauch desselben als Nivellier-Instrument nachgetragen werden soll.

Beim Gebrauche wird zunächst das Instrument, in der im §. 52 angegebenen Weise, aufgestellt und die Limbusscheibe mittelst der Stellschrauben  $s$  in eine horizontale Lage gebracht, wozu die Kreuzlibellen  $l$  und  $l'$  dienen (§. 53). Nun lüftet man die Klemmschraube für die grobe Verticalbewegung und dreht das Fernrohr in eine horizontale Lage, so dass der Nullpunkt des Nonius mit dem Nullpunkte des Höhengradbogens übereinstimmt, coincidiert, zieht die Klemmschraube wieder fest an und befestigt die Aufsatzzlibelle  $L$  auf dem Fernrohre. Hierauf wird die Alhidade sammt dem Fernrohre in die Richtung der aufgestellten Nivellierlatte gedreht, das Ocularrohr mittelst der entsprechenden Schraube so lange verschoben, bis man ein scharfes Bild des beobachteten Objectes sieht, eine etwaige Parallaxe beseitigt, die Aufsatzzlibelle  $L$  mit der Elevationsschraube  $e$  genau zum Einspielen gebracht und schließlich der Stand des Horizontalfadens an der Nivellierlatte abgelesen.

**§. 143. Die Prüfung und Berichtigung des Universal-Nivellier-Instrumentes von Starke und Kammerer** erfolgt, die bekannten Überprüfungen einzelner Theile vorausgesetzt, in nachstehender Ordnung:

a) Prüfung des Horizontalfadens am Fadenkreuze. Man stellt zunächst die Limbusscheibe durch die Kreuzlibellen  $l$  und  $l'$  horizontal, visiert auf einen entfernten, deutlich bemerkbaren Punkt und bewegt das Fernrohr, mittelst der Mikrometerschraube  $m$  der horizontalen Bewegung, so

\*) Mit 25facher Vergrößerung des Fernrohres, Winkelangabe auf dem Horizontal- und Verticalkreise durch je einen Nonius auf 1 Minute. Preis sammt Stativ fl. 270.

dass der Horizontalfaden durch den Punkt hin und her geführt wird. Erfolgt die Deckung nicht nach der ganzen Fadenlänge, so wäre das Instrument zum Nivellieren ungeeignet. Man lüftet dann behufs Berichtigung dieses Fehlers die zwei seitlichen Fixierungsschraubchen der Fadenplatte und verdreht letztere so lange, bis der Horizontalfaden richtig gestellt ist, worauf die Fixierungsschraubchen wieder fest angezogen werden.

b) Parallelstellung der optischen Achse zur Aufsatzlibelle. Letztere muss zuvor nach der im §. 10 bezeichneten Art berichtet werden, wobei das Fernrohr als Unterlage für die Libelle benutzt wird. Man stellt sodann die Limbusscheibe horizontal, setzt die berichtigte Aufsatzlibelle  $L$  auf das Fernrohr und bringt sie durch die Elevationsschraube  $e$  zum Einspielen. Nun liest man den Stand des Horizontalfadens an einer etwa 100 m weit aufgestellten Nivellierlatte ab, dreht das Instrument um 180° im Horizonte, hebt die Libelle  $L$  ab, schlägt das Fernrohr durch, setzt die Libelle wieder auf das Fernrohr und bringt die Libellenblase mit der Elevationsschraube  $e$  zum Einspielen. Trifft die Visur über den Horizontalfaden denselben Ort an der Latte, so ist die optische Achse parallel zur Libelle; eine etwaige Abweichung zeigt jetzt den doppelten Fehler  $mn$  (Fig. 86) und muss zur Hälfte durch die vertical wirkenden Schraubchen des Fadenkreuzes berichtet werden. Zu

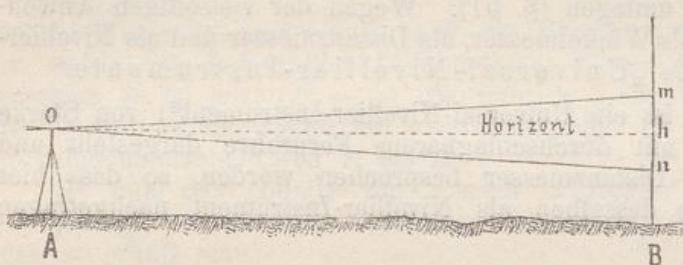


Fig. 86.

diesem Zwecke dreht man die Schraubchen  $a, a$  (Fig. 32) so lange im entgegengesetzten Sinne, bis die Visur über den Horizontalfaden nach dem zwischen  $m$  und  $n$  (Fig. 86) gelegenen Punkte  $h$  geht.

Anmerkung: Der Höhengradbogen soll, wenn die Kreuzlibellen und die Aufsatzlibelle zum Einspielen gebracht werden, die Ablesung von  $0^\circ$  ergeben. Ist dieses nicht der Fall, so wird der Nullpunkt des Nonius durch zwei gegenüberstehende Schraubchen entsprechend verstellt.

Der mittlere Fehler, einer in der Entfernung  $d$  beobachteten Lattenhöhe, kann mit  $\delta = \frac{d}{200\,000}$  angenommen werden, woraus wieder der mittlere Fehler des ganzen Gefälles nach Gleichung 38 berechnet wird.

#### 4. Die Nivellierlatten.

§. 144. **Einleitende Bemerkungen.** Zur Messung der Visierhöhen dienen eingetheilte Maßstäbe, Nivellierlatten genannt, welche vom Meßgehilfen auf den betreffenden Terrainpunkten aufzustellen und vertical zu halten sind.

Die Formen und Einrichtungen derselben sind sehr verschieden. Man unterscheidet namentlich zwei Gruppen, u. zw. Nivellierlatten mit und solche ohne Zielscheiben.

§. 145. **Nivellierlatten mit Zielscheiben.** Diese bestehen aus einer prismatischen Latte *A* (Fig. 87), welche nach Decimetern und Centimetern eingetheilt ist; die Bezifferung ist nach Decimetern durchgeführt und lauft bis 22.

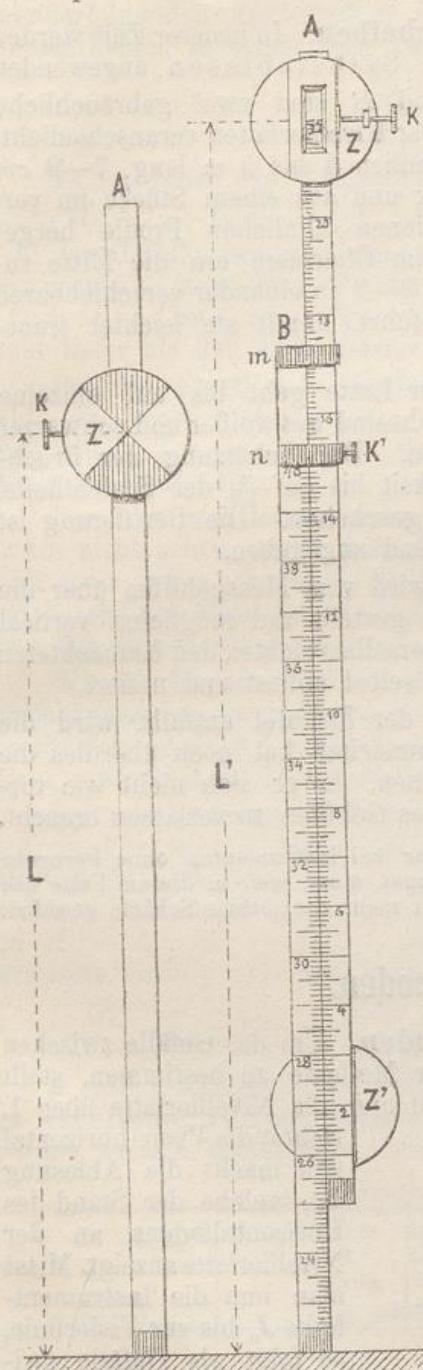


Fig. 87.

beweglichen Latte *A* jederzeit eine der beiden Zieltafeln in die Visierhöhe des Instrumentes bringen und hierauf die Ablesung am unteren Ende von *A* machen. Der Aufnahmsleiter hat jedoch stets jene Punkte, bei denen

Mittelst einer auf der Rückseite der Zielscheibe *Z* befindlichen, rechteckig durchbrochenen Hülse lässt sich die Scheibe auf der Latte *A* verschieben und in jeder beliebigen Höhe durch die Klemmschraube *K* feststellen. Die Hülse ist mit einer Millimeterscala versehen, deren Nullpunkt dem Zielpunkte der Scheibe gegenüber liegt und deren 10 Theile nach abwärts beziffert sind. Die Ablesungen an der Latte können somit bis auf Millimeter genau erzielt werden. Der Zielpunkt der Scheibe ist durch weißrothe Felder bemerkbar gemacht, so dass derselbe auch in größerer Entfernung gesehen und jedesmal scharf in die Visurhöhe des Fernrohres, entsprechend der Lattenhöhe *L*, gebracht werden kann.

Soll die Zielscheibe höher als auf  $2 \cdot 2\text{ m}$  gehoben werden, so schiebt der Figurant die Latte *A* durch die Bügel *m* und *n* der Latte *B*, ferner stellt er die Zielscheibe genau auf die Zahl 22 ein und zieht die Schraube *K* fest an. Nun verschiebt er die Latte *A* allmählich längs *B* hinauf, bis der Zielpunkt in der Visurhöhe entsprechend der Lattenhöhe *L'* liegt und stellt sie mittelst der Bremsschraube *K'* fest. Die Ablesung erfolgt jetzt am unteren Ende der Latte *A* an der Theilung der Latte *B*. Die Numerierung dieser Theilung reiht sich an jene von *A* an und reicht bis zu einer Höhe von  $4\text{ m}$ .

Da der Figurant bald die einfache, bald die zusammengesetzte Latte verwenden muss, und durch dieses öftere Ein- und Ausschieben der zweiten Latte viel Zeit verloren geht, so bringt man gewöhnlich an der Latte *A* bei  $0 \cdot 2\text{ m}$  noch eine zweite Zieltafel *Z'* an, welche sodann — bei der Einstellung auf  $2 \cdot 2\text{ m}$  — von der Zieltafel *Z* die constante Entfernung von  $2\text{ m}$  hat. Der Figurant kann nun durch Verschiebung der

die untere Zielscheibe anvisiert wurde, zu notieren, weil alle diese Lattenhöhen um 2 m vermindert werden müssen.

**§. 146. Nivellierlatten ohne Zielscheiben.** In neuerer Zeit werden fast ausschließlich Nivellierlatten zum Selbstablesen angewendet.

In Fig. 88 *A* und *B* sind zwei gebräuchliche

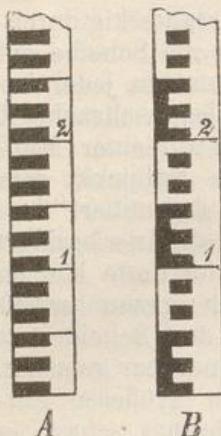


Fig. 88.

Fig. 88. Eine solche Latte wird vom Messgehilfen über die abzunivellierenden Punkte gestellt und möglichst vertical gehalten, worauf der Geometer die Visur nach derselben richtet, den beobachteten Stand des Horizontalfadens an der Theilung selbst abliest und notiert.

Da hier das zeitraubende Einvisieren der Zieltafel entfällt, wird die Arbeit wesentlich beschleunigt. Der Aufnahmsleiter hat noch überdies die Controle über die Richtigkeit der Lattenhöhen, da er sich nicht wie vorhin auf die Ablesungen und Notierungen seines Gehilfen zu verlassen braucht.

Nivellierlatten mit Zieltafeln wird man nur bei Instrumenten ohne Fernrohr oder dort verwenden, wo man große Stationen nehmen muss, weil in diesem Falle das Ablesen an einer Nivellierlatte ohne Zieltafeln nicht mehr die nötige Schärfe gewährt.

## B. Nivellier-Methoden.

**§. 147. Das Nivellieren aus den Enden.** Um das Gefälle zwischen zwei Punkten 0 und 1 (Fig. 89) nach dieser Methode zu bestimmen, stellt man das Instrument mit dem Oculare über 0 und die Nivellierlatte über 1.

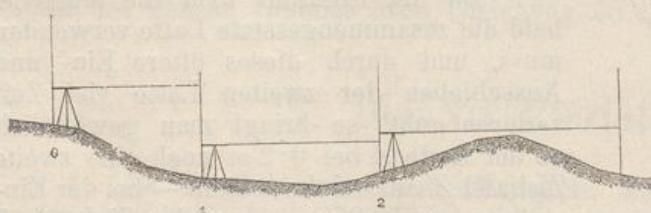


Fig. 89.

Ist die Gefällslänge so groß, dass man mit einer Aufstellung des Instrumentes nicht ausreicht, so theilt man die ganze Strecke in einzelne

Stationen 0—1, 1—2 u. s. w. und bestimmt das Gefälle jeder einzelnen Station nach der angegebenen Art. Bezeichnen  $L_1, L_2, L_3 \dots$  die aufeinanderfolgenden Lattenhöhen und  $J_0, J_1, J_2 \dots$  die zugehörigen Instrumentenhöhen, so erhält man als Einzelgefälle nach Gleichung 40):

$$\begin{aligned}G_{0,1} &= L_1 - J_0 \\G_{1,2} &= L_2 - J_1 \\G_{2,3} &= L_3 - J_2 \text{ u. s. w.}\end{aligned}$$

Es ist daher das Gesammtgefälle zwischen den Punkten 0 und  $n$ :

$$G_{0,n} = (L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n) - (J_0 + J_1 + J_2 + \dots + J_{n-1}) \dots \dots \dots \quad 41)$$

d. h. das Gefälle zwischen dem ersten und letzten Punkte wird gefunden, wenn man von der Summe der Lattenhöhen jene der Instrumentenhöhen abzieht. Ist das Resultat positiv, so liegt der Endpunkt tiefer als der Anfangspunkt, im entgegengesetzten Falle aber höher.

Bei der praktischen Ausführung eines Nivellements trägt man am Felde die beobachteten Latten- und Instrumentenhöhen in eine eigens hiezu eingerichtete Tabelle (§. 148) ein und rechnet die Einzeln- oder Gesammtgefälle zu Hause aus.

Der erste und letzte Punkt wird durch Pflöcke bezeichnet, wenn diese Punkte nicht schon durch feste Objecte gegeben sind. Als Zwischenpunkte wählt man sicher erkennbare Stellen, z. B. etwas hervorragende Steine, oder man bezeichnet diese Punkte auch durch kleine Pflöcke, namentlich dann, wenn der Boden weich ist.

Wie die horizontale Visur des Instrumentes hergestellt wird und welche Vorsicht man bei der Ablesung der Lattenhöhen beachten soll, ist bei dem Gebrauche der einzelnen Nivellier-Instrumente besprochen worden. Die Instrumentenhöhen werden mit der Nivellierlatte nach der im §. 140 erklärten Art gemessen.

Bei sehr genauen Nivellements und Stationslängen über 100 m muss noch die Correctur  $\delta$  der einzelnen Lattenhöhen, wegen des Unterschiedes zwischen den scheinbaren und den wahren Horizonten, nach §. 119 gemacht werden. Bezeichnen  $\delta_1, \delta_2, \delta_3 \dots$  die aufeinander folgenden Correcturen, so sind  $(L_1 - \delta_1), (L_2 - \delta_2) \dots$  die korrigierten Lattenhöhen und somit das korrigierte Gefälle zwischen 0 und  $n$ :

$$\begin{aligned}G_{0,n} &= (L_1 + L_2 + L_3 + \dots) - (J_0 + J_1 + J_2 + \dots) - \\&\quad - (\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \dots) \dots \dots \dots \dots \dots \quad 42)\end{aligned}$$

§. 148. Nachstehende Tabelle zeigt eine zweckmäßige Einrichtung des Nivellements-Protokolles beim Nivellieren aus den Enden und ist ohne weitere Erklärungen verständlich.

Nivellement-Tabelle I.

Station		lang m	Latten- ab- lesung m	Instru- ment- höhe m	Höhen- unterchiede		Anmerkungen
von	bis				Gefälle	Steig- ung	
0	1	50·0	2·518	1·205	1·313	—	
1	2	82·7	0·864	1·182	—	0·318	Nro. 3 um 0·32 m
2	3	65·2	0·376	1·238	—	0·862	tiefer als der Kopf
3	4	70·8	2·615	1·225	1·390	—	des Grenzsteines.
4	5	58·5	3·856	1·176	2·680	—	
		327·2	10·229	6·026	5·383	1·180	

Das Gesamtgefälle zwischen 0 und 5 beträgt somit

$$G_{0,5} = 10 \cdot 229 - 6 \cdot 026 = 4 \cdot 203 \text{ m},$$

oder auch zur Controle:  $5 \cdot 383 - 1 \cdot 180 = 4 \cdot 203 \text{ m}$ , auf eine Länge von zusammen  $327 \cdot 2 \text{ m}$ ; es ist somit 5 um  $4 \cdot 203 \text{ m}$  tiefer als 0.

Die Stationslängen sind nur in jenen Fällen zu messen nöthig, in denen es der Zweck der Arbeit erfordert; für die Berechnung der Correctur  $\delta$  genügt es, die einzelnen Stationslängen nach dem Schrittmaße zu bestimmen. In die Rubrik „Anmerkung“ trägt man nähere Bezeichnungen der Stationspunkte ein.

**§. 149. Das Nivellieren aus der Mitte.** Es sei der Höhenunterschied zwischen den Punkten 0 und 1 (Fig. 90) zu bestimmen.

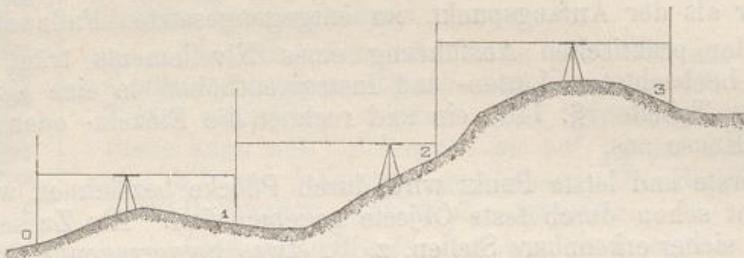


Fig. 90.

Man stellt das Nivellierinstrument zwischen 0 und 1, an passendem Orte, nöthigenfalls auch seitlich, horizontal auf, lässt vom Figuranten die Nivellierlatte zuerst über 0, dann über 1 vertical halten und notiert die zugehörigen Ablesungen  $l_0$  und  $L_1$ .

Das Gefälle zwischen 0 und 1 ist daher:

$$G_{0,1} = L_1 - l_0 \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (43)$$

Sind die Endpunkte der Gefällsstrecke soweit von einander entfernt, dass man sie von einem dazwischen liegenden Standpunkte des Instrumentes nicht genau oder gar nicht mehr sehen kann, so theilt man die ganze Strecke in mehrere Stationen  $0-1$ ,  $1-2$ ,  $2-3$  u. s. w. ein. Nun sucht man die einzelnen Höhenunterschiede nach dem eben gezeigten Verfahren und bildet ihre algebraische Summe, wobei die Gefälle mit positivem, die Steigungen mit negativem Vorzeichen eingesetzt oder in abgesonderten Colonnen einer Tabelle (§. 150) notiert werden.

Sind  $L_1, L_2, L_3 \dots$  die nach vorwärts liegenden und  $l_0, l_1, l_2 \dots$  die nach rückwärts liegenden Lattenhöhen, so ist das Gefälle nach Gleichung (43):

$$\text{zwischen } 0 \text{ und } 1: \quad G_{0,1} = L_1 - l_0$$

$$\text{n} \quad 1 \quad \text{n} \quad 2: \quad G_{1,2} = L_2 - l_1$$

$$\text{n} \quad 2 \quad \text{n} \quad 3: \quad G_{2,3} = L_3 - l_2 \text{ u. s. w.,}$$

daher das Gesamtgefälle zwischen dem ersten Punkte 0 und dem letzten Punkte  $n$ :

$$G_{0,n} = (L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n) - (l_0 + l_1 + l_2 + \dots + l_{n-1}) \dots \quad (44)$$

Es wird somit das Gefälle zwischen dem ersten und letzten Punkte bestimmt, wenn man von der Summe der vorwärts liegenden Lattenhöhen die Summe der rückwärts liegenden abzieht.

**§. 150. Nivellement-Protokoll beim Nivellieren aus der Mitte.**

Zur besseren Übersicht trägt man das Nivellement in eine entsprechende Tabelle ein, welche nachfolgende Einrichtung haben kann:

Nivellement-Tabelle II.

Station		lang m	Lattenablesung m		Höhen- unterschiede		Anmerkungen
von	bis		rück- wärts	vor- wärts	Gefälle	Steigung	
0	1	90·5	0·954	1·865	0·911	—	Nro. 0 = Stiegenstufe am Eingange.
1	2	80·3	1·976	0·248	—	1·728	
2	3	92·5	1·901	0·772	—	1·129	
3	4	62·6	2·118	3·465	1·347	—	
4	5	72·2	3·756	0·251	—	3·505	
		398·1	10·705	6·601	2·258	6·362	

Das Gefälle zwischen den Punkten 0 und 5 ist nach Gleichung 44):  $G_{0,5} = 6\cdot601 - 10\cdot705 = -4\cdot104 \text{ m}$  oder auch  $2\cdot258 - 6\cdot362 = -4\cdot104 \text{ m}$  und bedeutet wegen des negativen Vorzeichens eine Steigung; es liegt somit 5 um  $4\cdot104 \text{ m}$  höher als 0. Hinsichtlich der Wahl der Punkte und der sonstigen praktischen Durchführung des Nivellements gelten die bei der vorhergehenden Methode gemachten Bemerkungen auch hier. Dienen die zwischen den Endpunkten gewählten Zwischenpunkte nur als sogenannte „Anbindepunkte“ für die folgenden Stationen, so ist das Bezeichnen derselben durch Niveau-Pflöcke im allgemeinen nicht nötig, ausgenommen dass der Boden nachgiebig wäre; es genügen für diese einzelnen Aufstellungen der Nivellierlatte in der Nähe befindliche Steine oder sonstige harte Unterlagen.

**§. 151. Vorzüge des Nivellierens aus der Mitte.** Das Nivellieren aus der Mitte hat vor dem Nivellieren aus den Enden große Vorteile und zwar:

- a) Die Stationslängen können im allgemeinen doppelt so lang angenommen werden, falls nicht andere Hindernisse eintreten; daher sind auch weniger Überstellungen des Instrumentes nötig.
- b) Das ziemlich umständliche Messen der Instrumentenhöhen entfällt.
- c) Das Instrument muss nicht in gerader Linie zwischen den Stationspunkten stehen, sondern es kann in einem beliebigen, seitwärts gewählten Punkte aufgestellt werden.
- d) Wenn das Instrument von beiden Stationen gleichweit entfernt ist, so sind die Correcturen  $\delta$  (§. 119) an den Lattenhöhen gleich und fallen bei der Berechnung der Gefälle weg.
- e) Ist die Instrumentlibelle nicht ganz genau rectifiziert und besteht wieder dieselbe Voraussetzung wie in d), so ist jedesmal der Fehler bei der Lattenhöhe „rückwärts“ ebenso groß wie jener bei der Lattenhöhe „vorwärts“ und hebt sich im Gefällsunterschiede auf.

Aus vorstehenden Gründen gibt man dieser Methode den Vorzug und wendet sie fast ausschließlich an.

**§. 152. Das Stampfer'sche Nivellieren.** Zum Nivellieren nach dieser Methode, deren grösster Vortheil darin besteht, dass man nicht blos mittelst horizontaler, sondern auch bei geneigten Visierlinien nivellieren kann, ist ein Nivellier-Instrument nötig, welches mit der im §. 35 beschriebenen Messschraube von Stampfer versehen ist.

Sind  $A$  und  $B$  (Fig. 91) zwei Punkte des Terrains, deren Höhenunterschied bestimmt werden soll, so stellt man über  $A$  das Instrument so auf, dass der Drehungspunkt  $i$  des Fernrohres über  $A$  zu liegen kommt und

stellt die Limbusebene horizontal. Über  $B$  wird eine Latte mit zwei in einer bestimmten Entfernung  $L$  von einander angebrachten Zielscheiben  $o$  und  $u$  (§. 145) aufgestellt. Nun richtet man die Visur des Instrumentes mittelst der Elevationsschraube genau horizontal, liest den Stand der Elevationsschraube  $= h$  ab, richtet hierauf

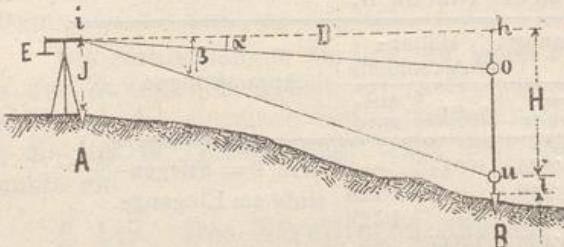


Fig. 91.

jedesmal die Visur mittelst der Elevationsschraube auf die Scheibe  $o$ , dann auf die Scheibe  $u$  und macht die diesbezüglichen Ablesungen  $o$  und  $u$  an den, der genannten Schraube zugehörigen, beiden Theilungen.

Bezeichnet man mit  $H$  den Höhenabstand der unteren Zielscheibe  $u$  von dem Horizonte des Instrumentes und mit  $D$  die Horizontaldistanz der Punkte  $A$  und  $B$ , so folgt aus dem Dreiecke  $hiu$ :

$$hu = H = D \cdot \operatorname{tg} \beta.$$

$$\text{Nun ist nach §. 36: } D = \frac{L}{k \cdot (o-u)};$$

$$\text{daher } H = \frac{L}{k \cdot (o-u)} \cdot \operatorname{tg} \beta.$$

Setzt man für  $\operatorname{tg} \beta = k \cdot (h-u)$ , wobei  $(h-u)$  die dem  $\beta$  entsprechende Anzahl der Umdrehungen der Elevationsschraube und  $k$  eine constante Zahl bedeuten (siehe §. 36), so erhält man:

$$H = \frac{L}{k \cdot (o-u)} \cdot k \cdot (h-u) = \frac{h-u}{o-u} \cdot L \quad \dots \dots \dots \quad 45).$$

Ist  $(h-u)$  positiv, so befindet sich die untere Scheibe wie in Fig. 91 unter dem Horizonte, im entgegengesetzten Falle liegt sie über demselben; im ersten Falle ist  $H$  selbst positiv, im letzteren aber negativ.

Das Gefälle von  $A$  bis  $B$  ergibt sich demnach:

$$G_{AB} = l + H - J;$$

wenn  $l$  die Höhe der unteren Scheibe über dem Lattenstandpunkte,  $H$  die nach Formel 45) berechnete Höhe und  $J$  die im Punkte  $A$  gemessene Instrumentenhöhe bezeichnen.

Mit Hilfe der Formel:  $H = \frac{h-u}{o-u} \cdot L$  kann man nun das Gefälle zwischen zwei Punkten durch das Nivellieren aus den Enden oder aus der Mitte bestimmen, wobei man in die Gleichungen 41 oder 44, anstatt der Lattenhöhen, die entsprechenden  $(l+H)$  einzusetzen hat. Für jedes  $H$  hat man die drei Ablesungen  $h$ ,  $o$  und  $u$  an der Elevationsschraube zu machen.

Der jedesmalige Quotient  $\frac{h-u}{o-u}$  ist mit der constanten Entfernung  $L$  der beiden Zielscheiben zu multiplicieren.

Die untere Zielscheibe hat gewöhnlich die Höhe  $l = 0.2\text{ m}$ , die obere  $2.2\text{ m}$  über dem Lattenstandpunkte, so dass dann  $L = 2\text{ m}$  ist.

Zwischen diesen beiden Scheiben wird eine rothe Marke angebracht, so dass man auch  $L = 1\text{ m}$  annehmen kann, wenn die Distanz so kurz ist, dass für dieselbe die Elevationsschraube nicht mehr ausreicht, um die Visur von der oberen bis zur unteren Zielscheibe zu verstellen.

Bei fallendem Terrain wird sodann die obere Zielscheibe als  $o$ , die mittlere Marke als  $u$ , bei steigendem Terrain aber diese Marke als  $o$  und die untere Zielscheibe als  $u$  angenommen. Im erstenen Falle ist dann  $l = 1.2\text{ m}$ , im letzteren  $l = 0.2\text{ m}$  zu setzen.

Auch Strauchwerk oder Culturen können ein Hindernis bilden, so dass dann nur eine der Zielscheiben und die Marke anvisiert werden können.

### §. 153. Nivelliermethoden nach Stampfer.!

Das Nivellieren aus den Enden. Bezeichnen  $0, 1, 2, \dots$  u. s. w. die aufeinander folgenden Stationen,  $J_0, J_1, \dots$  u. s. w. die in diesen Punkten gemessenen Instrumentenhöhen, ferner  $l$  die constante Höhe der unteren Scheibe über dem Lattenstandpunkte und  $L$  die constante Entfernung der beiden Zielscheiben, so ist, entsprechend der Gleichung 40):

$$\text{Das Gefälle von } 0 \text{ bis } 1: \quad G_{0,1} = l + L \left( \frac{h-u}{o-u} \right)_1 - J_0$$

$$\text{" " " " 1 " 2: } \quad G_{1,2} = l + L \left( \frac{h-u}{o-u} \right)_2 - J_1 \text{ u. s. w.}$$

wobei die einzelnen Quotienten  $\left( \frac{h-u}{o-u} \right)$  mit den Zeigern  $1, 2, \dots$  des betreffenden Stationspunktes, auf welchem die Latte steht, bezeichnet sind. Jeder Quotient, bei welchem  $h$  kleiner als  $u$  ist, muss mit negativem Vorzeichen in die Rechnung eingesetzt werden.

Ist das Resultat positiv, so ist der letzte Punkt tiefer als der erste, im entgegengesetzten Falle liegt die letzte Station höher als die erste.

Das Nivellieren aus der Mitte muss auch hier weitaus zweckmäßiger als der oben besprochene Vorgang bezeichnet werden.

Sind wieder  $0, 1, 2, \dots$  u. s. w. die aufeinander folgenden einzelnen Stationen, ist  $l$  abermals die Höhe der unteren Zielscheibe über der Lattenunterkante (zumeist  $0.2\text{ m}$ , wenn nöthig  $1.2\text{ m}$ ) und  $L$  die Zielscheibenentfernung, (zumeist  $2\text{ m}$ , nöthigenfalls  $1\text{ m}$ ) dann ist, vorausgesetzt dass die Exponenten  $v$  und  $r$  die Visuren „vorwärts“ oder „rückwärts“ und die Zeiger  $0$  und  $1$  die betreffenden Stationsnummern bezeichnen, das Gefälle von  $0$  bis  $1$  entsprechend der Gleichung 43:

$$G_{0,1} = \left\{ l + L \left( \frac{h-u}{o-u} \right)_1^v \right\} - \left\{ l + L \left( \frac{h-u}{o-u} \right)_0^r \right\}$$

$$G_{1,2} = \left\{ l + L \left( \frac{h-u}{o-u} \right)_2^v \right\} - \left\{ l + L \left( \frac{h-u}{o-u} \right)_1^r \right\} \text{ u. s. w.}$$

Beachtet man, dass die Werte  $l$  und  $L$  verschieden sein können und setzt man nach Gleichung 45:

$$L \left( \frac{h-u}{o-u} \right) = H \text{ so gilt allgemein:}$$

$$G_{0,2} = (H_1^r \pm l) - (H_0^r \pm l) + (H_2^v \pm l) - (H_1^v \pm l)$$

Man findet demgemäß das Gesamtgefälle, wenn man von der algebraischen Summe der einzelnen Werte ( $H \pm l$ ) der Vorwärtsvisuren die algebraische Summe der Werte ( $H \pm l$ ) der Rückwärtsvisuren abzieht.

Jedes  $H$ , bei welchem  $h$  kleiner als  $u$  ist, muss negativ genommen werden. Ist das Resultat positiv, so liegt die letzte Station tiefer als die erste, im entgegengesetzten Falle jedoch höher.

Für die Quotienten  $\left(\frac{h-u}{o-u}\right)$  kann man Tafeln benützen und hiedurch die praktische Anwendung bedeutend vereinfachen.

Nachstehende Tabelle, in welcher die erstenen Rubriken für  $l$ ,  $L$ ,  $h$ ,  $o$  und  $u$  am Felde, die nachfolgenden im Bureau auszufüllen sind, diene zur Erläuterung des Arbeitsvorganges.

Nivellement - Tabelle III.

Station		$l$	$L$	Elevationsschraube			$h-u$	$o-u$	$\left(\frac{h-u}{o-u}\right)$	$H \pm l$		Anmerkung
rückwärts	vorwärts	in m		$h$	$o$	$u$				rückwärts m	vorwärts m	
0	.	0'2	2	19'840	19'886	17'378	+2'462	2'508	+0'980	+2'160	.	Stufe
.	1	1'2	1	19'851	18'525	17'318	+2'533	1'207	+2'190	.	+3'390	
1	.	0'2	1	19'804	23'187	21'643	+1'839	1'544	-1'190	-0'990	.	
.	2	0'2	2	19'850	20'218	19'300	+0'550	0'918	+0'599	.	+1'398	Grenzstein
										+1'170	+4'788	

daher Gesamtgefälle  $G_{0,2} = 4'788 - 1'170 = 3'618 \text{ m}$ .

Die Stampfer'sche Nivelliermethode erfordert bei einem jeden Punkte mehrere Ablesungen, welche, wegen der geringen Ganghöhe der Elevationsschraube, für die einzelnen Visureinstellungen viel Zeit beanspruchen und deshalb, beim Übergehen der Visur von der einen auf die andere Zielscheibe, in Folge ungleichen Haltens der Latte und Nachgiebigkeit des Bodens leicht fehlerhaft sein können; ebenso erheischen die unentbehrlichen Berechnungen, auch bei Anwendung graphischer Methoden, viel Zeit. Endlich sei bemerkt, dass man in normaler Weise mit der Elevationsschraube Verticalwinkel nur bis zu etwa  $8^\circ$  messen kann.\*). Doch ist diese Methode für Nivellements in stark geneigtem und rasch wechselndem Terrain, wo gleichzeitig mit dem Nivellieren das Distanzmessen verbunden werden soll und eine besondere Genauigkeit nicht verlangt wird, mit besonderem Vortheile anzuwenden. Beim Nivellieren im Detail (für untergeordnete Punkte) und in ebenerem Terrain ist jedoch die gewöhnliche Nivelliermethode vorzuziehen, da sie jedenfalls viel einfacher ist und weitaus rascher zum Ziele führt.

\*) Anmerkung: Der Zeiger  $z$  der Stampfer'schen Messschraube (§. 35, Fig. 20) trifft ungefähr auf die Mitte der zugehörigen Theilung, wenn das Instrument horizontal gestellt wird. Man kann somit die eine Hälfte der Theilung zu Höhenwinkeln, die andere zu Tiefenwinkeln benützen. Bei sehr stark geneigtem Terrain lässt sich nöthigenfalls die ganze Theilung auf folgende Weise nutzbar machen. Man dreht mittelst der Hülse  $H$  (Fig. 84) das Instrument so lange auf dem Zapfen des Statives, bis eine der Stellschrauben  $S$  in die Richtung der anzuvisierenden Latte zu stehen kommt, stellt den Zeiger  $z$  bei ansteigendem Terrain nahe dem Anfange, bei fallendem Terrain dagegen nahe dem Ende der Theilung und bringt durch die erwähnte Stellschraube  $S$  die Libelle zum Einspielen. Auf diese Weise kann die ganze Theilung für Höhenwinkel, beziehungsweise für Tiefenwinkel benützt werden. Die

Limbus-Scheibe kommt dabei in eine schiefe Lage, wodurch beim Nivellieren aus der Mitte die Höhe der Visierlinie von einer Visur zur anderen eine kleine Änderung erleidet, welche in Rechnung zu ziehen ist. Dies geschieht dadurch, dass man die Größe  $H = L \left( \frac{h-u}{o-u} \right)$ , ob diese positiv oder negativ ist, um das halbe Schranken-Intervall von  $M$  bis  $h$  vergrößert. Man hat dann zu setzen:

$$H = L \left( \frac{h-u}{o-u} \right) + g \left( \frac{h-M}{2} \right) \dots \dots \dots \quad 46)$$

wobei  $M$  die sogen. Marke der Elevationsschraube (§. 137) und  $g$  den Wert eines Schraubenganges bezeichnen.

Z. B. Es sei  $g = 0'00053\text{ m}$ ,  $M = 18'48$  und bei fallendem Terrain  $h = 34'48$ , so ist die Verbesserung  $\pm 0'004\text{ m}$ ; diese ist so gering, dass sie in den meisten Fällen weggelassen werden kann.

### C. Höhen-Aufnahmen.

§. 154. **Allgemeine Bemerkungen.** Höhenaufnahmen durch Nivellements werden behufs Bestimmung der Erdgeschoss Höhen und sonstiger Niveaux bei Hochbauten, ferner für den Bau von Straßen, Eisenbahnen und Kanälen, für Flussregulierungen, bei Terrainaufnahmen, für Messungen von Wasserkräften bei Wassermotoren, für Ent- und Bewässerungen des Terrains, für Planierung der Baustellen und anderer Gründe, bei der Montierung größerer Maschinen u. s. w. vorgenommen.

Das eigentliche geometrische Verfahren des Nivellierens bleibt immer dasselbe, nur die Wahl der zu nivellierenden Punkte und die Genauigkeit der ganzen Arbeit hängen von dem jedesmaligen Zwecke des Nivellements, den verschiedenen Terrainverhältnissen u. dgl. ab. Man kann jedoch im allgemeinen General-Nivellements, Detail-Nivellements und Flächen-Nivellements unterscheiden.

Ein General-Nivelllement wird gewöhnlich zu einer Studie für die zweckmäßigste Richtung eines Verkehrsweges, Wasserlaufes u. s. w. gemacht. Bei demselben werden nur die allerwichtigsten Punkte der Richtung abnivelliert, daher die Stationen gewöhnlich sehr lang ausfallen. Die erforderliche Genauigkeit ist hier meistens eine geringere.

Ein anderer Zweck dieser Nivellements ist die Höhenbestimmung von gewählten Fixpunkten, welche, längs der projectierten Linie als Controlpunkte, für das spätere Detail-Nivellieren zu dienen haben. Solche Nivellements, welche auch „Fixpunkt- oder Control-Nivellements“ heißen, erfordern eine große Genauigkeit und sollen nur mit ganz vorzüglichen Instrumenten durchgeführt werden.

Die Detail-Nivellements kommen zur Anwendung, wenn man ein genaues Bild der Terraingestaltung nach einer bereits bestimmten Linie, z. B. nach der Achse einer für den Bau abgesteckten Straße erhalten will. Hier folgen die zu nivellierenden Punkte in etwa 5—20 m, nöthigenfalls noch kürzeren Entfernungen, aufeinander, da jede erhebliche Steigung oder Senkung des Bodens ermittelt werden soll. Dabei können auch Instrumente von geringerer Leistungsfähigkeit (Nivellier-Diopter, Taschen-Nivellierinstrumente) mit Vortheil verwendet werden, da sich diese leichter und schneller als größere aufstellen und transportieren lassen.

Flächen-Nivellements werden vorgenommen, wenn die Planierung einer unebenen Terrainfläche, die Entwässerung sumpfiger Gegenden u. s. w. durchzuführen ist. Die zu nivellierenden Punkte werden entweder zerstreut liegend oder so gewählt, dass sie in zu einander parallelen Verticalebenen (Querprofilen §. 158) liegen.

Für unsere Zwecke genügt es, das Detail-Nivellement und das Flächen-Nivellement kennen zu lernen.

**§. 155. Längenprofilaufnahmen.** Beim Nivellieren im Detail handelt es sich gewöhnlich um die Ausmittelung der Terraingestaltung nach einer gegebenen Längen- oder einer Querachse, d. h. um die Ausmittelung eines Längen- oder eines Querprofiles. Der Aufnahme des Längenprofiles geht die sogenannte Stationierung der abgesteckten Linie (*Trace*) voraus. Dieses ist eine während der Längenmessung zugleich vorgenommene Untertheilung derselben in Stationen von z. B. 100 m Länge. Mit den Stationspunkten werden gleichzeitig auch jene Punkte der Trace markiert und eingemessen, welche einen Terrainwechsel anzeigen, mithin auch Straßenränder, Grabenkanten u. dgl. Die Markierung der Stationen und der Zwischenpunkte geschieht durch kleine Niveau- oder Bodenpfölke mit dahinterstehenden längeren Nummernpföcken (§. 23, Fig. 14).

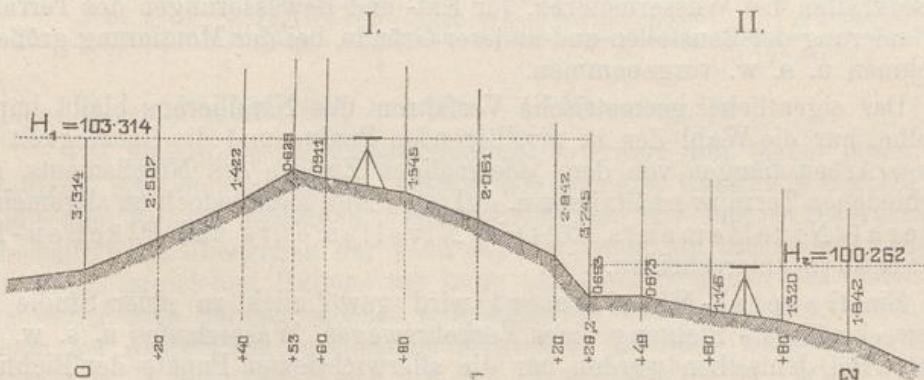


Fig. 92.

Die zweckmäßigste Bezeichnungsart ist diejenige, nach welcher die, je 100 m von einander entfernten, Stationspunkte mit fortlaufenden Nummern und die Zwischenpunkte durch Maßzahlen sichergestellt werden, welche ihre Entfernung von dem nächst vorhergehenden Stationspunkte angeben. So bedeutet z. B. 5 + 20 jenen Punkt, welcher um 20 m hinter dem Stationspunkte 5 liegt, also vom Anfangspunkte um 520 m entfernt ist. Aus Fig. 92 ist der Vorgang bei der Aufnahme eines Längenprofiles und aus der folgenden Tabelle die Art der Aufschreibungen und Berechnungen des Nivellements zu entnehmen.

Der Handriss (Fig. 92) ist bei der praktischen Durchführung eines Längen-Nivellements nicht zu zeichnen, er dient hier nur zur Orientierung für die nachfolgende Tabelle:

Nivellement - Tabelle IV.

Standpunkt	Punkt Nro.	Latten-Ablesung	Visur-höhe	Cote des Punktes	Anmerkung
I	<b>0</b>	3·314	103·314	100·000	Fixpunkt = 100 m
	+ 20	2·507		100·807	
	+ 40	1·422		101·892	
	+ 53	0·629		102·685	
	+ 60	0·911		102·403	
	+ 80	1·545		101·769	
	<b>1</b>	2·061		101·253	
	+ 20	2·942		100·372	
II	+ 28·2	3·745		99·569	Anbindepunkt
	+ 28·2	0·693	100·262	"	" "
	+ 40	0·673		99·589	
	+ 60	1·145		99·117	
	+ 80	1·320		98·942	
<b>2</b>		1·842		98·420	

Um die Höhenlage einzelner Punkte schnell und sicher beurtheilen zu können, gibt man dem Anfangspunkte (Fixpunkte) eine beliebige, große Höhencote, so dass voraussichtlich alle Werte + werden, z. B. 100 m, und bezieht alle anderen Höhencoten auf die des Fixpunktes. Kennt man die Meereshöhe desselben, so zieht man diese in die Rechnung und erhält damit die Meereshöhen der übrigen Punkte.

Die Berechnung in der Tabelle erfolgt nach der Regel:

Visurhöhe = Terrainhöhe + Lattenablesung, folglich:

Terrainhöhe = Visurhöhe - Lattenablesung.

So findet man z. B. die erste Höhe des Instrumenthorizontes

$H_1 = 103\cdot314 \text{ m}$  indem man zur angenommenen Terrainhöhe von 100 m des Anfangspunktes **0**, die auf diesem Punkte gemachte Lattenablesung = 3·314 m addiert.

Die Visurhöhe ist mithin  $H_1 = 100\cdot00 + 3\cdot314 = 103\cdot314 \text{ m}$ .

Die Terrainhöhe der folgenden Punkte erhält man dann einfach durch Subtraction der betreffenden Lattenablesung von der Visurhöhe.

Z. B. Terrainhöhe des Punktes **1** + 28·2 = 103·314 - 3·745 = 99·569 m

Um die Höhe des nächstfolgenden Instrumenthorizontes  $H_2 = 100\cdot262 \text{ m}$  zu finden, addiert man wieder zur Terrainhöhe des Anbindepunktes **1** + 28·2 = 99·569 m die zweite über diesem Punkte gemachte Ablesung = 0·693 m hinzu. Dann ist  $H_2 = 99\cdot569 + 0\cdot693 = 100\cdot262 \text{ m}$ . Die folgenden Terrainhöhen werden, wie früher, aus der Differenz dieser neuen Visurhöhe und der betreffenden Lattenhöhe gebildet u. s. w.

Die Standorte des Instrumentes werden so angenommen, dass man von diesen aus möglichst viele Punkte anvisieren kann.

Eine Controle für die Richtigkeit des Nivellements verschafft man sich dadurch, dass man zum Anfangspunkte zurücknivelliert und nachsieht, ob man mit der angenommenen Höhencote desselben eintrifft. Bei größeren Längen geht dem Nivellieren im Detail stets ein Fixpunkt-Nivellement voraus, welches durch ein Control-Nivellement geprüft wird, so dass man bei der Controle des Längenprofiles nicht mehr bis zum Anfangspunkte

zurück zu nivellieren braucht, sondern schon bei dem nächstfolgenden Fixpunkte controlieren kann.

Auf die Ablesungen an den Anbindepunkten, sowie auf das richtige Einstellen der Libelle, ist die größte Sorgfalt zu verwenden, da sich die gemachten Fehler weiter fortpflanzen.

Bemerkung: Die äußersten Fehlergrenzen der Längen-Nivellements sind in manchen Ländern amtlich bestimmt. So gelten z. B. in Württemberg nachfolgende zulässige Differenzen für zwei von einander unabhängige Nivellements:

Gefällslänge m	Fehlergrenze mm
0—20	3
20—45	4
45—100	6
100—250	9
250—500	13
500—1000	18
1000—2000	25
2000—3000	30
3000—4000	35
4000—5000	40
5000—6000	45
6000—7500	50

§. 156. Beim **Auftragen der Längenprofile** wählt man für die Höhen eine kleinere Verjüngung als für die Längen, womit man ein stärkeres Hervortreten der Höhenunterschiede bezweckt. Diese sogenannte „Überhöhung“ ist eine fünf- bis zwanzigfache, gewöhnlich aber eine zehnfache. Bei diesen Profilen bilden die horizontalen Distanzen die Abscissen und die Höhen der einzelnen Punkte die Ordinaten.

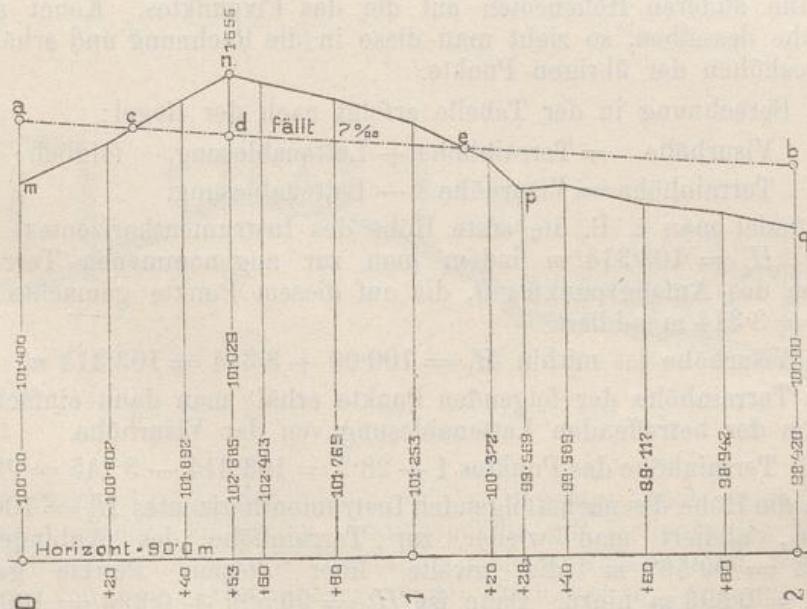


Fig. 93.

In Fig. 93 ist das in der Tabelle IV. enthaltene Nivellement graphisch dargestellt, wobei die Längen im Maßstabe 1:2000, die Höhen im Maßstabe 1:200 aufgetragen worden sind.

Auf einer, als Abscissenachse angenommenen, Horizontalen trägt man nach dem Längenmaßstabe zunächst die bei der Stationierung der Trace abgemessenen gleichen Stationslängen und deren Zwischenpunkte auf. In diesen Punkten errichtet man Senkrechte auf die Horizontale und trägt auf diese die Höhen (Ordinaten) nach dem Höhenmaßstabe auf. In den meisten Fällen würden die so erhaltenen Ordinaten, beim Auftragen ihrer vollen

Werte, zu lang werden, weshalb man dieselben um ein bestimmtes Maß, z. B. um  $90\text{ m}$ , abkürzt und die so angenommene Horizonthöhe sodann mit „Horizont =  $90\text{ m}$ “ im Profile angibt.

Verbindet man die aufeinander folgenden Punkte durch gerade Linien, so erhält man das Längen-Profil  $mnpq$  der abnivellierten Trace.

Zu den Ordinaten schreibt man die auf den angenommenen Fixpunkt sich beziehenden Höhencoten. Die unter der Horizontalen stehenden Zahlen geben die von  $0$  ausgehenden Längen der Abscissen an und zwar mit jener Bezeichnung, die bei der Stationierung angewendet wurde.

**§. 157. Längenprofil-Darstellungen bei Kunstdauten.** Wenn das Längenprofil für den Entwurf einer Straßen- oder Canalanlage dienen soll, so zeichnet man in dasselbe die projectierte Höhe der Straßenkrone, beziehungsweise der Canalsohle, die sogenannte „Nivellette“  $ab$  (Fig. 93) mit allen ihren Gefällsbruchpunkten ein und schreibt die berechneten Höhencoten derselben zu den betreffenden Ordinaten. Hat z. B. die Nivellette im Punkte  $0$  die Höhe =  $101\cdot400\text{ m}$ , jene in  $b$  die Höhe =  $100\cdot000\text{ m}$ , so ergibt sich ein Gefälle von  $1\cdot4\text{ m}$  auf eine Länge von  $200\text{ m}$ , d. h. ein Fall von  $7\text{ m}$  auf  $1\text{ km}$  Länge, was zur Nivellette mit: „fällt  $7\%$ “ bemerkt werden kann. Hieraus lässt sich nicht nur die Höhe der Nivellette in allen Zwischenpunkten, sondern auch die Höhe des Auf- oder Abtrages der Erdmassen in den einzelnen Punkten berechnen. So ist

z. B. der Punkt  $d$  der Nivellette bei Station  $0 + 53$  um  $\frac{53 \times 7}{1000} = 0\cdot371\text{ m}$

tiefer als  $a$ , somit dessen Höhencote  $101\cdot400 - 0\cdot371 = 101\cdot029\text{ m}$ , daher die Höhe des Abtrages  $dn = 102\cdot685 - 101\cdot029 = 1\cdot656\text{ m}$ .

Zur besseren Übersicht schreibt man die so berechneten Höhen der Nivellette und jene der Auf- oder Abträge mit rothen Zahlen zur betreffenden Ordinate in das Längenprofil ein. Aus Fig. 93 ist ferner noch ersichtlich, dass sich von  $a$  bis  $c$ , ebenso von  $e$  bis  $b$ , ein Auftrag (Damm), dagegen von  $c$  bis  $e$  ein Abtrag (Einschnitt) ergibt.

### §. 158 und 159. Querprofil-Aufnahmen.

**§. 158. Querprofil-Aufnahmen mittelst eines Nivellierinstrumentes.** Um aus den Querprofil-Aufnahmen die Gestaltung der Terrainfläche seitlich einer Längenachse kennen zu lernen, steckt man rechtwinkelig zur letzteren gerade Linien ab und nivelliert dieselben im Detail ein. Ausnahmsweise können einzelne Querprofile auch schief eingelegt werden; dann muss jedoch der Neigungswinkel gegen die Längenachse gemessen werden. Die so erhaltenen Profile heißen „Querprofile.“ Diese werden in den einzelnen Punkten des Längenprofiles aufgenommen. Das Aufnehmen der Querprofile erfolgt, entweder in derselben Weise wie das des Längenprofiles mittelst eines der in §. 123—143 beschriebenen Nivellierinstrumente, oder mittelst einer Abwäglatte.

Im ersten Falle werden die Entferungen der zu nivellierenden Punkte, gleichzeitig mit dem Nivellieren, durch ein Messband eingemessen und ist daher die Bezeichnung dieser Punkte durch Pflöcke nur in jenen Fällen nothwendig, in welchen das Nivellement aus gewissen Gründen erst später durchgeführt werden kann. Die Lattenablesungen und die Entferungen der einzelnen Punkte von der Längenachse notiert man in einen Handriss, wie in Fig. 94 angegeben ist.

Die horizontalen Geraden bezeichnen die Horizonte der aufeinanderfolgenden Standorte des Instrumentes; die verticalen Geraden die Lattenhöhen der nivellierten Punkte. Die rechte und linke Seite des Handrisses

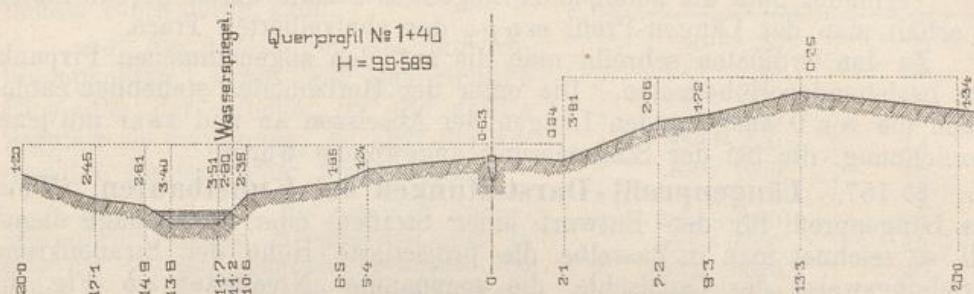


Fig. 94.

hat jenen zwei Seiten zu entsprechen, welche dem, in der Richtung der Numerierung des Längenprofiles stehenden, Beobachter als „rechts“ und „links“ erscheinen. Die Höhenlage des ganzen Querprofiles ist durch die Höhe des Achsenpflockes bestimmt, dessen Höhencote schon vorher bei dem Längen-Nivellement ermittelt wurde. Diese Höhencote wird gewöhnlich unter der Aufschrift des betreffenden Querprofiles mit z. B.  $H = 99.589\text{ m}$  angegeben.

§. 159. Querprofil-Aufnahme mittelst der Abwäglatte. Ist das Terrain in der Richtung des Querprofiles sehr stark geneigt oder sehr wechselnd, so benützt man zum Nivellieren die Abwäglatte (§. 121—122), da sonst das mehrmalige Überstellen des Instrumentes zeitraubend wäre. Beim Nivellieren mit der Abwäglatte ist derselbe Vorgang wie beim Staffelmessen einzuhalten, nur werden hier, nebst den horizontalen Entfernung, noch die Höhenunterschiede der Punkte an der Setzlatte, Ableslatte, gemessen, dann abgelesen und entweder in einen Handriss, oder in eine Tabelle, eingetragen. Die horizontalen Entfernung sind entweder gleich oder kleiner als die Länge der Abwäglatte, je nachdem das Terrain dazwischen gleichmäßig verläuft oder deutlich ausgeprägte Bruchpunkte zeigt.



Fig. 95.

Länge hat, gleich 4, 8, 12..... Meter. Zwischenpunkte sind bei 1.5 m „links“ und bei 5.6 m „rechts“ eingemessen. Deren Höhen wurden durch Aufstellung der Setzlatte an diesen Punkten ermittelt. Das in Fig. 95 aufgenommene Querprofil könnte auch ohne Handriss, und zwar nach den in

Die Horizontalen im Handriss Fig. 95 bezeichnen die aufeinander folgenden Lagen der Abwäglatte, die Verticalen die Höhenunterschiede.

Die horizontalen Distanzen sind von der Mitte aus gleich der 1, 2, 3,...fachen Länge der Abwäglatte, somit, wenn diese 4 m

nachfolgender Tabelle eingetragenen Messungsresultaten gezeichnet werden, jedoch ist der Handriss weitaus übersichtlicher.

Querprofil - Tabelle.

Links			Rechts		
Strecke	Steigung	Gefälle	Strecke	Steigung	Gefälle
<b>Querprofil Nro. 2 + 30</b>					
0—15	—	1'60	0—4	2'05	—
0—4	—	1'50	4—8	2'58	—
4—8	2'81	—	5'6—8	2'11	—
8—12	2'15	—	8—12	1'98	—
<b>Querprofil Nro. 2 + 40</b>					
u. s. w.					

Beim Zeichnen der Querprofile wendet man keine Überhöhung an, so dass die Längen und die Höhen in demselben Verjüngungsmaße aufgetragen werden. Das Verjüngungsverhältnis entspricht gewöhnlich den Höhen des Längenprofiles. Wenn die Querprofile auch zum Einzeichnen der „Kunstprofile“, für Dämme oder Einschnitte bei Erdbauten, sowie für die nachherige Massenberechnung dienen sollen, zeichnet man sie vortheilhaft im Maßstabe 1:100, wobei das im Handel erhältliche sogenannte „Millimeterpapier“ gute Dienste leistet.

**§. 160. Das Flächen-Nivellement.** Das Nivellement einer Fläche erfordert die Höhenbestimmung so vieler Punkte, dass sich nachher aus dem Plane die Gestaltung der Terrainfläche deutlich und naturwahr ergibt. Lange und schmale Flächenstreifen werden gewöhnlich mittelst Aufnahme eines Längenprofiles und einer Anzahl von Querprofilen bestimmt. Ist ein Situationsplan der abzunivellierenden Fläche vorhanden, so zieht man es vor, die Aufnahme durch das Nivellement einer Anzahl zerstreut liegender Punkte (Höhenpunkte) vorzunehmen. Nach vorgenommenem Nivellement berechnet man sich die Ordinaten der einzelnen Punkte, bezogen auf eine gemeinschaftliche Horizontalebene (§. 155, Tabelle IV.) und trägt die so gewonnenen Höhenmaßzahlen zu den durch kleine Kreuze, oder mittelst eines Nullenzirkels durch kleine Kreise, bezeichneten Punkten des Planes, zweckmäßig im Farbenton der Schichtenlinien, (zumeist braun) ein. Kam die Höhenaufnahme durch die Ausführung eines Längenprofiles und einer Anzahl von Querprofilen zu Stande, so hat man zunächst die Situation der Profile anzufertigen und sodann in dieselbe bei den einzelnen Punkten die vorhin erwähnten Höhenmaßzahlen einzutragen.

Bemerkung: Bei Höhenaufnahmen größerer Flächen und in jenen Fällen, wo man ein deutlicheres Bild über die Form der abnivellierten Fläche erhalten will, begnügt man sich nicht mit den im Plane eingetragenen Höhenmaßzahlen, Coten, sondern man konstruiert in diesen cotierten Plan „Horizontalcurven“ oder „Schichtenlinien“, d. h. krumme Linien, welche die Punkte gleicher Terrainhöhe enthalten. Diese Linien werden immer nur für ganze Höhenmaßzahlen, bei Annahme einer bestimmten Schichtenentfernung von z. B. 1, 2, 5, 10 m u. s. w., konstruiert und zwar derart, dass man zwischen je zwei Höhenpunkte, welche oberhalb und unterhalb der gesuchten Linie liegen, den Punkt der letzteren einschaltet, interpoliert. Verbindet man die interpolierten Punkte gleicher Höhen durch stetige krumme Linien, so erhält man die Horizontalcurven der abnivellierten Fläche.

Ein weiteres Eingehen auf die Construction der Horizontalcurven ist für unsere Zwecke unnötig.

## Abtheilung: III.

### Das Situationszeichnen und die Terraindarstellung.

§. 161. **Hilfsmittel zum Situationszeichnen.** Das Auftragen gemessener Längen behufs Anfertigung des Situationsplanes erfolgt nach einem Maßstabe, dessen Verjüngungsverhältnis von dem jedesmaligen Zwecke des Planes abhängig ist (§. 4).

Vorzugsweise eignen sich hiefür die sogenannten „Transversalmaßstäbe“, deren Construction als bekannt vorausgesetzt wird.

Nach erfolgter Construction des Maßstabes schreitet man zum Auftragen des Achsennetzes. Dieses enthält entweder nur rechte Winkel, oder es ist ein Polygon mit schiefen Winkeln, welche letzteren mit einem Transporteur, genauer aber mit Hilfe einer Tangenten- oder einer Sehnentabelle construiert werden.

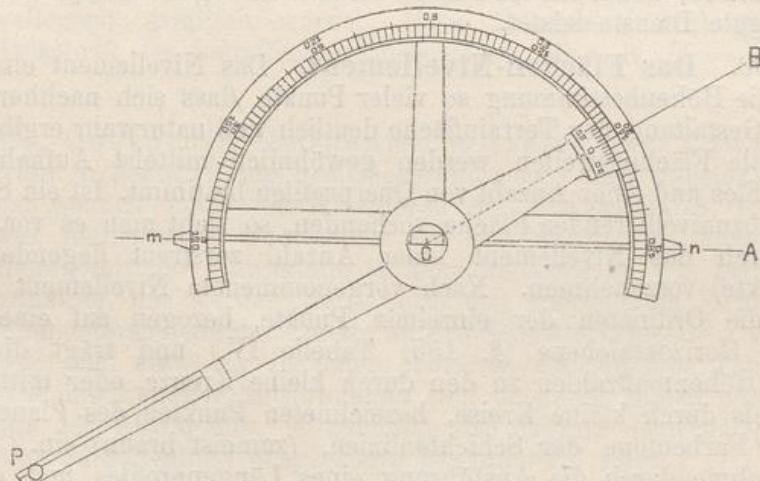


Fig. 96.

Der Transporteur besteht aus einer halbkreisförmigen Scheibe in Messing (Fig. 96), an deren Umfange sich eine Gradtheilung mit einer nach rechts und nach links gehenden Bezifferung vorfindet. Mit Hilfe des Knopfes  $P$  als Handhabe lässt sich das Lineal um den Mittelpunkt  $C$  bewegen. Die Linealverlängerung gegen  $B$  hin trägt einen Nonius, dessen Nullpunkt in der Verlängerung der Linealkante  $PC$  liegt und dessen Angabe z. B. 1 Minute beträgt. Der Nonius ist ein doppelter und zwar einer für die nach rechts, ein anderer für die nach links gehende Bezifferung des Transporteurs. Soll ein Winkel von z. B.  $30^\circ$  aufgetragen werden, so legt man den Transporteur mit seinem Mittelpunkte so über den Scheitel  $C$ , dass die Marken  $m$  und  $n$  in die Richtung des über  $C$  hinaus verlängerten ersten Schenkels  $AC$  fallen. Nun hält man den Transporteur fest, dreht

das Lineal so lange, bis der Nullpunkt des Nonius auf  $30^\circ$  an der Gradtheilung steht, zieht an der Linealkante bei  $P$  einen Bleistiftstrich und verlängert diesen sodann über  $C$ ; dann ist der erhaltene Winkel  $ACB = 30^\circ$ .

Winkelconstruction nach der Tangenten-Methode. Man beschreibt aus dem gegebenen Scheitel  $C$  (Fig. 97) einen Kreisbogen  $ab$ , zweckmäßig mit z. B. 100 mm Halbmesser, zieht  $bx \perp AC$ , trägt längs  $bx$ , von  $b$  aus, den Halbmesser  $Cb$  auf und theilt diesen in 10 gleiche Theile.

Soll nun in  $C$  ein Winkel von z. B.  $40^\circ 30'$  construiert werden, so entnimmt man aus einer Tangententabelle  $\operatorname{tg} 40^\circ 30' = 0.854$  und macht bei  $0.854$  des Maßstabes  $bx$  die Marke  $m$ , welche, mit  $C$  verbunden, den Winkel  $bCm = 40^\circ 30'$  ergibt. Winkel über  $45^\circ$  werden vortheilhafter mit Hilfe ihrer Cotangentenlinien construiert.

Um denselben Winkel nach der Sehnens-Methode zu konstruieren entnimmt man aus einer Sehnentabelle für den Halbmesser = 1000 den Wert:

Sehne  $40^{\circ} 30' = 692 \cdot 1$

Für den in Fig. 97 angenommenen Halbmesser = 20 mm erhält man daher:

$$\text{Sehne } 40^\circ 30' = \frac{692 \cdot 1 \times 20}{1000} = 13.8 \text{ mm}$$

Fasst man diese Länge von  $13 \cdot 8 \text{ mm}$  in den Zirkel und schneidet mit derselben von  $b$  aus den Kreisbogen in  $n$ , so ist  $\angle bCn = 40^\circ 30'$ .

Als Halbmesser wählt man, wie bereits bemerkt wurde, vortheilhaft eine größere Länge von z. B. 100 mm, so dass die zehnten Theile der Tabellenwerte für den Halbmesser 1000 die Sehnenlängen in Millimetern ergeben.

Winkel über  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  u. dgl. construiert man am besten dadurch, dass man zunächst die Überschusswinkel über  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  u. s. w. bestimmt.

Nach erfolgter Construction des Achsennetzes zeichnet man die einzelnen Details, entsprechend den auf dem Felde angewandten Aufnahmefethoden, ein. Die so erhaltenen Punkte werden mit einer Nadel pikiert und nach Angabe des Handrisses durch gerade Linien verbunden.

**§. 162. Ausfertigen der Situationspläne.** Der nach dem Vorstehenden erhaltene Plan enthält nur die Umrisse der einzelnen Parcellen. Soll die aufgenommene Fläche in möglichst naturgetreuer Darstellung erscheinen, so sind noch die Bezeichnungen der natürlichen und künstlichen Objecte, der Culturen, der Gewässer u. s. w. erforderlich.

Für gewisse Zwecke wird manchmal auch eine Darstellung der Terrainformation durch Höhenkurven und Bergschraffierung gefordert, wie dieses z. B. bei den österreichischen Generalstabskarten der Fall ist.

Die Ausführung eines Situationsplanes erfolgt entweder nur mit schwarzer Tusche oder mit Tusche und Farbenlagen. In den meisten Fällen genügt

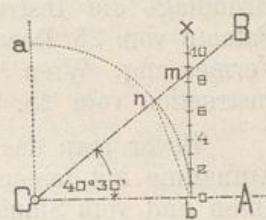


Fig. 97.

die erstere Ausführungsweise; hingegen sind colorierte Pläne übersichtlicher und bieten ein gefälligeres Bild.

Bei der Planausfertigung geht man von dem Grundsatze aus, die Beschaffenheit der einzelnen Parcellen unmittelbar aus der Zeichnung zu erkennen. Man hält sich hiebei an eine allgemein übliche Bezeichnungsart, welche entweder aus Mustervorlagen oder, in besonderen Fällen, aus gegebenen Vorschriften zu entnehmen ist. Der im Anhange beigegebenen Tafel dient als Grundlage die Instruction zur Ausführung der in Folge der allerhöchsten Patente vom 23. December 1817 und 20. October 1849 angeordneten Catastral-Vermessung, Wien 1865, ferner die k. k. österr. Catastral-Vermessungs-Instruction vom 28. März 1818.

Bevor man das Ausfertigen eines Planes beginnt, ist die vollständige Aufnahme mit feinen Tuschlinien auszuziehen und hierauf von den Bleistiftlinien und vom Staube mit Gummi-Elasticum oder Brodkrummen zu reinigen. Ist im Plane auch das Terrain darzustellen, so beginnt man, nach vorhergegangener Einzeichnung der Horizontalcurven, mit der Bergschraffierung (§. 164); wird diese jedoch unterlassen und zeichnet man nur die Schichtenlinien ein, so werden letztere gewöhnlich mit farbigen Linien, zumeist bei Anwendung einer braunen unverwaschbaren Tinte (Indelible) ausgezogen. Hierauf zeichnet man die Culturen ein. Die Schlagschatten der Bäume, Rebenstücke u. dgl. werden, bei Voraussetzung der Beleuchtungsrichtung von links nach rechts, mit schwarzer Tusche gezogen. Zum Schlusse wird der Plan gewöhnlich mit der sogenannten Kartenschrift beschrieben, welche, je nach Wichtigkeit der zu bezeichnenden Objecte, in verschiedener Größe ausgeführt wird, endlich noch mit dem zugehörigen Maßstabe (Transversalmaßstäbe) versehen.

Bei Darstellungen in colorierten Plänen hat man zunächst den Plan in schwarzer Manier nach den beschriebenen Regeln auszufertigen. Sodann wird derselbe gereinigt, auf der Rückseite mit Wasser befeuchtet und aufgespannt, schließlich hat man die einzelnen Parcellen mit den im Nachstehenden angegebenen Farbtönen zu colorieren. Damit die Tuschlinien beim Colorieren nicht verwischt werden, ist vorher der ganze Plan mit Wasser zu übergießen. Bei dieser Gelegenheit sei bemerkt, dass man die Abstiche für allenfalls nothwendige Flächenberechnungen vor dem Aufspannen und Übergießen des Planes mit Wasser vornehmen soll, da sich sonst durch die Wassereinwirkung auf das Papier nachträglich Längenunterschiede ergeben könnten. Es ist daher empfehlenswert, nicht die Originalzeichnung, sondern nur eine Copie (Indicationsskizze) [§. 165] zu colorieren.

Zunächst coloriert man die einzelnen Bauparcellen als: Gebäude, Objecte in Stein und Holz, dann Verkehrswege, Gewässer und Grenzen (wie es z. B. bei Ausführung der Catastral-Mappen der Fall ist); ferner, bei vollständiger Colorierung der Pläne, auch die Grundparcellen als: Felder, Wein-, Gemüse- und Hopfengärten, Weiden, Wiesen, Waldungen u. s. w. Nach der durchgeföhrten Colorierung kann der Plan nöthigenfalls noch mit der Angabe der Himmelsrichtungen versehen werden.

**§. 163. Colorierte Pläne.** Bei Zugrundelegting der vorangeführten Instruction für die österreichische Catastral-Vermessung gelten für das Ausfertigen colorierter Pläne folgende Vorschriften:

Die einzelnen Objecte und Parcellen werden mit einem farbigen Tone angelegt, welcher im allgemeinen der Natur nachgeahmt sein soll und entsprechen diesem Erfordernisse nachstehende Farbentonlagen:

Die Grenzen einzelner Gemeinden, Bezirke, Länder und des Reiches sind mit schmalen, farbigen Streifen, in zwei Tonlagen unterschiedlicher Farben, anzulegen.

Steinerne Gebäude und andere Objecte aus Stein, als: Mauern, Brücken, gemauerte Gerinne bei Wasserleitungen, Kreuze, Wegweiser, Grenzsteine u. dgl.: Carmin, mittelstark. Öffentliche Gebäude (Kirchen, Schulen u. s. w.) werden stärker mit diesem Farbenton überlegt. Die Schraffierung mit Tusche entfällt hier jedoch. Speciell bei Wohngebäuden wurde früher die Hauptfronte durch einen starken Tuschestrich und eine feine stärkere Carminlinie bezeichnet; bei neueren Plänen ist dieses jedoch nicht mehr gebräuchlich, da ja hiedurch die Genauigkeit bei Abnahme von Maßen leidet.

Hölzerne Gebäude und sonstige Objecte aus Holz: Gummigutti, mittelstarker Ton. Die Schraffierung mit Tusche, wie bei farblosen Darstellungen, entfällt auch hier. Die Hauptfronte wurde früher ebenfalls durch eine starke Tuschlinie hervorgehoben; bei neueren Plänen ist es jedoch auch nicht mehr in Anwendung gekommen.

Ortsräume, desgleichen Ärarial- oder Landesstraßen einschließlich der Gräben, auch Eisenbahngründe nebst den zugehörigen Böschungen: Sehr verdünnter Carmin. Geleiseachse mit blauer Linie.

Sonstige Verkehrswägen und zwar: Fußwege mit Gummigutti einseitig schmal umsäumt. Feldwege, Gemeindewege oder Gemeindestraßen werden mit einem mittelstarken, aus Sepia und gebrannter Siena erzielten Farbenton angelegt. Pferdebahnen mit blasser, gebrannter Siena.

Gewässer. Kleine, nur in einfachen Linien erscheinende Wasserläufe zieht man mit blauer Farbe, Berlinerblau, nach. Sind beide Ufer angegeben, so wird die ganze Parcele mit einem schwachen Tone genannter Farbe überlegt und kann allenfalls mit demselben Farbenton noch an den Grenzen umsäumt werden.

Ackerland, auch Hopfengärten und Tabakpflanzungen werden mit Gummigutti und Carmin, auch Kaffee- oder Tabakabsud, licht gehalten, angelegt.

Weingärten: Farbe wie für Felder, jedoch mit etwas Carminzusatz, im Tone etwas dunkler gehalten als bei Feldern.

Weidenland, Wiesen, Obst- und Gemüsegärten: Aufgelöster Grünspan mit etwas Gummigutti, oder auch eine Mischung von Saftgrün und Chemischblau. Obst- und Gemüsegärten werden etwas frischer im Tone gehalten (3 Farbenlagen) als Wiesen (2 Farbenlagen) und diese wieder frischer als Weidenland (1 Farbenlage).

Sümpfe werden wie Weidenland grundiert und die mit Tusche schraffierten Stellen mit Berlinerblau, bei Anwendung des Pinsels, nachschraffiert.

Torfstiche wie Weidenland grundiert und die Abbaustellen mitteldunkel, mit Sepia in verschiedenen Farbenton, überlegt.

Waldungen und Remisen erhalten einen gleichmäßigen Grundton mit mitteldunkler Tuschefarbe.

Bei Ziergärten und Parkanlagen werden die Rasenflächen wie Wiesen-, Plätze mit Baumwuchs wie Wald-Culturen angelegt. Die Gartenwege erhalten einen lichten Farbenton aus gebrannter Siena.

Bäume, Reben- und Hopfenstöcke, lebende Zäune und ihre Schatten übertupft man mit grauem Tusche; bei Tabakulturen das Blatt mit Gummigutti, auch mit Sepia.

Sandparcellen: Gebrannte Siena, licht gehalten.

Lehmgruben: Gebrannte Siena in 2 bis 3 verschiedenen Tönen; stärkere Risse mit mehr Farbenlagen. Vorerst wird die ganze Parcele mit einem sehr lichten Siena-Tone angelegt.

Felsen: Sepia in 2 Tönen, scharf und unregelmäßig begrenzt, aufgetragen. Die gesammte Parcele wird jedoch zuvor mit ganz blasser Sepia grundiert.

Für Steinbrüche wird Berlinerblau mit Tusche zu blaugrauer Farbe vermischt.

Erddämme werden mit Sepia und Siena, Steindämme mit blassem Carmin überlegt.

**§. 164. Darstellung der Terrainformen.** Um die Gestaltung eines Terrains deutlich zu erkennen, benützt man Höhencurven oder Schichtenlinien. Aus diesen kann ein gewandter Fachmann die Terrainformen in ihren Einzelheiten entnehmen. Noch klarer treten diese Formen bei Darstellungen nach der Methode der Bergschraffierung des k. sächsischen Hauptmannes Lehmann hervor.

Denkt man sich nämlich eine beliebig geneigte, ebene Fläche als Terrainelement durch verticale Lichtstrahlen beleuchtet, so wächst die Beleuchtungsstärke mit dem Cosinuse des Neigungswinkels der Fläche gegen den Horizont. Eine horizontale Ebene wird nach dieser Annahme die größte, jede geneigte Ebene, entsprechend ihrem Neigungswinkel mit dem Horizonte, hingegen eine geringere Beleuchtung erhalten. Die Darstellung der verschiedenen Beleuchtungsstärken wird durch parallele, schwarze Striche mit weißen Zwischenräumen in der Weise durchgeführt, dass die Breite der Striche zu- und jene der Zwischenräume abnimmt, wenn der Neigungswinkel der Fläche größer wird.

Um eine Terrainfläche zu schraffieren, construiert man zunächst am Plane die Schichtenlinien, Horizontalcurven, ermittelt in den einzelnen Partien die Böschungswinkel und entnimmt aus einer Schraffenscala den entsprechenden Ton der zugehörigen Schraffierung. Die Richtung der Schraffen hat man stets, in einem jeden Flächenelemente, senkrecht auf die Schichtenlinien zu legen und ergeben sich demgemäß bei gekrümmten Flächen die Schraffen zumeist als krumme Linien. Je steiler eine Fläche ist, in desto geringerer horizontaler Entfernung erscheinen die Schichtenlinien von einander, desto kürzer und stärker werden die Schraffen.

Da die Bergschraffierung hauptsächlich nur bei militärischen Plänen eine ganz besondere Wichtigkeit hat, soll hier nicht weiter darauf eingegangen werden.

**§. 165. Das Copieren und Vervielfältigen der Pläne.** Die Methoden, deren man sich bei der Anfertigung von Plan-Copien bedient, sind sehr verschieden.

Ist eine Copie im vergrößerten oder verkleinerten, auch im gleichen Maßstabe anzufertigen, so überzieht man das Original mit einem Quadratnetze

in feinen Bleistiftlinien und construiert auf das für die Planecopie aufgespannte Zeichenpapier, entsprechend dem für dieselbe gewählten Maßstabe, ein gleiches oder ähnliches Quadratnetz. Die wichtigeren Punkte in jedem Quadrate werden, wenn die Copie den gleichen Maßstab des Originalplanes erhält, mit Zuhilfenahme eines gewöhnlichen Zirkels, in verschiedenen Maßstäben jedoch bei Verwendung eines auf das Maßstabverhältnis eingestellten Reductionszirkels, übertragen; minder wichtige Punkte hingegen nach dem Augenmaße bestimmt.

Die Anfertigung von Copien auf Pauspapier oder Pausleinwand, auch die Herstellung derselben bei Anwendung einer Pikiernadel, sei als bekannt vorausgesetzt.

Bei Bedarf mehrerer Copien können dieselben auch mittelst verschiedener Lichtpausverfahren erzeugt werden. Näheres siehe: Die modernen Lichtpausverfahren. Düsseldorf 1892.

## Anhang.

### Praktische Anwendungen des Feldmessens und Nivellierens.

**§. 166. Anlage von Entwässerungsgräben.** Bevor man zur Anlage von Entwässerungsgräben schreitet, ist eine Aufnahme des zu entwässernden Terrains, verbunden mit einem genauen Nivellement der Fläche, sowie der

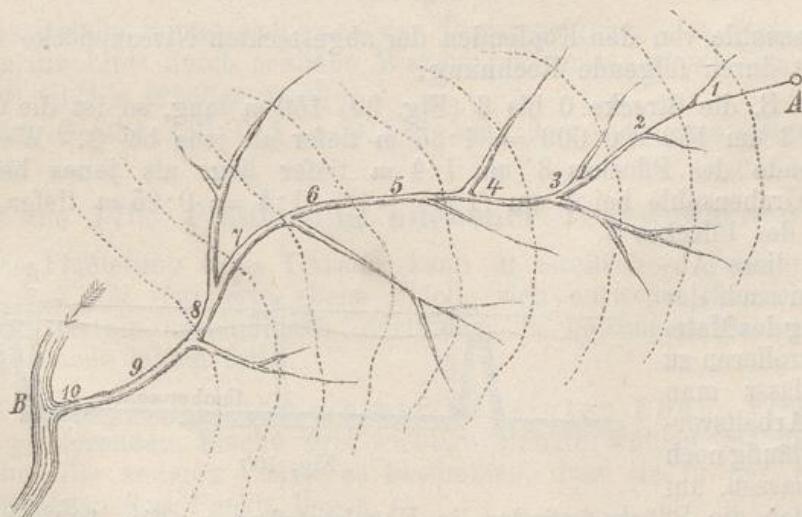


Fig. 98.

Zuflüsse, ferner die Ermittlung von Wasserständen und Wassermengen der letzteren nöthig.

Nach den so gewonnenen Daten richtet sich dann die Anlage der Gräben. Die Entwässerungsgräben sollen immer vom tiefsten Punkte des versumpften Terrains ausgehen und in der Richtung des steilsten Gefälles laufen. Sie sind daher wo möglich senkrecht auf die Richtungen der Schichtenlinien des Terrains zu projectieren. Mit Hilfe eines Schichtenplanes kann diese Bedingung leicht erfüllt werden.

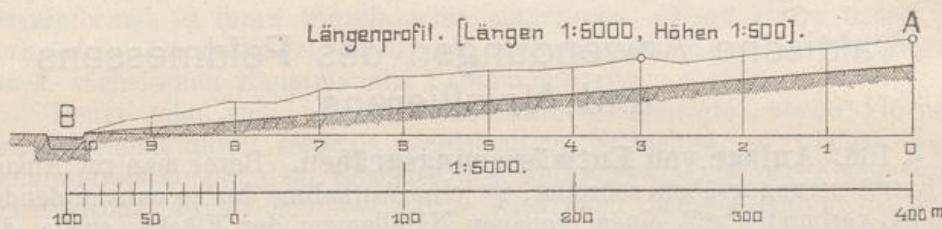
In Fig. 98 ist die Anlage eines Entwässerungsgrabens mit seinen Verzweigungen, vom Punkte *A* eines versumpften Terrains bis zu einem Punkte *B* des vorüberfließenden Baches, ersichtlich gemacht.

Die Richtung des Hauptgrabens und seiner Verzweigungen wird durch Niveaupflöcke und Orientierungspflöcke (§. 23), welche in Abständen von 40 bis 50 m eingetrieben werden, bezeichnet. Sodann erfolgt die Situationsaufnahme und das Nivellement der abgesteckten Punkte. Die Länge des Hauptgrabens von *A* bis *B* sei im gegebenen Falle = 500 m, das gesammte Gefälle = 5·5 m.

Nimmt man die Grabentiefe bei *A* mit 1 m an, so bleibt das Gefälle für die Grabensohle 4·5 m, somit für 1 m Länge:

$$4\cdot5 : 500 = 0\cdot009 \text{ m Gefälle.}$$

In Fig. 99 ist das Längenprofil des Terrains und der projectierten Grabensohle von *A* bis *B* mit 10facher Überhöhung dargestellt. Die Abstände



**§. 167. Planierung der Grabensohle.** Hierbei benützt man die sogenannten „Visierkreuze“ (Fig. 101). Diese sind aus hölzernen Latten angefertigt und erhalten einen farbigen Ölanstrich. Man verwendet gleichzeitig drei Visierkreuze, welche mit verschiedenen Farben (schwarz, weiß und roth) angestrichen sind. Um z. B. einen zwischen 0 und 1 (Fig. 100) gelegenen Zwischenpunkt der Grabensohle zu erhalten, wird folgenderweise vorgegangen. Zwei Arbeiter stellen ihre Visierkreuze vertical in den in 0 und 1 bereits fixierten Punkten der Grabensohle auf. Ein dritter Arbeiter hält sein Visierkreuz über den zu bestimmenden Punkt  $x$  und vertieft an dieser Stelle die Grabensohle so lange, bis sich die obere Fläche des darauf gestellten Visierkreizes in der, durch die oberen wagrechten Kanten der beiden Kreuze in 0 und 1 bestimmten, Visierebene befindet. Das Visieren besorgt der bei 0 oder 1 stehende Arbeiter. Bei der Verwendung der Visierkreuze beachte man, dass das schwarze Visierkreuz zunächst dem Beobachter, das weiße in der Mitte und das rothe am anderen Endpunkte aufgestellt wird.

So ermittelt, wird in der ganzen Länge des Grabens nach und nach die richtige Tiefe ausgehoben und hierauf das Grabenprofil (Fig. 102), durch Abbösen der Seitenwände, hergestellt. Die Grabentiefe  $t$  ist erfahrungsgemäß bei Wiesen ungefähr  $0 \cdot 5$  bis  $1 \cdot 0$  m, bei Ackerland bis zu  $1 \cdot 3$  m am zweckmäßigsten. Die Sohlenbreite  $c$  kann  $1 \cdot 5$  —  $3 \cdot 0$  m bei Hauptgräben und  $0 \cdot 25$  —  $0 \cdot 3$  m bei Seitengräben betragen.

Das Gefälle richtet sich nach der Terrainneigung. Ist diese sehr groß, so muss die Linie durch seitliche Wendungen verlängert werden, damit ein sanfteres Gefälle erhalten wird.

Das Gefälle soll  $0 \cdot 1$  —  $0 \cdot 5$  % und darf nur ausnahmsweise 1 % betragen.

### §. 168 bis 170. Planierung unebener Terrainflächen.

Die Planierung eines Terrains kann in zweifacher Weise geschehen, je nachdem die regulierte ebene Fläche sich entweder thunlichst an das gegebene Terrain anschmiegen, oder eine, in bestimmter Höhe liegende, Horizontalebene bilden soll.

**§. 168.** Bei Annahme einer geneigten Ebene wird man auf der zu planierenden Fläche drei wichtige Punkte wählen und nach diesen die Höhen der anderen Punkte so bestimmen, dass sie in der Ebene der angenommenen drei Punkte liegen.

Es wären  $A$ ,  $B$ ,  $C$  (Fig. 103) die gewählten drei Fixpunkte, welche durch feste Niveaupflöcke markiert werden.

Man bestimmt vorerst die Höhen der Zwischenpunkte 1, 2, 3....., indem man die in diesen Punkten aufgestellten Visierkreuze durch Ab-

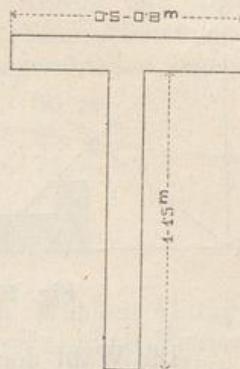


Fig. 101.

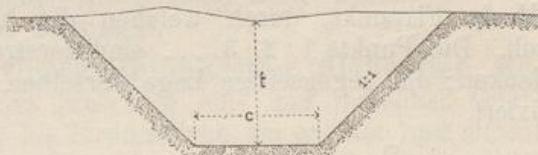


Fig. 102.

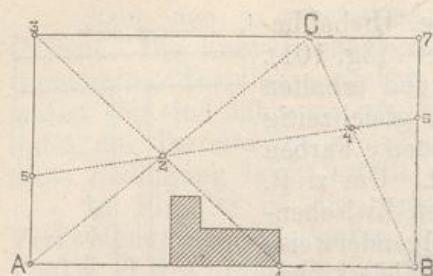


Fig. 103.

grabungen oder Erhöhungen des darunter liegenden Terrains senkt oder hebt, bis sie die richtige Höhenlage erhalten. Punkt 1 (die Ecke eines aufzuführenden Gebäudes) bestimmt man mittelst der Fixpunkte  $A$  und  $B$ , Punkt 2 mittelst  $A$  und  $C$ , Punkt 3 mittelst 1 und 2, Punkt 4 mittelst  $B$  und  $C$ , die Punkte 5 und 6 mittelst 2 und 4, Punkt 7 mittelst 3 und  $C$  oder 6 und  $B$  u. s. w. Die so bestimmten Punkte liegen sodann alle in der Ebene des Dreieckes  $ABC$ .

Die Wahl der zu bestimmenden Punkte richtet sich nach dem örtlichen Bedürfnisse. Damit dieselben während der nun folgenden Erdarbeiten nicht verloren gehen, bezeichnet man sie durch Niveaupflöcke, deren Kopfenden die richtige Höhenlage anzeigen sollen.

§. 169. Im zweiten Falle, in welchem eine horizontale Ebene in gegebener Höhenlage herzustellen ist, wird man die Terrainfläche wie folgt abnivellieren.

Es sei  $AB$  (Fig. 104) ein Profil des zu regulierenden Terrains und  $M$  ein Fixpunkt, durch welchen die horizontale Regulierungsebene gehen soll. Die Punkte 1, 2, 3.... sind zerstreut liegend auf der Terrainfläche zu denken; die gegenseitige Lage derselben wird durch eine Situationsaufnahme fixiert.

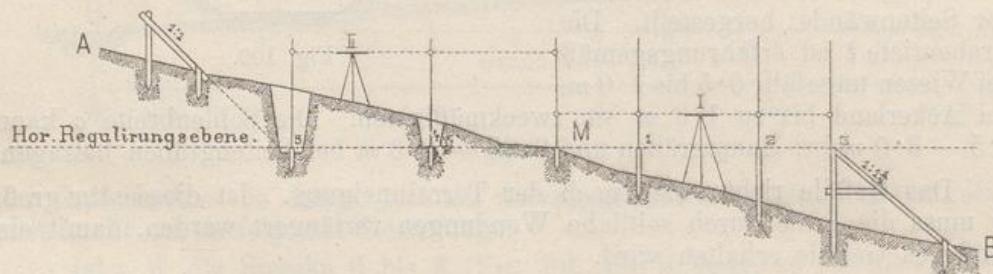


Fig. 104.

Man stellt ein Nivellier-Instrument zuerst beispielsweise in die Lage I, lässt die Latte über  $M$  aufstellen und macht die Lattenablesung. Nun wird in jedem der gewählten Punkten 1, 2, 3.... ein Pfahl so tief eingetrieben, bis die darauf gestellte Nivellierlatte dieselbe Zielhöhe wie bei  $M$  gibt. Lassen sich von I aus nicht alle Punkte annivellieren, so stellt man das Instrument an einem höher gelegenen Orte, etwa in der Lage II, auf, bestimmt von dieser aus wieder die Zielhöhe eines der früher annivellirten Punkte, z. B.  $M$ , und lässt die Pfähle bei 4, 5.... so tief eintreiben, bis sie dieselbe Zielhöhe wie der Anbindelpunkt  $M$  geben.

Bei den Punkten 4, 5.... werden Gruben gemacht, damit die Pfähle in die entsprechende Tiefe eingetrieben werden können.

§. 170. Ist die Höhe der horizontalen Regulierungsebene nicht gegeben, so nivelliert man alle Punkte ab, welche vorher durch kleine Niveaupflöcke bezeichnet werden, und berechnet den Höhenunterschied

zwischen dem höchsten und tiefsten Punkte. Sollen sich Abtrag und Auftrag ziemlich ausgleichen, so wird man die Regulierungsebene schätzungsweise in die halbe Höhe des vorher ermittelten Höhenunterschiedes legen.

$$\text{Z. B. Cote des höchsten Punktes}^*) \dots = 100 \cdot 00 \text{ m}$$

$$\text{tiefsten } \dots = 93 \cdot 28 \text{ "}$$

$$\text{daher Höhenunterschied beider Punkte} = 6 \cdot 72 \text{ m}$$

$$6 \cdot 72 : 2 = 3 \cdot 36$$

Die Höhencote des regulierten Terrains ist somit:

$$100 - 3 \cdot 36 = 96 \cdot 64 \text{ m.}$$

Jene Terrainpunkte, welche eine höhere Cote besitzen, erhalten Abtrag, jene, welche eine kleinere Cote haben, Auftrag. Bei allen abnivellierten Punkten lässt man Pfähle so tief eintreiben, bis deren Köpfe in der Höhe des regulierten Terrains liegen. Die Höhen dieser Köpfe bestimmt man durch Messungen von den nebenstehenden Niveauflöcken aus.

Hat z. B. ein Punkt die Höhencote  $94 \cdot 51 \text{ m}$ , so ist dem Pfahle an dieser Stelle die Höhe  $96 \cdot 64 - 94 \cdot 51 = 2 \cdot 13 \text{ m}$ , vom Niveauflocke aus gemessen, zu geben.

Bei abzutragenden Stellen wird die Tiefe des Abtrages durch Abgraben jener Erdpartien, nächst welchen die Niveauflöcke stehen, bis auf den Horizont der projectierten Ebene angezeigt.

**§. 171. Ermittlung der Geschwindigkeiten fließender Gewässer.** Die Wasser-Geschwindigkeit innerhalb ein- und desselben Querprofiles ist bei freifließendem Wasser im Stromstriche am größten und nimmt sowohl gegen den Wasserspiegel, als auch — in größerem Maße — gegen die Ufer und die Sohle hin ab. Will man somit die mittlere Geschwindigkeit eines fließenden Gewässers bestimmen, so darf man die Messung nicht unmittelbar im Stromstriche oder am Wasserspiegel vornehmen. Mess-Instrumente, welche diesem Zwecke dienen, heißen Hydrometer.

Von diesen kommen zumeist die Schwimmer oder der Woltmann'sche Flügel zur Anwendung.

**§. 172.** Als **Schwimmer** verwendet man vortheilhaft zwei gleiche, durch eine Drahtkette verbundene hohle Kugeln *A* und *B* (Fig. 105) aus Blech, von welchen eine zum Theile mit Wasser gefüllt wird, so dass sie von der auf der Oberfläche schwimmenden Kugel in einer gewissen Tiefe unterhalb der Wasseroberfläche mitgezogen wird.

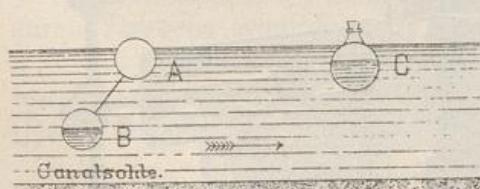


Fig. 105.

Da die obere Kugel etwa mit der Oberflächen-Geschwindigkeit, die untere ebenso mit der Geschwindigkeit der unteren Wasserfäden fortbewegt wird, so ergibt sich aus ihrer gemeinsamen Bewegung angenähert die mittlere Geschwindigkeit des fließenden Wassers.

Als Schwimmer kann auch eine Flasche *C* (Fig. 105) verwendet werden.

*\*)* Es ist gut, dem ersten Anbindepunkte als Höhencote nicht die Zahl 0, sondern eine größere Zahl, z. B. 100, beizulegen, damit nicht auch negative Coten in der Rechnung erscheinen: Kennt man die Meereshöhe des ersten Anbindepunktes, so wird man diese benützen.

Man füllt dieselbe so lange mit Sand oder Wasser, bis sie in das Wasser getaucht, nur mit ihrem Halse aus der Wasseroberfläche hervorragt und verschließt sodann letzteren durch einen Korkfropfen, in welchen allenfalls noch ein weiß-rothes Fähnchen eingesteckt wird, wenn man die Bewegung der Flasche genauer verfolgen will.

Gebrauch dieser Instrumente. Man misst die Länge einer ziemlich geraden sowie auch gleichmäßigen Strecke des Wasserlaufes, steckt dieselbe mittelst vier Fluchtstäben, wovon je zwei ein Querprofil bestimmen, ab und notiert die Maßzahl  $s$  in Metern. Nun wirft man den Schwimmer möglichst weit oberhalb dieser abgesteckten Strecke in den Stromstrich und beobachtet die Zeit  $t$  in Secunden, welche der Schwimmer zum Zurücklegen der angegebenen Strecke zwischen den beiden Querprofilen benötigt.

Die Wassergeschwindigkeit  $v_0$  im Stromstriche ist sodann:

$$v_0 = \frac{s}{t} \text{ Meter pr. Secunde} \quad \dots \dots \dots \quad 47).$$

Nach Redtenbacher beträgt die mittlere Geschwindigkeit im Querschnitte nur:

$$v = \frac{v_0 + 2 \cdot 37}{v_0 + 3 \cdot 15} \cdot v_0 \quad \dots \dots \dots \quad 48).$$

Man wiederholt diese Versuche mit dem Schwimmer mehrmals und zieht aus den verschiedenen Beobachtungen das arithmetische Mittel.

Um die Zeit  $t$ , welche der Schwimmer zum Zurücklegen der ausgesteckten Strecke braucht, richtig zu messen, stellt man in den beiden vorgenannten Endprofilen  $A$  und  $B$  je einen Beobachter auf. Im Augenblicke des Durchganges des Schwimmers durch das Profil  $A$  gibt der Beobachter daselbst ein Zeichen, von dem ab der Beobachter in  $B$  die Zeit, bis zum Durchgang des Schwimmers durch das Profil  $B$ , nach einer Secundenuhr bestimmt.

**§. 173. Woltmann'scher Flügel.** Dieser bei größeren Wassermengen und genaueren hydrometrischen Arbeiten häufig verwendete Apparat besteht aus zwei an einer horizontalen Welle  $w$  befestigten Flügeln  $f_1$  und  $f_2$  (Fig. 106), deren Form einer flachen Schraubenfläche entsprechend durchgebildet ist.

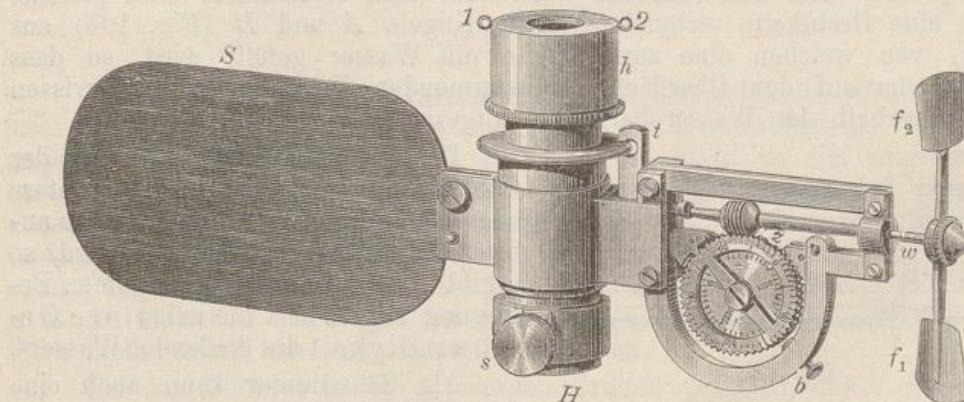


Fig. 106.

Senk't man den Apparat in fließendes Wasser, so stellt sich, vermöge des angeordneten Steuers  $S$ , die Welle  $w$  in die Richtung des Wasserlaufes

und beginnt sich zu drehen. An dieser Bewegung nehmen die Zählrädchen  $z$  nur dann Theil, wenn sie durch eine Bewegung nach aufwärts von dem Bremsbacken  $b$  abgehoben und mit jener an der Welle  $w$  angebrachten Schraube ohne Ende in Eingriff versetzt werden. Zu diesem Zwecke sind die Zählrädchen auf einem (in der Figur theilweise gedeckten) Bügel angebracht, welcher sich um den rechts gelegenen Endpunkt drehen lässt, während das linksseitige, gegen das Steuer zu gelegene, Ende durch eine kurze Zugstange  $t$  sammt der mit letzterer verbundenen Hülse  $h$  gehoben und gesenkt werden kann.

Das ganze Instrument wird mittelst der Hülse  $H$  auf einen festen, unten mit einer schmiedeeisernen Spitze versehenen, Stab aufgeschoben und mittelst der Klemmschraube  $s$  in einer beliebigen Höhe festgestellt. Die Hülse  $h$  lässt sich längs der Hülse  $H$  auf- und niederschieben, sie wird jedoch mittelst einer zwischengelegten Spiralfeder stets abwärts gedrückt. In Folge eines von oben bewirkten Zuges, an der in den Ösen 1 und 2 festgemachten Schnur, wird die Hülse  $h$  gehoben und theilt sich diese Bewegung, vermöge des Eingriffes der Zugstange  $t$ , dem Bügel mit, wodurch die Zählrädchen von der Bremse  $b$  abgehoben und mit der Welle  $w$  in Eingriff gebracht werden. Die Rädchen bewegen sich mithin nur so lange als der Zug an der Schnure andauert, da beim Aufhören dieses Zuges die Hülse  $h$  durch die innere Spiralfeder herabgedrückt wird und die Rädchen mittelst des Bremsbackens  $b$  festgebremst werden.

Beim Gebrauche lässt man die Welle  $w$  eine Zeit hindurch leer laufen, damit in der Bewegung ein Beharrungszustand eintritt, worauf die bei 1 und 2 befestigte Schnur angezogen wird, um die Zährläden in Drehung zu versetzen. Nach Verlauf einer bestimmten Zeit, welche man bei Zuhilfenahme einer Secundenuhr misst, lässt man die Schnur wieder nach. Vermöge der Wasserströmung wird die Welle  $w$  in um so rascher erfolgende Umdrehungen versetzt, je größer die Geschwindigkeit des fließenden Wassers ist. Man kann daher aus der Anzahl der Wellenumdrehungen in einer bestimmten Zeit diese Geschwindigkeit berechnen.

Das Zählen der Umdrehungen erfolgt an dem Zählwerke z. Bezeichnet  $C$  in Metern die Geschwindigkeit, welche einer Wellenumdrehung entspricht, so ist die Geschwindigkeit des fließenden Wassers bei  $n$  Umdrehungen der Welle per Secunde:

<sup>27</sup>  $n \equiv n_1 C_1 + n_2 C_2 + \dots + n_k C_k$  (see (49)).

Die Constante  $C$ , welche bei jedem Instrumente\*) angegeben ist, wird durch Versuche ermittelt.

Der Flügel soll an mehreren Stellen desselben Querschnittes eingesetzt werden, damit man aus den unterschiedlichen Beobachtungen die mittlere Geschwindigkeit des fließenden Wassers berechnen kann.

**§. 174. Querschnittsmessung eines Wasserlaufes.** Um den Querschnitt, das Querprofil, eines Wasserlaufes zu messen, ist in folgender Art vorzugehen:

Man misst die Breite  $b$  des Wasserspiegels (Fig. 107) und theilt dieselbe in eine beliebige Anzahl gleicher Theile, z. B. in 8 Theile.

\*) Preis des in Fig. 106 abgebildeten, von Starke & Kammerer in Wien erzeugten Instrumentes sammt Kästchen ö. W. fl. 80.

Bei diesem Messen und Bezeichnen der Theilpunkte leistet ein über den Wasserlauf gelegter, als Brücke zu verwendender, Balken  $m_n$  gute Dienste. Nun werden mittelst einer eingetheilten Stange, Peilstange, die Wassertiefen

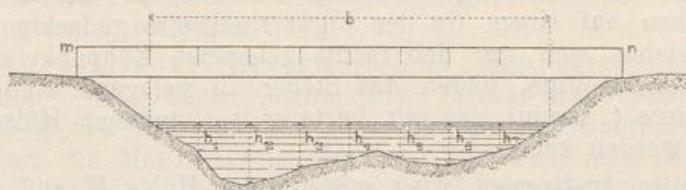


Fig. 107.

$h_1, h_2, h_3, \dots$  bei den einzelnen Theilpunkten gemessen. Der Querschnitt  $F$  des fließenden Wassers entspricht der Summe der mittleren Trapezflächen, mehr den zwei seitlichen Dreiecksflächen; somit ist im gegebenen Falle:

$$F = \frac{b}{8} \cdot \frac{h_1}{2} + \frac{b}{8} \cdot \frac{h_1 + h_2}{2} + \frac{b}{8} \cdot \frac{h_2 + h_3}{2} + \dots + \frac{b}{8} \cdot \frac{h_7}{2};$$

Bei der Bestimmung der Wassermenge eines fließenden Gewässers sind für ein bestimmtes, in der vorbesprochenen Weise aufgenommenes, Profil die Geschwindigkeitsmessungen mittelst der Schwimmer oder des Woltmann'schen Flügels vorzunehmen.

Wären die aufeinander folgenden Durchflussprofile sehr ungleich, so müssen mehrere Profile aufgenommen und in einem jeden derselben die erforderlichen Wassergeschwindigkeitsmessungen durchgeführt werden. Aus den einzelnen Resultaten wird schließlich das arithmetische Mittel als maßgebender Wert der Wassermenge bestimmt.

**S. 175. Gefällsermittlung eines Wasserlaufes.** Das Gefälle des fließenden Wassers heißt der Höhenunterschied zweier Punkte des Wasser- spiegels. Die Messung desselben erfolgt durch ein Nivellement der Wasser- oberfläche. Man schlägt zu diesem Zwecke an den Endpunkten *A* und *B* (Fig. 108) der Gefällsstrecke Pflöcke in das Bett des Gerinnes, so dass die Köpfe derselben noch etwas über die Wasseroberfläche hervorragen. Nun bestimmt man den Höhenunterschied der Kopfenden dieser Pflöcke durch ein Nivellement mittelst eines Nivellierinstrumentes. Hierauf messen zwei Beobachter, auf ein gegebenes Zeichen gleichzeitig, den Abstand des Wasser- spiegels von den Kopfenden der Pflöcke.

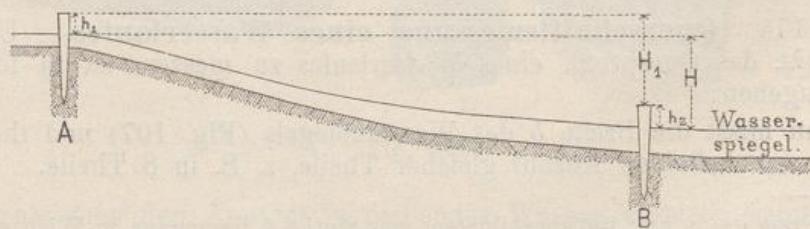


Fig. 108.

Bezeichnet  $H_1$  den durch das Nivellement ermittelten Höhenunterschied der Pflöcke  $A$  und  $B$ , ferner  $h_1$  und  $h_2$  die Abstände der Pflockköpfe vom Wasserspiegel und  $H$  den Höhenunterschied zwischen dem oberen und unteren Punkte des Wasserspiegels oder das Gefälle des Wasserlaufes zwischen den bezeichneten Endpunkten, so ist:

Sind die seitlichen Begrenzungsflächen des Wassergrabens (Ufer) lothrecht abfallend, so benützt man statt der einzuschlagenden Pflöcke zwei höchste Punkte der Uferwände, von welchen aus man leicht bis zu dem Wasserspiegel messen kann.

## Literatur.

- Bauernfeind Dr. C. M. v.** Elemente der Vermessungskunde. 7. Auflage. Stuttgart 1890.

**Groß H.** Die einfacheren Operationen der praktischen Geometrie. Stuttgart 1879.

**Hartner F.** Handbuch der niederen Geodäsie bearbeitet in 5. und 6. Auflage von Wastler J. Wien 1885.

**Instruction** zur Ausführung der in Folge der allerhöchsten Patente vom 23. December 1817 und 20. October 1849 angeordneten Catastral-Vermessung. Wien 1865; und die k. k. österr. Catastral-Vermessungs-Instruction vom 28. März 1818.

**Jordan Dr. W.** Handbuch der Vermessungskunde. 3. Auflage. Stuttgart 1888.

**Láska Dr. W.** Lehrbuch der Vermessungskunde. Stuttgart 1894.

**Stampfer S.** Theoretische und praktische Anleitung zum Nivellieren. Bearbeitet in 8. Auflage von Herr Dr. J. Wien 1877.

**Stix E.** Vorträge über Ingenieur-Wissenschaften. Gehalten an der k. k. technischen Hochschule in Lemberg.

**Taschenbuch** der praktischen Geometrie. Herausgegeben vom Ingenieur-Vereine am Polytechnikum Stuttgart. 2. Auflage. Stuttgart 1879.

**Zajíček F.** Lehrbuch der praktischen Messkunst. Wien 1882.

## Berichtigungen:

- Seite 4 Zeile 2 von unten soll lauten:  $\delta = \pm 0'051$  m.
- „ 16 „ 3 in §. 19. „ „ Vergrößerung  $v$  verkehrt proportional.
- „ 25 „ 6 von unten „ „ oder  $D = 93'888 + 0'31 = 94'198$  m.
- „ 31 In Figur 24. soll  $w$  anstatt  $o$  stehen.
- „ 33 Zeile 13 von unten soll lauten: Weg  $P_1QRSTU$
- „ 45 In Figur 36. soll bei  $c$  auch  $C$  stehen.
- „ 92 Gleichung 39 soll lauten:  $x = \frac{(L + L') - (J + J')}{2}$

Im Verlage von **J. Fritsche** in Reichenberg sind ferner erschienen:

**Breyer, Prof. Emil.** Lehrbuch für den Unterricht in den Comptoirwissenschaften und der gewerblichen Buchführung. 1889. (223 S.) 8°. cart. 80 kr. = 1 M. 40 Pf.

**Fanderlik, F., Prof.** **Lehrtext für Baukunde.** Ausbau der Gebäude. (80 S.) 1 fl. = 1 M. 80 Pf.

**Flugblätter, Kunstgewerbliche.** 12 Motive für die Formgebung von Erzeugnissen der Textil-, Holz- und Metallindustrie, sowie der decorativen Plastik aus dem „Industrie- und Gewerbeblatt der Reichenberger Zeitung“, herausgegeben von Gebrüder Stiepel. I. Serie. (12 Taf.) 60 kr. = 1 M. 20 Pf.

**Friedrichs Taschenbuch über einfache Theorie und Praxis der Baumwollspinnerei und deren Betrieb.** Für Spinn- und Krempelmeister, Aufseher und alle diejenigen, welche sich bei dieser Fabrication für das Meisterfach ausbilden wollen. 3. Aufl., vollständig umgearbeitet und vermehrt von Prof. **Theob. Demuth** und Director **Adf. Just.** 1895. (Im Druck.)

**Führer durch die kunstgewerb. Sammlungen** des Nordböhm. Gewerbe-Museums in Reichenberg. (123 Seiten mit 31 Illustr.) 60 kr. = 1 M.

**Genauck, Prof. Carl.** **Die gewerbliche Erziehung** durch Schulen, Lehrwerkstätten, Museen und Vereine im Großherzogthum Baden. 60 kr. = 1 M.

— **Die gewerbliche Erziehung** durch Schulen, Lehrwerkstätten, Museen und Vereine im Königreiche Belgien. Zwei Theile. 4 fl. = 8 M.

I. Kunstgewerblicher Theil. 1 fl. 50 kr. = 3 M.

II. Gewerblich-technischer Theil. 2 fl. 50 kr. = 5 M.

— **Die gewerbliche Erziehung** durch Schulen, Lehrwerkstätten, Museen und Vereine im Königreiche Württemberg. 1 fl. 80 kr. = 3 M.

**Gerhart, Prof. Eman.** **Vorlagen für das Fachzeichnen der Frauen-Kleidermacher** an gewerblichen Fortbildungsschulen und verwandten Anstalten, sowie zum Selbstunterricht, mit Unterstützung des hohen k. k. Ministeriums für Cultus und Unterricht herausgegeben. Nebst anatomischem Anhang über den weiblichen Torso. (20 Taf. mit 39 Seiten Text.) Taf. in Fol. Text in gr. 8°. 4 fl. = 8 M.

— **Vorlagen für das Fachzeichnen der Schuhmacher** an gewerblichen Fortbildungsschulen und verwandten Anstalten. Auf Veranlassung und mit Unterstützung des hohen k. k. Ministeriums für Cultus und Unterricht herausgegeben. Die Darstellung des Baues des menschlichen Fußes nach den Angaben des Hofrathes Prof. Dr. Karl Langer Ritter von Edenberg, gezeichnet von Assistent Leop. Schauer. (26 Steintafeln mit 34 S. Text.) Taf. in gr. Fol. Text in gr. 8°. 2. Aufl. 6 fl. = 12 M., Text apart 20 kr. = 40 Pf.

**Grohmann, Heinr., Prof.** **Vorlagen für den Unterricht in der elementaren architektonischen Formenlehre.** Zum Gebrauche an gewerblichen Fortbildungsschulen, Handwerkerschulen und gewerblichen Fachschulen. Mit Unterstützung des h. k. k. Min. f. Cultus u. Unterricht herausgegeben. 20 Tafeln m. Text. Fol. 4 fl. 50 kr. = 8 M.

**Hartl, Prof. Hans.** **Der Rechenwinkel.** Ein Hilfsmittel zur raschen graphischen Lösung wichtiger mathematischer Aufgaben. 45 kr. = 80 Pf.

— **Aufgaben aus der Arithmetik und Algebra.** Für den Gebrauch an höheren Gewerbeschulen und für das Selbststudium zusammengestellt und methodisch geordnet. (271 S. m. 15 Fig.) 1894. 2 fl. 20 kr. = 4 M.

— Resultate dazu (95 S.) 90 kr. = 1 M. 60 Pf.

**Himmler, Dir. Theod.** **Über Baumwoll-Streichgarn-Spinnerei,** umfassend Baumwoll- und Baumwollabfall-Spinnerei, System zwei- und dreicylindrig. Winke zur Erzeugung eines guten, runden Fadens bei entsprechender Production. 89 S. mit 23 eingedruckten Holzschnitten. 2 fl. = 3 M. 50 Pf.

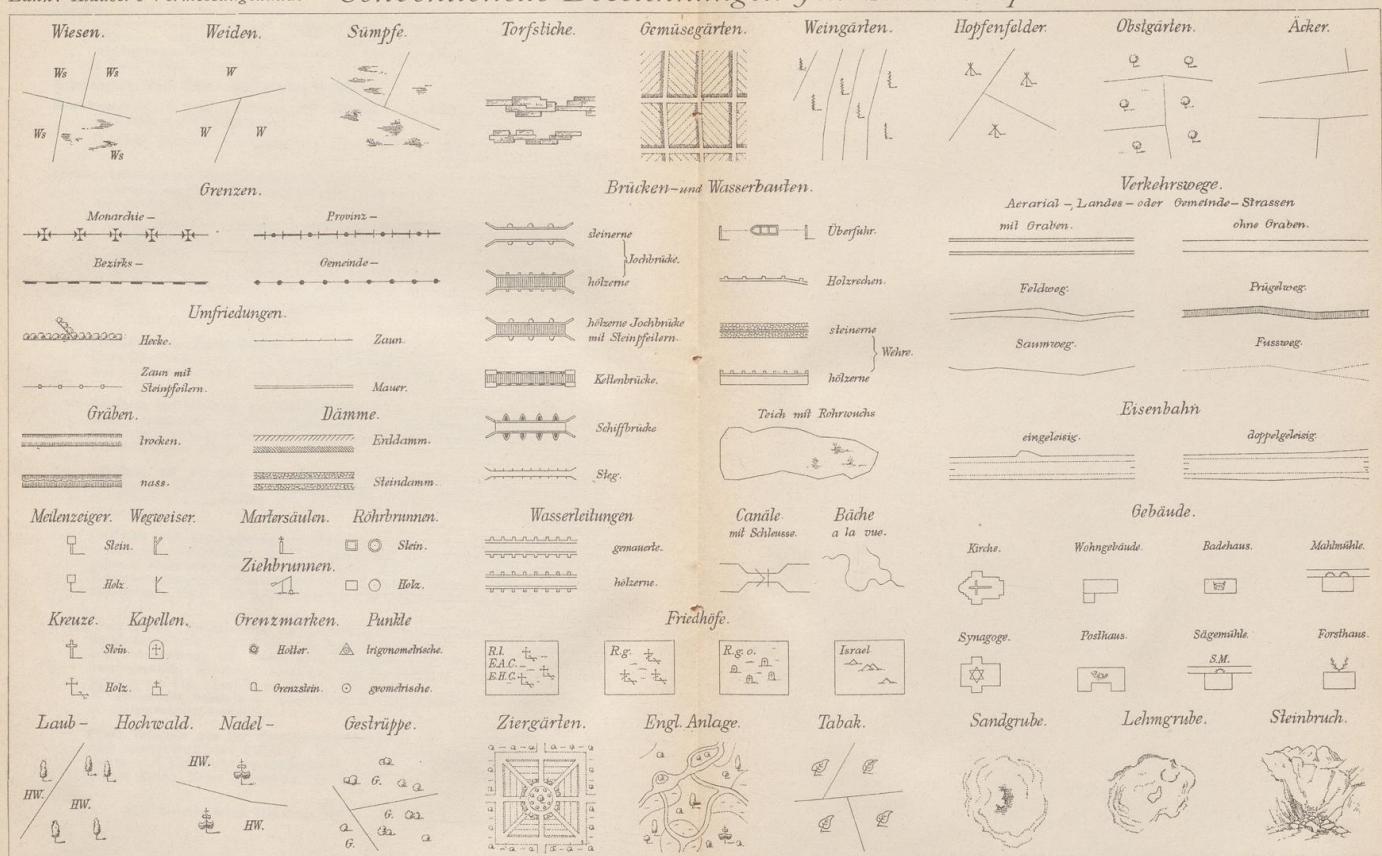
Im Verlage von **J. Fritsche** in **Reichenberg** sind ferner erschienen:

- Klauser, Ad. H., die Vermessungskunde** (Praktische Geometrie). Für den Gebrauch an Gewerbeschulen, zugleich als Hilfsbuch für Bau- und Maschinen-Techniker etc. Bearbeitet und herausgegeben von Ingenieur Gustav Lahn, Prof. 2. vollständig umgearbeitete Aufl. Mit 108 in den Text eingeschalteten Figuren und 1 Tafel. 1895. (Unter der Presse.) ca. 1 fl. 80 kr. = 3 M.
- Mikolaschek, Prof. Karl. Mechanische Weberei.** 60 kr. = 1 M. 20 Pf.
- Moshammer, Prof. Karl. Lehrtext der Mechanik.** I. Theil: Kräfte im Raum. Elasticität und Festigkeitslehre. 90 kr. = 1 M. 60 Pf.
- II. Theil: Geometr. Bewegungslehre, Dynamik fester Körper. 1 fl. 30 kr. = 2 M. 40 Pf.
- Peehan, Leitfaden des Maschinenbaues** für Vorträge, sowie zum Selbststudium für angehende Techniker, Maschinenzeichner, Constructeure und technische Beamte industrieller Etablissements.
- Erste Abtheilung: **Maschinen zur Ortsveränderung, Pressen und Accumulatoren.** Dritte verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 122 in den Text gedruckten Holzschnitten und 33 lithogr. Tafeln. 4 fl. 80 kr. = 8 M.
- Zweite Abtheilung: **Motoren.** Dritte verbesserte und vermehrte Auflage. 1895. Mit 305 eingedruckten Holzschnitten und 74 Figurtafeln. 8 fl. = 14 M.
- Dritte Abtheilung: **Werkzeugmaschinen und Transmissionen.** 1889. 194 S. Text und 43 Figurtafeln. 4 fl. 80 kr. = 8 M.
- **Leitfaden des Dampfbetriebes** für Dampfkesselheizer und Wärter stationärer Dampfmaschinen, sowie für Fabriksbeamte und Industrielle. Vierte verbesserte und vermehrte Auflage. 220 S. Text mit 150 eingedruckten Holzschnitten. 1 fl. 60 kr. = 2 M. 80 Pf.
- **Anleitung zur Ablegung der Heizerprüfung** (Prüfung der Dampfkesselwärter) für Dampfkesselheizer oder Dampfkesselwärter, Dampfmaschinewärter, Klein gewerbetreibende und solche Personen, welchen die Überwachung des Dampfkessel-Betriebes obliegt. 1892. 60 kr. = 1 M. 20 Pf.
- **Anleitung zur Ablegung der Maschinewärterprüfung** (Prüfung der Wärter von Dampfmaschinen), für Maschinewärter im allgemeinen und insbesondere für Wärter von stationären und locomobilen Dampfmaschinen und für Klein gewerbetreibende. 60 kr. = 1 M. 20 Pf.
- **Leitfaden der Elektromaschinentechnik** mit besonderer Berücksichtigung der elektrischen Beleuchtung, für Vorträge sowie zum Selbstunterricht für angehende Elektrotechniker, Maschinewärter, Mechaniker, Monteure elektrischer Beleuchtungsanlagen, Werkmeister und technische Beamte industrieller Etablissements. 1891. 202 Seiten Text mit 144 eingedruckten Figuren. 2 fl. = 3 M. 60 Pf.
- Wildt, Prof. Josef. Vorlagenwerk für geometrisches und Projectionszeichnen** an gewerblichen Fortbildungsschulen und Handwerkerschulen. Auf Veranlassung und mit Unterstützung des hohen k. k. Ministeriums für Cultus und Unterricht herausgegeben. Mit einem Leitfaden. (31 Bl. Vorlagen und 9 S. Text.) Vorlagen in qu. Fol. Text in gr. 8°. 2. Aufl. cart. 4 fl. = 7 M. Mit Erlass des hohen k. k. Ministeriums für Cultus und Unterricht, Z. 14.671, für Bürgerschulen approbiert.
- **Prakt. Beispiele aus der darstellenden Geometrie** für Lehranstalten mit bau- oder kunstgewerblicher Richtung. Mit Unterstützung des k. k. Ministeriums für Cultus und Unterricht herausgegeben. 1. Lfg. gr. Fol. (12 Farben-Tafeln mit 1 Blatt Text.) Nebst Textschrift. In Mappe 8 fl. = 14 M.

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung.**



## Conventionelle Bezeichnungen für Situationspläne.

















03M35091

P  
03