



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das Feldmessen

Schewior, Georg

Leipzig, 1915

[urn:nbn:de:hbz:466:1-97237](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-97237)

Handbuch des Bauingenieurs

11. Band

Das Feldmessen

von G. Schewior

1. Teil

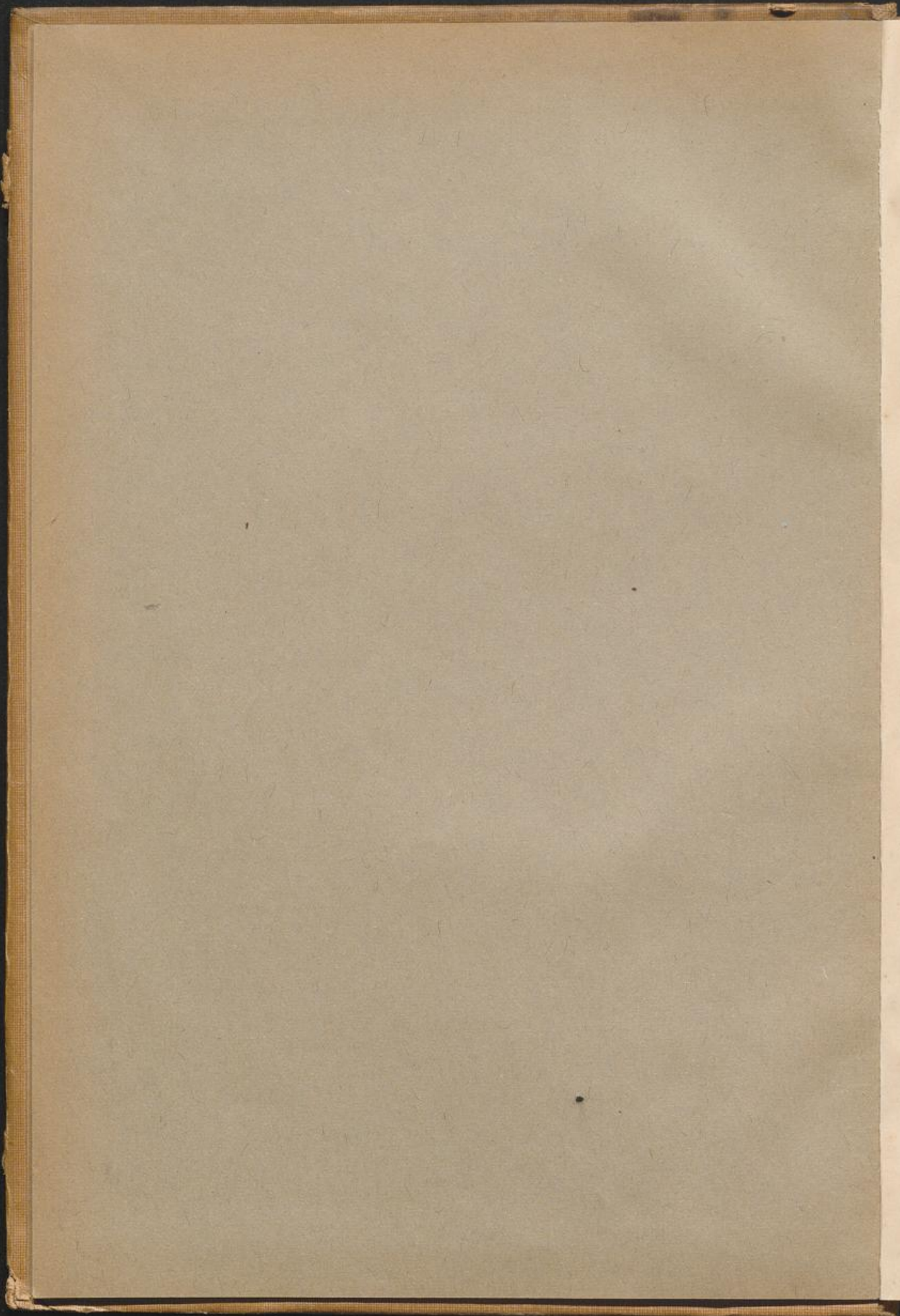


9.45

171.20

EK 8632
HK 1296/e.





1
—
le.

DAS HANDBUCH
DES
BAUINGENIEURS

EINE VOLLSTÄNDIGE SAMMLUNG DER AN DEN TIEFBAUSCHULEN
GELEHRTEN TECHNISCHEN UNTERRICHTSFÄCHER

ZUM GEBRAUCHE
FÜR
DIE SCHULE UND PRAXIS

HERAUSGEGEBEN
UNTER MITWIRKUNG ERFAHRENER FACHMÄNNER

VON
R. SCHÖLER
DIREKTOR DER ANHALTISCHEN BAUSCHULE IN ZERBST

XI. BAND
DAS FELDMESSEN I.



LEIPZIG 1915
VERLAG VON BERNH. FRIEDR. VOIGT.

EK 8632
HK 1296/e.

DAS
FELDMESSEN

I. TEIL

UMFASSEND:

DIE MASSEINHEITEN; DIE AUSGANGS- ODER PROJEKTIONSFLÄCHE;
ÖRTLICHE BEZEICHNUNG UND SICHTBARMACHUNG DER MESSUNGSPUNKTE;
DIE LAGEMESSUNG; HERSTELLUNG DER LAGEPLÄNE; DAS VERVIELFÄLTIGEN,
VERGRÖßERN UND VERKLEINERN VON LAGEPLÄNEN; KARTEN UND BÜCHER
DES GRUNDSTEUERKATASTERS SOWIE KARTEN DER LANDESAUFNAHME;
DIE FLÄCHENBERECHNUNG; GRENZBEGRADIGUNG UND FLÄCHENTEILUNG;
ANHANG

FÜR DIE SCHULE UND DEN PRAKTISCHEN GEBRAUCH

BEARBEITET

VON

GEORG SCHEWIOR

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

MIT 331 TEXTABBILDUNGEN, 10 TAFELN UND ZAHLREICHEN TABELLEN



LEIPZIG 1915

VERLAG VON BERNH. FRIEDR. VOIGT.

0033

Alle Rechte vorbehalten

03

M

36217



Vorwort

Der Herausgeber des vorliegenden Sammelwerkes, Herr Bauschuldirektor Schöler, und die Verlagsbuchhandlung haben dem Verfasser die Bearbeitung der in dem „Handbuche des Bauingenieurs“ vorgesehenen zwei Bände über „Feldmessen“ angetragen. Die äußerst günstige Aufnahme meines dreiteiligen Werkes dieser Sammlung über „Bodenmelioration“ in den Fachzeitschriften des In- und Auslandes sowie seine Einführung als Lehrbuch an verschiedenen Fachschulen waren für mich in erster Linie der Beweggrund, der ehrenden Aufforderung Folge zu leisten und mich an der Vervollständigung des genannten Handbuches auch weiterhin zu beteiligen.

Die Begrenzung des im „Feldmessen“ zu behandelnden Stoffes hat sich einerseits aus dem Lehrprogramme der verschiedenen Schulen ergeben, andererseits aus den Aufgaben, wie sie dem Bau-Ingenieure und -Techniker, im besonderen also auch dem Wiesenbau-, Tiefbau- und Kulturtechniker in der Praxis immer wieder begegnen. Die Vorgänge, die hier in Frage kommen, sind in elementarer Form auf breitem Raume aufgebaut, unterstützt durch eine große Anzahl neu gezeichneter Figuren, durch viele Tafeln, Tabellen und Beispiele, die zum Verständnisse des Gebotenen wesentlich beitragen werden. Es sind jedoch weder theoretische Erwägungen, insbesondere über die Fortpflanzung der Beobachtungsfehler und deren Ausgleichung, noch umfangreiche, auf trigonometrischer Punktbestimmung beruhende Arbeiten erörtert worden, die beide lediglich Sache der akademisch gebildeten Landmesser und Vermessungsingenieure sind.

Zu großem Danke verpflichtet bin ich zahlreichen feinmechanischen Werkstätten, die durch Bereitstellung von Druckstöcken in freundlichster Weise die Drucklegung unterstützt haben. Auch der Verlagsbuchhandlung sei an dieser Stelle nochmals für das weitgehende Entgegenkommen verbindlichst gedankt.

Möge die Schrift eine freundliche Aufnahme und wohlwollende Beurteilung finden.

Münster i. W., im Oktober 1914.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	v
A. Einleitung	1
B. Die Maßeinheiten	1
I. Längeneinheit	2
II. Winkeleinheit	2
C. Die Ausgangs- oder Projektionsfläche	3
D. Oertliche Bezeichnung und Sichtbarmachung der Messungspunkte	9
I. Oertliche Punktbezeichnung	9
II. Sichtbarmachung der Punkte	14
E. Die Lagemessung	16
I. Einfache Linien-Aufnahme	18
1. Absteckung der zu messenden Linien	19
2. Instrumente zur Absteckung von konstanten oder festen Winkeln	21
a) Winkeltrommel	22
b) Winkelspiegel	24
c) Winkelprismen	26
α) Pentagonprisma	26
β) Winkelprisma von Bauernfeind und nach Schellens	26
3. Längenmeßwerkzeuge	31
a) Meßplatten	31
b) Meßbänder	34
c) Rollbandmaße	36
d) Meßräder	37
4. Die Längenmessung	37
a) Lattenmessung	38
b) Bandmessung	41
c) Vergleich der Band- und Lattenmessung	47

	Seite
d) Genauigkeit der Längenmessung	48
e) Messung unzugänglicher Strecken	50
5. Die eigentliche Koordinatenaufnahme	60
II. Die Aufnahme mit Hilfe mehrerer durch Koordinaten zu- einander festgelegter Linien	69
III. Polygonaufnahmen	75
1. Offene Polygonzüge	76
2. Geschlossene Polygonzüge	78
3. Bussolenzüge	80
4. Messung der Polygonwinkel	80
a) Die Winkeltrummel	81
b) Die Bussole	85
c) Der Theodolit	94
1. Das Stativ	94
2. Der Dreifuß	95
3. Der Teilkreis oder Limbus	97
4. Die Alhidade	99
5. Die Fernrohrträger und das Fernrohr	102
6. Erfordernisse eines Theodolits	105
7. Aufstellung und Gebrauch des Theodolits	106
8. Mikroskop-Theodolite	110
9. Theodolit mit Bussole	115
α) Büchsenbussole	115
β) Kastenbussole	117
10. Methoden der Horizontalwinkelmessung	118
α) Richtungsbeobachtung	118
β) Repetitionsmessung	121
F. Herstellung der Lagepläne	125
I. Maßstabsverhältnis	125
II. Zeichengeräte	126
III. Planherstellung nach einfachen Linienaufnahmen	129
IV. Planherstellung nach Polygonaufnahmen	133
1. Auftragung mit Hilfe des Transporteurs	133
2. Die Sinus- und Tangentenmethode	137
3. Die Koordinatenberechnung der Polygonpunkte	139
a) Berechnung der offenen Züge	141
b) Berechnung der geschlossenen Züge und der Zwischenzüge	145
4. Auftragen der Polygonpunkte nach Koordinaten	150
5. Die Auftragung von Bussolenzügen	154
V. Auszeichnung der Pläne	158

	Seite
G. Das Vervielfältigen, Vergrößern und Verkleinern von Lageplänen	162
I. Vervielfältigung	162
II. Vergrößerung und Verkleinerung	163
H. Karten und Bücher des Grundsteuerkatasters sowie Karten der Landesaufnahme	167
I. Das Grundsteuerkataster	168
1. Die Karten des Katasters	168
2. Bücher des Katasters	170
3. Aufbewahrung der Karten und Bücher	170
4. Fortführung des Katasters	175
II. Das Grundbuch und seine Verbindung mit dem Kataster	176
III. Das Eintragen neuer Anlagen in die Katasterkarten	177
IV. Die Karten der Landesaufnahme	180
1. Meßtischblätter	180
2. Generalstabskarten	182
3. Bezugsquellen	183
I. Die Flächenberechnung	184
I. Flächenberechnung nach Urmaßen	184
II. Flächenberechnung unter ausschließlicher Benutzung des Lageplanes	193
III. Flächenberechnung nach dem Lageplane unter gleichzeitiger Benutzung von Urmaßen	209
IV. Rechenhilfsmittel	209
1. Rechentafeln	209
2. Rechenmaschinen	211
3. Logarithmentafeln	214
4. Rechenschieber	214
V. Doppelte Flächenberechnung und Fehlergrenzen bei Flächenermittelungen	215
K. Grenzbegradigung und Flächenteilung	216
I. Grenzbegradigung	216
II. Flächenteilung	220
L. Anhang	224
Nr. I. Zuschläge für geneigt gemessene Längen	224
Nr. II. Höchstens zulässige Abweichung der Längenmessungen	226
Nr. III. Die höchstens zulässigen Abweichungen bei Flächenermittelungen	227
Nr. IV. Bestimmungen über die Anwendung gleichmäßiger Signaturen für topographische und geometrische Karten, Pläne und Risse (Auszug)	227

	Seite
A. Uebersichts-(General-)Karten	228
B. Spezialkarten	228
Nr. V. Vierstellige Logarithmen der natürlichen Zahlen von 1 bis 999	236
Nr. VI. Vierstellige Logarithmen der trigonometrischen Funk- tionen	238
1. Logarithmen der trigonometrischen Funktionen von 10 zu 10 Minuten	238
2. Logarithmen der trigonometrischen Funktionen bis $0^{\circ}40'$ bzw. bis $89^{\circ}20'$ von Zehntel zu Zehntel Minute, von da ab bis 5° bzw. 85° von Minute zu Minute	242
Nr. VII. Preise von Meßwerkzeugen usw.	244

A. Einleitung.

Den Arbeiten des Bauingenieurs liegen fast ausnahmslos gewisse geometrische Vorkehrungen zugrunde, die unter der Bezeichnung „**Das Feldmessen**“ bekannt sind und zum täglichen Rüstzeug des in der Praxis stehenden Ingenieurs oder Technikers gehören.

Die im Feldmessen zu lösenden Aufgaben bestehen im wesentlichen in der Feststellung der gegenseitigen „**Lage**“ und „**Höhe**“ von Punkten auf der Erdoberfläche und in der zeichnerischen Darstellung der hier gewonnenen Ergebnisse nach „**Lage- und Höhenplan**“.

Wo die vorzunehmenden Messungen nur für die in der Oertlichkeit gegebenen oder dort ausgesuchten Punkte durchgeführt werden, deren Zeichnungen den geplanten Bauentwürfen als Unterlage dienen, spricht man kurz von einer „**Aufnahme**“ oder „**Aufmessung**“ des Geländes, hingegen von einer „**Absteckung**“, wenn eine Uebertragung des Entwurfes oder auch nur eines Teiles desselben aus der Zeichnung in die Oertlichkeit stattfindet.

„**Aufnahme**“ und „**Absteckung**“, wie „**Planherstellung**“ und die damit in der Regel verbundenen „**Flächen- und Raumberechnungen**“ werden unter Benutzung mannigfacher Meß- und Zeichenwerkzeuge nach bestimmten Regeln ausgeführt. Ueber letztere, insbesondere aber auch über die Handhabung der Meß- und Zeichengeräte sollen die beiden Bände XI und XII des „**Handbuchs des Bauingenieurs**“ unterrichten.

Der Teil I des „**Feldmessens**“ beschäftigt sich mit der Aufnahme und der Anfertigung von Lageplänen, mit der Ermittlung der Flächengrößen, mit der Grenzbegradigung und der Flächenteilung, während im Teile II die Höhenmessungen und ihre Auftragung, die tachymetrischen Aufnahmen, die Tracierungsarbeiten, sowie ferner die Wassergeschwindigkeitsmessungen zur Darstellung gelangen.

B. Die Maßeinheiten.

Die Grundlage der Lage- und Höhenmessungen bilden bestimmte Maßeinheiten, mit denen die zu messenden Größen verglichen werden.

Im Feldmessen kommen nur die Maßeinheiten der „**Länge**“ und des „**Winkels**“ in Betracht.

I. Längeneinheit.

Als Maßeinheit der Länge gilt zur Zeit in Deutschland, wie in den meisten Kulturländern, das „Meter“, das entsprechend der internationalen Meterkonvention vom 20. Mai 1875 durch das Reichsgesetz vom 15. Sept. 1876 allgemeine Geltung erhalten hat. Das Einheitsmaß wird durch einen Metallstab aus 90 % Platin und 10 % Iridium dargestellt, mit einem besonders geformten Querschnitte (Fig. 1), auf dessen

Fig. 1.



„neutraler Linie“ bei *a* die vereinbarte Maßeinheit „1 Meter“ (m) durch kurze feine Striche angegeben ist. Der Stab befindet sich im Gewahrsam der „Normal-Eichungskommission“ zu Berlin.

Für den technischen Gebrauch sind von dem Meterstabe als „Urmaß“ Kopien in verschiedenen Abstufungen angefertigt worden. Mit einer dieser Kopien, der „Gebrauchs-Normalen“, werden die in der Feldmessung verwendeten Längenmeßwerkzeuge vor ihrer Benutzung, wie später (S. 33) gezeigt werden wird, verglichen.

Das **Längenmaß** ist zehnteilig: 1 Meter (m) = 10 Dezimeter (dm); 0,1 m = 1 dm = 10 Zentimeter (cm); 0,01 m = 1 cm = 10 Millimeter (mm); 0,001 m = 1 mm.

Als Vielfaches ist üblich das Kilometer (km) = 1000 m.

Aus der Einheit des Längenmaßes lassen sich weiter unmittelbar die in der Feldmessung gebräuchlichen Flächen- und Raummaße ableiten.

Die Flächeneinheit ist das Quadrat der Längeneinheit mit der Bezeichnung „Quadratmeter“ (qm oder m²).

Das **Flächenmaß** ist hundertteilig:

1 Hektar (ha) = 100 Ar (a); 1 a = 100 Quadratmeter (qm).

Für das **Raum- oder Körpermaß** bildet das „Kubikmeter“ (cbm oder m³) die Einheit.

Da in einzelnen Gegenden, besonders auch auf dem Lande, die früheren Längen- und Flächenmaße noch sehr gebräuchlich sind, werden in der folgenden Zusammenstellung die Beziehungen zwischen diesen und den neuen Maßeinheiten mitgeteilt. (Siehe Tabelle auf Seite 3.)

II. Winkeleinheit.

Für die Ermittlung von Winkelgrößen kommt in der Regel die „alte“ oder „sexagesimale“ **Teilung** des Kreisumfangs, der als Winkeleinheit gilt, zur Anwendung. Man teilt den Kreisumfang ein in:

360 Grade (°); 1° in 60 Minuten ('); 1' in 60 Sekunden (").

Die „neue“ oder „centesimale“ Teilung ist wenig üblich; man erhält: 400 Neugrade (°) zu je 100 Minuten (") zu je 100 Sekunden (").

Sofern einzelne Winkelgrößen, z. B. 90° (ein Rechter) oder 45° (ein halber Rechter) mit besonders hierzu eingerichteten Instrumenten (s. S. 21) gemessen oder abgesteckt werden, bezeichnet man sie als „feste“ oder „konstante“ Winkel.

Lfd. Nr.	Land	Längenmaße			Flächenmaße			
		1 Rute enthält Fuß	1 Rute enthält m	1 Fuß enthält m	Frühere Einheit	Die frühere Ein- heit enthält		
						Quad.-Rut.	qm	1 Qua- dratrute enthält qm
1	Preußen:							
	a) alte Provinzen	12	3,766	0,314	Morgen	180	2553	14,185
	b) Frankfurt a. M.	12 $\frac{1}{2}$	3,558	0,285	Morgen	160	2025	12,659
	c) Hannover	16	4,674	0,292	Morgen	120	2621	21,846
	d) Kassel	13,86	3,989	0,288	Acker	150	2387	15,912
	e) Nassau	10	5,000	0,500	Morgen	100	2500	25,000
	f) Schlesw.-Holst.	16	4,585	0,287	Tonne	240	5046	21,022
2	Sachsen	15 $\frac{1}{6}$	4,295	0,283	Acker	300	5534	18,447
3	Sachsen-Weimar	16	4,512	0,282	Acker	140	2850	20,358
4	Bayern	10	2,919	0,292	Tagwerk	400	3407	8,521
5	Württemberg	10	2,865	0,286	Morgen	384	3152	8,208
6	Baden	10	3,000	0,300	Morgen	400	3600	9,000
7	Hessen-Darmstadt*)	10	2,500	0,250	Morgen	400	2500	6,250
8	Lübeck	16	4,602	0,288	Tonne	240	5083	21,178
9	Mecklenburg	16	4,656	0,291	Morgen	300	6504	21,678
10	Oldenburg	18	5,326	0,296	neues Jück	160	4538	28,366
11	Braunschweig	16	4,566	0,285	Feldmorgen Waldmorgen	120 160	2502 3335	20,848
12	Bremen	16	4,630	0,289	Morgen	120	2572	21,437
13	Hamburg: Marschrute Geestrute	14 16	4,012 4,585	0,287 0,287	Morgen Scheffel	600 200	9658 4205	16,096 21,022
14	Oesterreich*)	6	1,896	0,316	Joch	1600	5755	3,594
15	Schweiz	10	3,000	0,300	Morgen	400	3600	9,000

C. Die Ausgangs- oder Projektionsfläche.

Die gesuchten Bestimmungsstücke der Erdpunkte, nach Lage und Höhe, werden, sofern die Bearbeitung ausgedehnter Landgebiete in Frage kommt, auf eine „Ausgangs- oder Projektionsfläche“ bezogen, die für Deutschland annähernd durch den Nullpunkt des Amsterdammers Pegels geht und unter dem Festlande als Fortsetzung des kugelförmigen Meeresspiegels im Zustande der Ruhe zu denken ist. Werden auf diese Ausgangsfläche, die man allgemein als „Normal-Nullfläche“, kurz N. N., oder auch als „Landeshorizont“ bezeichnet, die aufzumessenden Erdpunkte durch die Lotlinien**), z. B. Fig. 2, h_a , h_b , h_c . . . der Punkte A, B, C . . . übertragen, so fallen alle Arbeiten zur Bestimmung der gegenseitigen Lage der projizierten Punkte A_1 , B_1 , C_1 . . . unter den Begriff der „Lagemessung“, während die Ermittlung der Entfernungen der Erdpunkte A, B, C . . . von der Normal-Nullfläche, also der Höhen h_a , h_b , h_c . . . zu den Aufgaben der „Höhenmessung“ zu rechnen sind.

a) Für die Lagemessungen, die uns hier beschäftigen werden, ist wegen ihrer geringen Ausdehnung die kugelförmig verlaufende Projektionsfläche als eine Ebene anzusehen, die man sich etwa in der Mitte des zu bearbeitenden Geländes tangential an die Normal-Nullfläche gelegt denken kann, siehe Fig. 3.

*) Hessen-Darmstadt und Oesterreich hatten nicht Ruten, sondern Klaftern.

**) Die Lotlinien liegen in der Richtung der Schwerkraft der Erde und schneiden sich genau genug in der Mitte der Erdkugel.

Bei dieser Annahme verlaufen die Lotlinien im Gegensatz zur Anm.**) S. 3 und zur Fig. 2 parallel zueinander, so daß es mit Rücksicht hierauf gleichgültig ist,

Fig. 2.

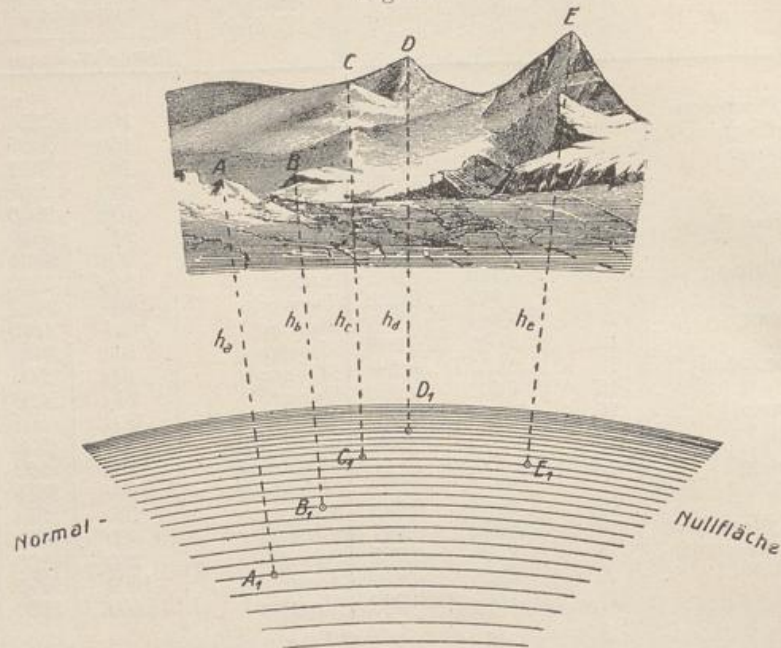
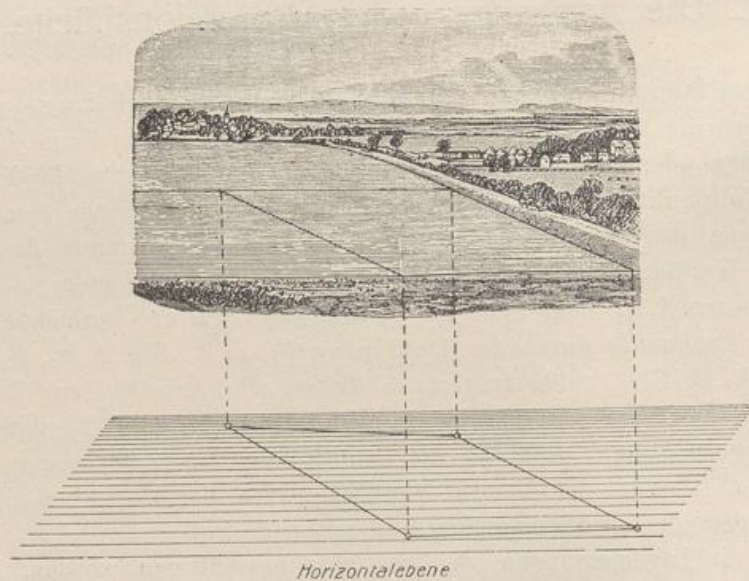


Fig. 3.



ob die gedachte Projektionsebene als Tangentialebene an der Normal-Nullfläche oder als Horizontalebene in beliebiger Höhe zwischen dieser und dem Gelände aufgefaßt wird.

b) Für die **Höhenmessung** hat die Normal-Nullfläche eine wesentlich wichtigere Bedeutung. Alle Höhenangaben sollen, wenn möglich, auf diese Ausgangs-

fläche bezogen werden, eine Forderung, die praktischen Gründen entspringt und in der Regel unschwer zu erfüllen ist.

Die Normal-Nullfläche ist durch die trigonometrische Abteilung der Königl. Preußischen Landesaufnahme im Jahre 1878 am Nordpfeiler der Sternwarte in Berlin durch den „Normal-Höhenpunkt für das Königreich Preußen“, siehe Fig. 4, festgelegt worden*). Dieser Höhenpunkt ist genau „37,000 m“ über der angenommenen Meeresoberfläche gelegen und gilt als Ausgangshöhe für zahlreiche Höhenfestpunkte, die im Innern des Landes von der genannten Abteilung der Landesaufnahme auf Grund von sogen. „Fein- oder Präzisions-nivellements“ mit größter Schärfe bestimmt worden sind.

Fig. 4.



Solche Höhenfestpunkte sind in regelmäßigen Abständen von 2 zu 2 km auf einer großen Anzahl von Chausseen durch Granitpfeiler, Fig. 5, mit fortlaufend numerierten schmiedeeisernen Bolzen (siehe Fig. 6) kenntlich gemacht.

Fig. 5.

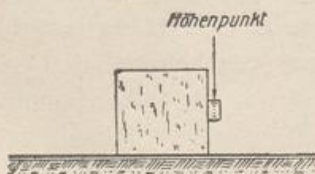


Fig. 6.



Die höchste Erhebung der Oberfläche des Bolzens gibt den eigentlichen Höhenpunkt an und ist zugleich der Aufsatzpunkt für die Nivellierlatte, die uns noch

*) Der Normal-Höhenpunkt ist neuerdings in anderer Weise versichert.

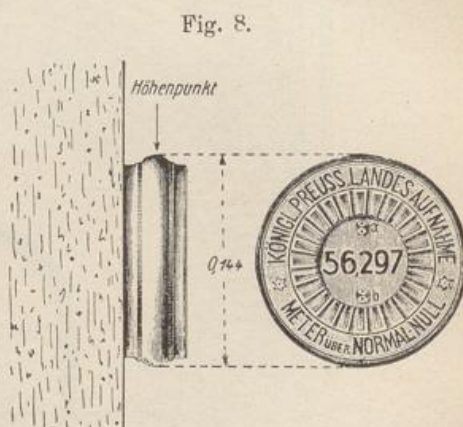
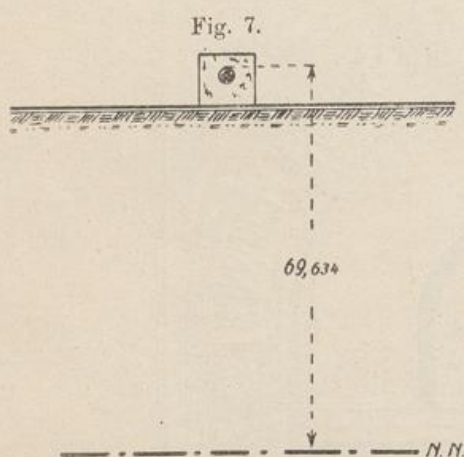
später, im Teile II des „Feldmessens“, begegnet wird. Die Figur 7 zeigt einen Nivellementsbolzen mit der „Höhe 69,634 m über N. N.“, wie der technische Ausdruck lautet.

Neben diesen „Nummerbolzen“ sind in festen Gebäuden, namentlich Kirchen, etwa $\frac{1}{2}$ bis 1 m über dem Erdboden, „Höhenmarken“ eingelassen, die in Entfernungen von durchschnittlich 10 km in möglichster Nähe der Chausseen-Nivellements angeordnet sind. Der gußeiserne, aus der Gebäudewand herausragende rd. 14 cm hohe Kopf der Höhenmarke trägt die Umschrift

Königlich Preuß. Landes-Aufnahme

Meter über Normal-Null,

dazwischen auf einer runden Bronze-Platte die entsprechende Höhenzahl, wie die Figur 8*) mit der Höhe 56,297 m zeigt.



Den „Höhenmarken“ gleichwertig sind die „Mauerbolzen“, die in Gestalt und Größe den Nummerbolzen gleichen, aber statt der Nummer die Bezeichnung Niv. P. (Nivellements-Punkt) tragen und in der Regel in nächster Nähe der „Höhenmarken“ gleichfalls $\frac{1}{2}$ bis 1 m über dem Erdboden an festen Gebäuden angebracht sind. Hier, wie auch bei den „Höhenmarken“, gilt als maßgebender Punkt die höchste Stelle des vorstehenden Kopfes.

Die Höhen der genannten Festpunkte sind bis auf Millimeter für den praktischen Gebrauch zusammengestellt und unter dem Titel: „Nivellements-Ergebnisse der trigonometrischen Abteilung der Königl.-Preussischen Landes-Aufnahme“, Verlag Hofbuchhandlung E. S. Mittler & Sohn in Berlin, Kochstraße 68—71, in einzelnen Heften bekannt gegeben.

Es umfaßt:

- Heft I. Provinz Ostpreußen;
- „ II. Provinz Westpreußen;
- „ III. Provinz Pommern;
- „ IV. Provinz Schleswig-Holstein und die Großherzogtümer Mecklenburg;

*) a und b sind Schrauben zur Befestigung der Platte.

Heft V. Provinz Schlesien;

„ VI. Provinz Posen;

„ VII. Provinz Brandenburg;

„ VIII. Provinz Sachsen und die Thüringischen Länder;

Heft IX. Provinz Hannover und das Großherzogtum Oldenburg;

Heft X. Provinz Westfalen;

„ XI. Provinz Hessen-Nassau und das Großherzogtum Hessen;

„ XII. Rheinprovinz;

„ XIII. Reichslande Elsaß-Lothringen, das Großherzogtum Baden und die Bayerische Pfalz.

Die Lage der Höhenfestpunkte ist in den Heften, deren Preis je 1,00 M beträgt, genau beschrieben. Die Nummerbolzen sind auch in den „Meßtischblättern“ (s. Kapitel H unter IV) zu finden, wo sie, wie an der Chaussee von Benkowitz über Sudoll nach Studzienna aus **Tafel IX** zu ersehen ist, als kleine Kreise mit den Buchstaben N. P. (Nivellements-Punkt) und mit der auf Zentimeter abgerundeten Höhe verzeichnet sind, z. B. in Sudoll selbst zu „N. P. 200,45“.

Im Anschluß an das gegebene Höhennetz der Landes-Aufnahme sind des weiteren Festpunkte durch verschiedene andere Behörden für ihre Spezialmessungen bestimmt worden.

So hat das Ministerium der öffentlichen Arbeiten durch das ihm unterstellte „Bureau für Nivellements- und Wasserstandsbeobachtungen“ Präzisions-Höhenmessungen an den Hauptwasserstraßen des Preußischen Staates und der angrenzenden Landesteile ausführen lassen. Die Festpunkte, Bolzen mit meist kugelförmigem Kopfe, sind in Abständen von etwa 1 km in Steinpfeilern oder massiven Bauwerken einzementiert. Ihre Höhen werden unmittelbar von dem genannten Bureau — Berlin W., Wilhelmstraße 89 — bekannt gegeben.

In weit größerem Umfange sind Höhen-Festpunkte auf den Eisenbahnstrecken anzutreffen, die an sicher fundierten Gebäuden, an Durchlässen, Brücken, Futtermauern, natürlichen Felsen oder Steinpfeilern durch eiserne Bolzen versichert sind und in der Regel nicht mehr als 2 km gegenseitige Entfernung haben. Die Eisenbahndirektionen führen für jede Bahnstrecke „Nachweisungen der Höhenbolzen über Normal-Null“; von ihnen ist daher jede Auskunft zu erhalten. Es sei auch darauf hingewiesen, daß an jedem Stationsgebäude ein Höhenbolzen und in dessen möglicher Nähe eine Höhentafel nach nebenstehender Zeichnung (Fig. 9) angebracht ist.

Eisenbahnlinien, die nicht zur Preussisch-Hessischen Eisenbahngemeinschaft gehören, insbesondere also die Nebenbahnen und Kleinbahnen, haben vielfach keine oder doch nur wenig genau bestimmte Höhenfestpunkte. Von den betreffenden Direktionen wird zwar die Höhenlage der Schienenoberkanten an bestimmten Stellen auf Wunsch mitgeteilt, doch sind diese Angaben für weitere genaue Arbeiten nicht sicher genug.

Fig. 9.



Es kommen weiter die Höhen-Festpunkte in Betracht, die im Laufe der Zeit von den Königl. Generalkommissionen, von den Meliorations-Bauämtern, von den Stadtverwaltungen, in den Grubengegenden von den Bergwerksverwaltungen usw. für ihre technische Zwecke bestimmt worden sind. Die Festlegung durch Bolzen ist hier aber nicht mehr streng durchgeführt, vielmehr findet man vielfach die einfache Bezeichnung durch ein eingemeißeltes Kreuz (+) auf Mauern, Haustreppen, Haussockeln, Widerlagern, Abdeckplatten, Durchlässen, Grenzsteinen usw., wie sie eben die Oertlichkeit zufällig bietet.

Obwohl es sehr zweckmäßig und erwünscht ist, jede, auch die kleinste Höhenaufnahme mit dem Landeshöhennetz zu verbinden, muß der angestrebte Anschluß oft wegen des dadurch entstehenden hohen Arbeitsaufwandes unterbleiben. Wann in jedem Falle Höhenmessungen mit dem Präzisions-Nivellement der Landesaufnahme in Beziehung zu bringen sind, bestimmt das „Zentral-Direktorium der Vermessungen im Preußischen Staate“ in einem Beschluß vom 12. Januar 1895, der im Anhange des Teiles II dieses Werkes zum Abdruck gelangt.

Wo ein einfacher, wenig Kosten verursachender Nivellements-Anschluß gemäß § 4 des obigen Beschlusses nicht durchführbar ist, empfiehlt es sich, von den Höhenangaben der „Trigonometrischen Punkte“ (Fig. 10) der Landesaufnahme Gebrauch zu machen, die als \triangle in fast allen „Meßtischblättern“ eingetragen sind und nur wenige Kilometer voneinander entfernt liegen. Der

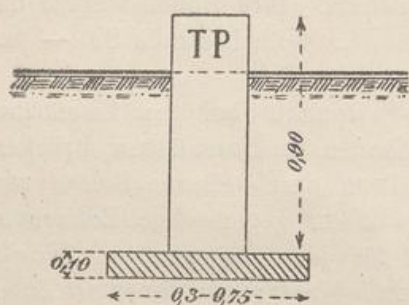


Fig. 10.



Kopf des Granitpfeilers gibt die Höhe an, z. B. in Tafel IX rechts von Sudoll an der Oder die Höhe 187,9 m über N. N. Die Genauigkeit dieser Höhenangaben steht jedoch derjenigen der Höhen-Bolzen meist in einem solchen Grade nach, daß z. B. Festpunktsnivellements (s. T. II des Werkes) nicht mit der erforderlichen Schärfe zwischen zwei trigonometrischen Punkte eingeschaltet werden können. Der trigonometrische Punkt hat hier nur die Aufgabe, über die Höhenlage der Normal-Nullfläche, wenn auch ziemlich genau, zu unterrichten. In diesem Sinne ist er bei Höhenmessungen auch nur zu benutzen.

Erstreckt sich eine Aufnahme, der kein dauernder Wert beizumessen ist, über einen kleinen Geländeabschnitt, so kann auch — ähnlich wie es hier für die Lage-messungen stets geschieht (s. S. 3) — eine beliebige Ausgangsfläche als Ersatz für die Normal-Nullfläche eingeführt werden. Es wird einem ausgewählten Festpunkte, z. B. einem in einer Wandfläche eingeschlagenen starken Nagel (gut sind Eisenbahnschienen-nägel), oder einem feststehenden Grenzstein oder also

irgend einem unzweideutigen und unveränderlichen Punkte eine bestimmte Höhe, etwa 10,000 m, 50,000 m, 100,000 m . . . beigelegt. Wie tief unter diesem Festpunkte die Ausgangsfläche sich befindet, ist an sich gleichgültig, doch wird aus praktischen Gründen, wie später zu ersehen ist, ihre Lage so gewählt, daß sämtliche zu bestimmenden Bodenpunkte über dieser, nicht auch unter dieser Fläche liegen.

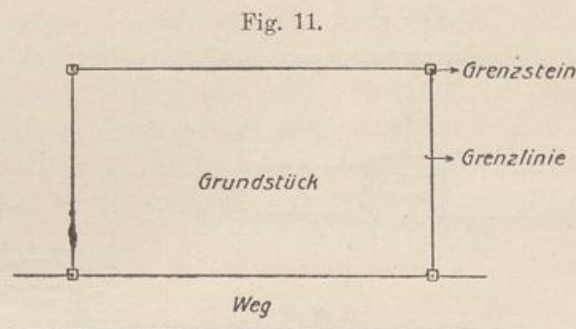
D. Oertliche Bezeichnung und Sichtbarmachung der Messungspunkte.

I. Oertliche Punktbezeichnung.

Die zur Aufmessung und Absteckung kommenden Punkte liegen in der Regel auf der Bodenoberfläche und sind — wie schon die Einleitung sagt — entweder in der Oertlichkeit gegeben, oder sie müssen erst für die Zwecke der Lage- und Höhenbestimmung ausgewählt werden.

Gegebene Punkte sind die Eck- und Brechungspunkte von Grundstücksgrenzen, die, wenn sie gleichzeitig Eigentums-, nicht Kulturgrenzen (s. S. 75) sind, meist durch dauerhafte „Grenzsteine“ bezeichnet, oder, wie es heißt, „vermarktet“ werden, siehe Fig. 11. An ihre Stelle treten auf bebautem Gelände, in Dorf- und Stadtlagen, sehr oft die Eck- und Brechungspunkte der aufstehenden Gebäude oder der Umfriedigungen, die als Mauern oder Zäune die Abgrenzung des Grundeigentums oder auch nur eines Teiles desselben, z. B. bei Hof- und Gartenanlagen, darstellen, siehe Fig. 12.

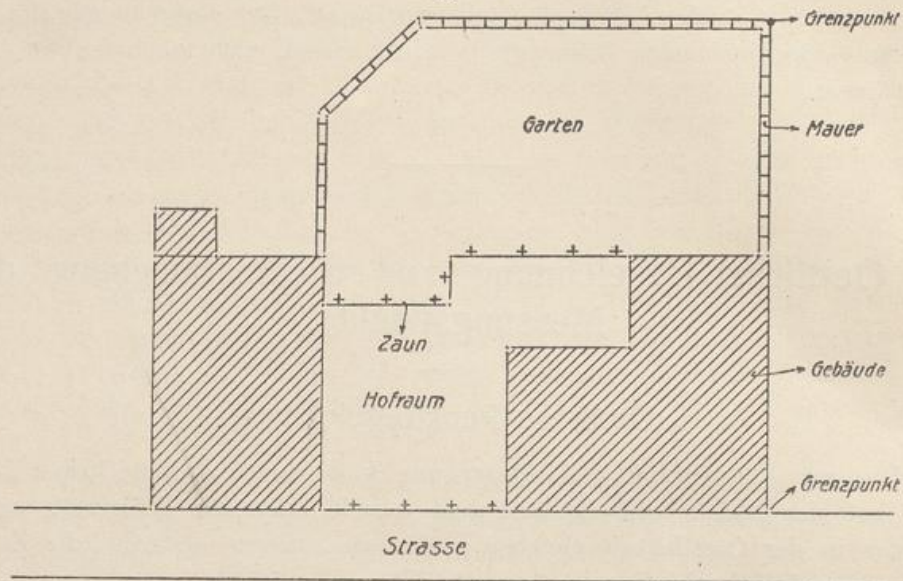
Wo es sich um solche und gut geordnete Grenzverhältnisse handelt, bietet die Feststellung der aufzumessenden Punkte und ihre geradlinige Verbindung zu „Grenzlinien“ (Fig. 11 und 12) keine Schwierigkeit. Fehlende Grenzsteine können mit Zustimmung der beiderseitigen Grundeigentümer ersetzt werden*). Hierzu kann jeder wetterfeste Stein, z. B. aus Granit, Basalt, Grauwacke, von wenigstens 60 bis 70 cm Länge und 10 bis 15 cm Stärke verwendet werden, der in eine Grube lotrecht gestellt und seitlich gut mit Erde festgestampft wird. Als Grenzpunkt ist die Mitte der oberen Kopffläche (Fig. 13) des etwa 5 bis 10 cm



*) Die dauernde rechtliche Gültigkeit tritt für solche Grenzpunkte aber erst dann ein, wenn die Grenzsteine durch einen vereideten Landmesser in die Karten, gegebenenfalls auch in die Bücher des Katasters (s. Kap. H) übergeführt werden.

aus dem Boden ragenden Steines maßgebend, falls nicht ein eingemeißeltes Kreuz — gültig ist der Kreuzungspunkt — die einzuhaltende Stelle vorschreibt (Fig. 14).

Fig. 12.



Neben dem natürlichen Gestein wird zurzeit der Zementbeton in großem Umfange für Grenzsteine verwendet, die mit Hilfe von hölzernen oder eisernen

Fig. 13.

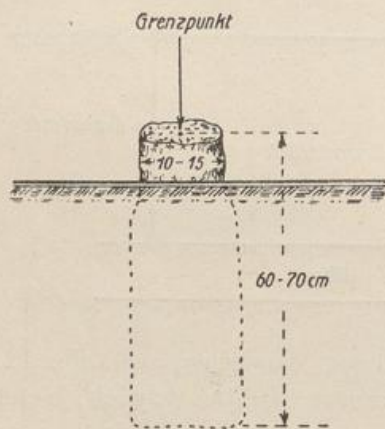
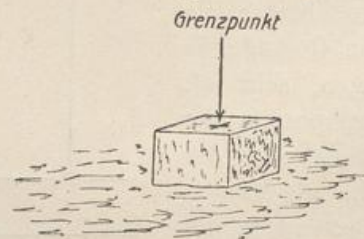


Fig. 15.



Fig. 14.



Formen von jeder Zementwarenfabrik angefertigt und infolge der leichten Massenerstellung meist billiger geliefert werden als natürliche Grenzsteine bei weitem Transport. Die Figuren 15 und 16 zeigen zwei derartige Zement-Grenzsteine, deren Kopffläche leicht mit einer Kreuzmarke oder einer runden Vertiefung zur Punktangabe angestampft werden kann. Sehr zweckmäßig ist eine leichte Eisenarmierung der Längskanten des Betonkörpers.

Ein eigenartiger Zement-Grenzstein (D. R. P.) wird von einigen Firmen*) angefertigt. Dieser (Fig. 17) sitzt lose auf einer plattenförmigen Unterlage mit

*) Zu beziehen u. a. vom Versandthaus für Vermessungswesen in Cassel.

kreisförmiger Durchlochung, die den Grenzpunkt auch dann unzweideutig anzeigt, wenn der zu Tage tretende Teil verloren gegangen ist.

In Wiesen und auf Grundstücken mit moor- oder sumpftartigem Boden werden am besten mäßig starke Eichenpfähle von entsprechender Länge bis in den festen Untergrund getrieben (Fig. 18). Das im Boden sitzende Ende wird zwecks größerer Haltbarkeit angekohlt oder der ganze Pfahl mit Karbolineum^{*)}

Fig. 16.

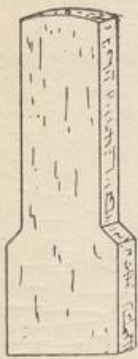


Fig. 17.

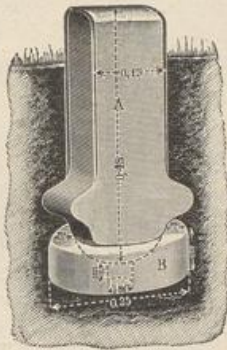


Fig. 18.

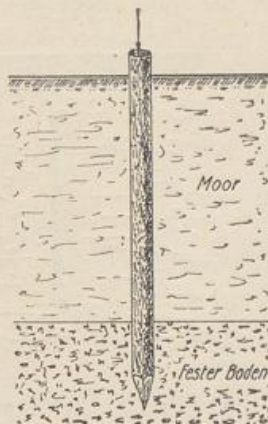
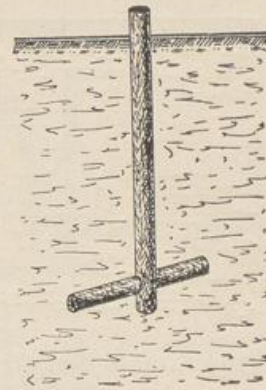


Fig. 19.



oder einem anderen Schutzmittel getränkt. Bei sehr starker Moorschicht werden gegen ein Versinken etwa 1 m lange Pfähle mit einem Querholz (Fig. 19) oder mit zwei solchen Hölzern in Form eines Kreuzes (Fig. 20) hergerichtet. Auch hier bildet die Mitte der Kopfflächen den eigentlichen Grenz- oder Messungspunkt.

Pfähle von kleinen Abmessungen, einige cm stark, 20 bis 30 cm lang (Fig. 21), dienen einer vorübergehenden Punktbezeichnung, z. B. bei der Aufmessung von Grenzen, die nicht vermarkt sind, insbesondere also auch der Kulturgrenzen (s. S. 75), dann aber vor allem bei Höhenaufnahmen (s. Teil II des „Feld-

Fig. 20.

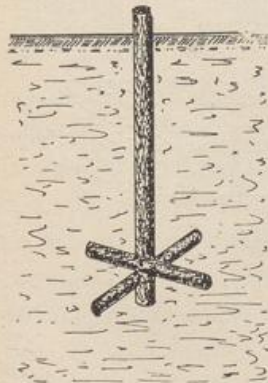


Fig. 21.

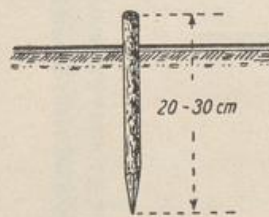
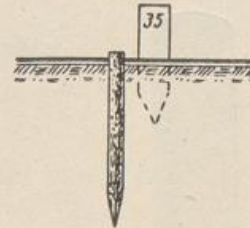


Fig. 22.



messens“), wo die Kenntlichmachung der Bodenpunkte in der Regel nur für die Dauer der Messung erforderlich ist und nach dieser die Pfähle wieder entfernt werden. Falls die Pfähle aber zu späteren Absteckungen benutzt werden sollen, sind sie mit dem Boden fast gleich zu schlagen, zur Sichtbarmachung jedoch mit einem „Beipfahl“ (Nummerpfahl) zu

^{*)} Carbolineum Avenarius von der Firma R. Avenarius u. Comp., Berlin C.

versehen, auf dem erforderlichenfalls die fortlaufende Nummer der Punkte mit einem Signierstift notiert wird (siehe Fig. 22).

Statt der sichtbaren oder „oberirdischen“ Festlegung der Grenzpunkte findet man bisweilen die „unterirdische Vermarkung“, bei der die Steine oder Pfähle in den Boden versenkt werden, wie es die Figuren 23 und 24 zeigen. Hierzu werden auch besonders geformte Backsteine, sogen. „Hohlziegel“ (Fig. 25) gebrannt mit einer Durchbohrung, deren Mittellinie den Grenzpunkt

Fig. 23.

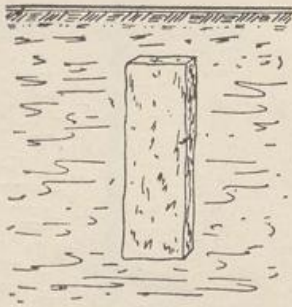


Fig. 24.

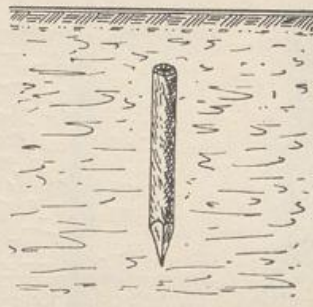
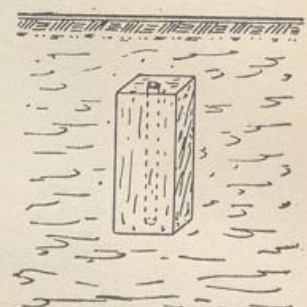


Fig. 25.



darstellt und die zur Aufnahme der später genannten „Fluchtstäbe“ (S. 14) sehr geeignet ist.

Die unterirdische Vermarkung bietet im allgemeinen nicht die Vorteile der leicht sichtbaren oberirdischen Punktbezeichnung, sie ist aber besonders wertvoll, wenn es darauf ankommt, das „Liniennetz“ (S. 75 usw.), die Grundlage der Aufmessungen und Absteckungen, in seinen Festpunkten, den „Polygonpunkten und Linien- oder Kleinpunkten“, unabhängig von der Grenzvermarkung zu sichern. Hierzu werden 20 bis 30 cm lange Tonröhren*), am einfachsten auch gut gebrannte Drainröhren (Fig. 26) von 4 bis 5 cm lichtigem

Fig. 26.



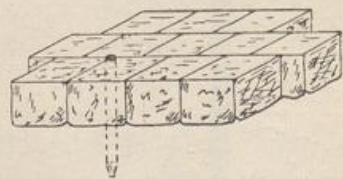
Fig. 27.



Fig. 28.



Fig. 29.



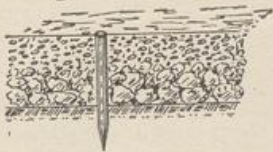
Durchmesser versenkt, wenn hierzu nicht doch in einzelnen Fällen Grenzsteine mit einem Kreuzzeichen (+) (Fig. 14), oder auch nur einfache Pfähle oder

*) Von jeder Tonwarenfabrik, speziell von der Firma Schuckmann u. Comp. in Carlsbafen zu beziehen.

Pfähle mit eingeschlagenem Nagel oder eingebohrtem Loche (Fig. 27) benutzt werden sollen.

Auf Chausseen, chaussierten oder gepflasterten Straßen und in Lagen mit sehr festem oder felsigem Boden wird die angegebene Sicherung des Liniennetzes durch Tonröhren oft nicht möglich sein. Dann sind kurze, zugespitzte Gasrohre (Fig. 28) am Platze, wie sie von Hallupp in Halle a. S., Brunoswarte 34, mit besonderer Einschlagvorrichtung (Vorschläger) geliefert werden^{*)}. Die Rohre werden bodengleich geschlagen, um sie leicht wieder aufzufinden. Die Figuren 29 und 30 stellen ein Rohr zwischen den Fugen eines Pflasters und in einer chaussierten Straße dar.

Fig. 30.



Eine sehr zweckmäßige und sichere Vermarkung von Linien- und Polygonpunkten in Städten und Ortschaften bietet die Vorrichtung der Firma E. Schenk in Ulm, die aus den nebenstehenden Fig. 31 und 32 zu ersehen ist. Es sind dies einbetonierte Gasrohre, mit eisernen Schutzkappen und Deckeln, so daß das Rohr gegen fremde Eingriffe gut geschützt ist.

Fig. 32.

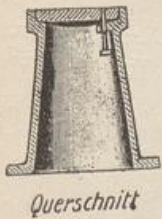


Fig. 31.

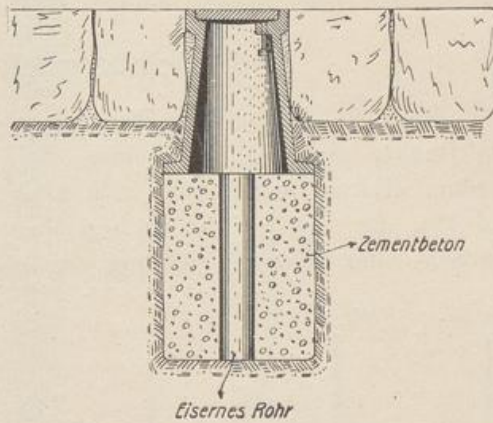
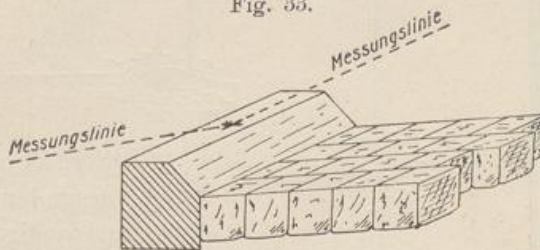
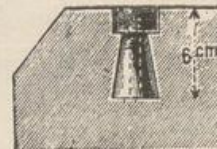


Fig. 33.



Sehr oft wird aber der Kostenersparnis wegen von einer besonderen Vermarkung der genannten Punkte Abstand genommen und zwar dann, wenn es möglich ist, auf sicher liegenden Straßen-Bordsteinen durch Kreuzmarken (+) (Fig. 33) oder Eisenbolzen nach Fig. 34 eine dauerhafte Bezeichnung zu erhalten. Auch gewöhnliche Pflaster- und Trottoirsteine werden hierzu verwendet, doch sollte man diese durch besonders kenntlich gemachte, z. B. auch farbige natürliche oder Zement-Steine, nicht unter 60 bis 70 cm Länge, mit Kreuzmarke (Fig. 35) oder ein-

Fig. 34.



^{*)} Preisliste der Rohre siehe Anhang unter VII.

betoniertem Gasrohr (Fig. 36) ersetzen, damit sie bei vorkommenden Umpflasterungen als solche sofort erkannt werden und unberührt bleiben.

Fig. 35.

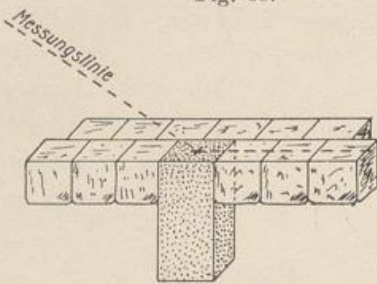
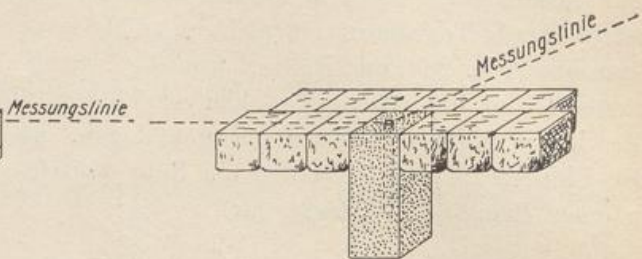


Fig. 36.



II. Sichtbarmachung der Punkte.

Die Lage der bei den Messungsarbeiten aufzunehmenden oder abzusteckenden Punkte muß oft für kleinere und größere Entfernungen sichtbar gemacht werden. Hierzu bedient man sich 2 bis 3 m langer Stäbe, „Fluchtstäbe“ (Fig. 37 und 41), die man auf die zu bezeichnenden Punkte aufhalten (Fig. 38) oder in der Seh- oder Messungsrichtung vor oder hinter diese stecken läßt (Fig. 39).

Fig. 37.



Fig. 38.

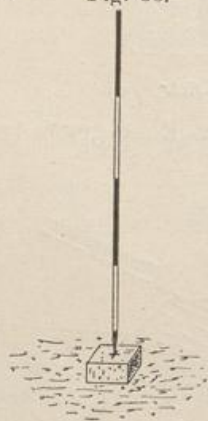
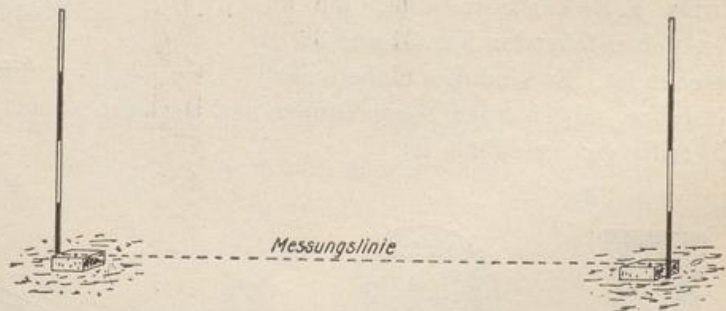


Fig. 39.



Die Fluchtstäbe sind in der Regel aus astfreiem, gesundem Tannenholz rund gedreht, 2 bis 3 cm stark und endigen in eine feste eiserne Spitze, oder sie sind, weniger häufig, aus 1 bis 1½ cm dickem Eisen-Möbelrohr angefertigt, in jedem Falle aber mit einem gut haftenden rot-weißen oder schwarz-weißen Anstrich versehen. Bei den hölzernen Fluchtstäben ist stets auf eine gut ausgebildete Eisenspitze zu achten, da diese bei zu festem Boden leicht leidet. Meist wird sie mit dem Holzschaft durch zwei oder drei überragende Laschen nach Fig. 40 verschraubt oder nach Fig. 41 angeordnet. Die dreikantigen Spitzen nach Fig. 42 eignen sich im besondern für steinigen Boden, sowie zwischen Steinfliesen und Kopfsteinpflaster.

Bei Reisen sind die zu einem runden, bequem zu transportierenden Bündel vereinigten Fluchtstäbe (Fig. 43) mit dreieckigem Querschnitt sehr zu empfehlen.

Fig. 41 b. Fig. 41 c.

Fig. 43.

Fig. 44.

Fig. 40. Fig. 41 a.

Fig. 42.

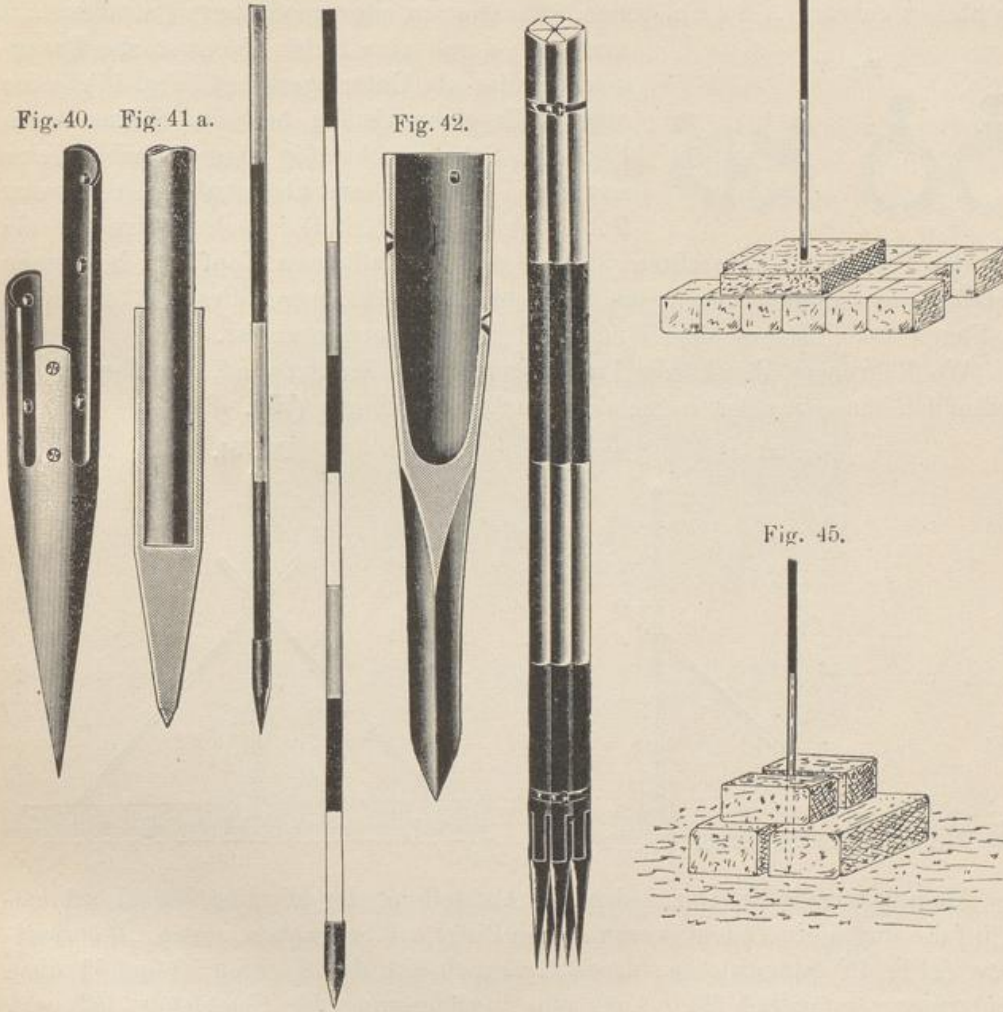
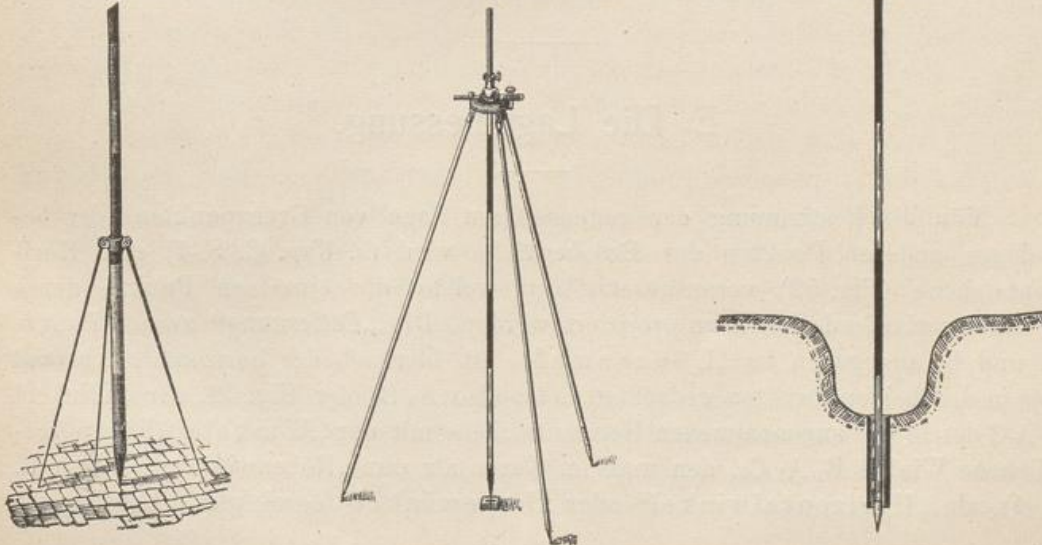


Fig. 46.

Fig. 47.

Fig. 48.



In nicht zu hartem Erdreich werden die Fluchtstäbe durch festes Einstoßen zum Stehen gebracht. Bei Felsboden, chaussierten oder gepflasterten Straßen hilft

Fig. 49.



man sich durch eine 10 bis 15 cm starke Rasenschicht, die als Unterlage dient (Fig. 44), oder man stellt einen Umbau her aus Steinen nach Fig. 45. Sehr zweckmäßig sind einfache kleine Dreibeine aus starkem Eisendraht mit kurzem Rohrstück (Fig. 46), oder noch geeigneter die nach der Fig. 47 hergestellten Stative mit verstellbarem Kopf zur bequemen Einstellung der Fluchtstäbe in die Lotrechte (s. S. 19), wenn dies z. B. zwischen den Fugen des Pflasters ohne Hilfsmittel nicht zu erreichen ist.

Wo Röhren u. dergl. zur Punktbezeichnung benutzt sind, werden selbstverständlich diese zur Aufnahme der Fluchtstäbe dienen (Fig. 48).

Fig. 50.

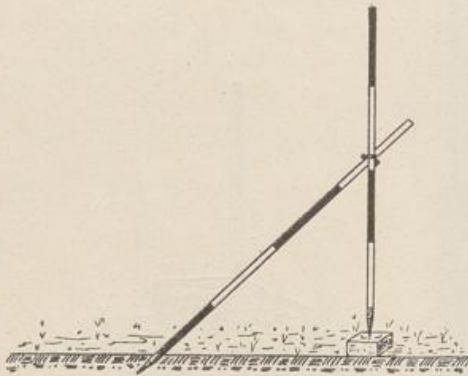
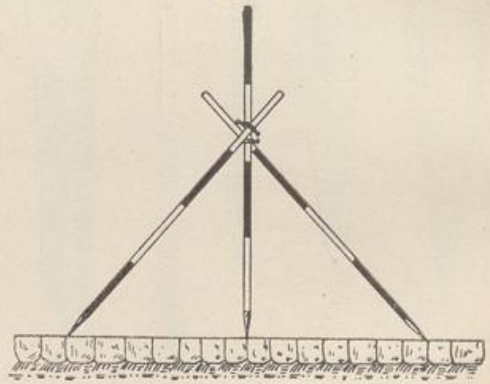


Fig. 51.



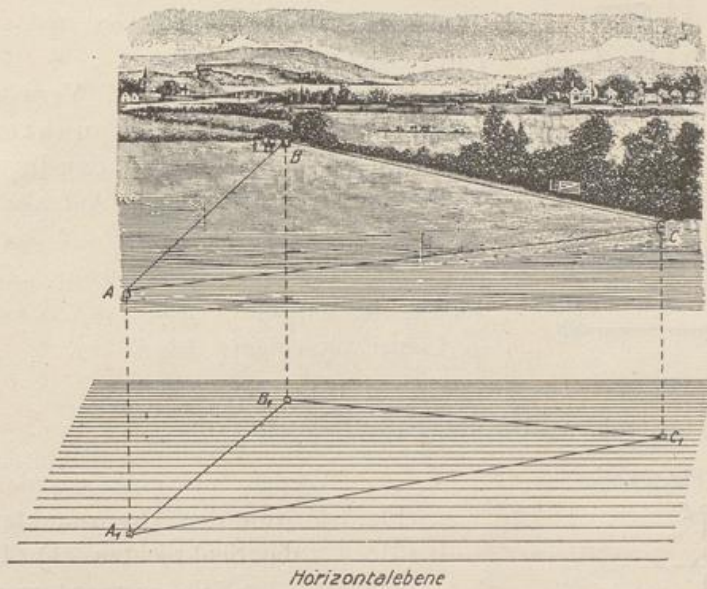
Als praktisches Mittel zur sicheren Aufstellung der Fluchtstäbe sei schließlich auf die durch ein Gelenk verbundenen Ringe mit Schrauben, sogen. „Doppelringe“ (Fig. 49) hingewiesen, deren Gebrauch aus den Figuren 50 und 51 ohne Erläuterung verständlich ist. Auch eine Verlängerung der Fluchtstäbe läßt sich durch diese Vorrichtung leicht ermöglichen.

E. Die Lagemessung.

Für die Bestimmung der gegenseitigen Lage von Grenzpunkten oder beliebigen anderen Punkten der Erdoberfläche wird (s. Kap. C. S. 4) eine Horizontalebene (Fig. 52) vorausgesetzt, auf welche die einzelnen Punkte durch parallel verlaufende Lotlinien projiziert werden. Die „Entfernung“ zweier Punkte A und B, angegeben im „Längenmaß“, ist hiernach der horizontale Abstand der in den beiden Punkten gedachten Lote, also $A_1 B_1$ der Fig. 52, der „Winkel“ B A C der in der angenommenen Horizontalebene mit der „Winkleinheit“ verglichene Winkel $B_1 A_1 C_1$, den man im Gegensatz zum „Höhenwinkel“ (s. Kap. E. I. 4), als „Horizontalwinkel“ oder „Lagewinkel“ bezeichnet. Erhebungen

und Senkungen der Geländeoberfläche bleiben hiernach ohne Einfluß auf die Lage-messung; aufgenommene Flächen fallen also im Lageplan, der nur die Projektion wiedergibt, kleiner aus, als sie infolge ihrer natürlichen schiefen Lage oft in Wirklichkeit sind. Diese Abweichung ist aus zeichnerischen Gründen nicht zu umgehen, sie ist aber auch z. B. vom wirtschaftlichen Standpunkte aus belanglos, weil erfahrungsgemäß auf einer schrägen Fläche kein merklich größerer landwirtschaftlicher Ertrag gewonnen wird als auf ihrer horizontalen Projektion.

Fig. 52.

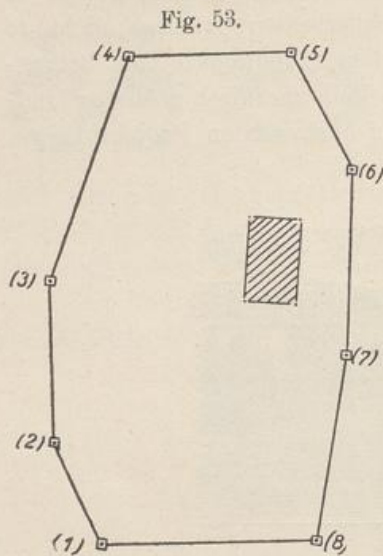


Sehen wir zunächst von der Lagebestimmung solcher Bodenpunkte ab, die lediglich für „Höhenaufnahmen“ (s. Teil II des Werkes) in Betracht kommen, so liegt in der Regel die Aufgabe vor, die Grenzen eines oder mehrerer im Zusammenhange liegender Grundstücke samt etwa aufstehender Gebäude oder irgendwelcher Bauanlagen zur Aufmessung und Darstellung zu bringen.

Man begeht vorab die Umringungsgrenzen der einzelnen Flächen und stellt deren Grenzpunkte fest, die geradlinig miteinander verbunden, den „Grenzzug“ bilden. Die Eigentumsgrenzen (s. S. 9) werden zumeist schon durch Steine, Pfähle, Grenzbäume oder dergl. vermarktet sein. Da, wo ein Rain, ein Graben, eine Hecke, ein Wall, ein Zaun, eine Mauer ohne weitere besondere Vermarkung die Grenze anzeigt, kann die Mitte oder die innere oder äußere Seite der Anlage die Grenzlinie sein, was gegebenenfalls unter Zuziehung des benachbarten Grundeigentümers festzustellen ist. Sind die Grenzverhältnisse geklärt, so können auch hier mit Zustimmung der beiden Nachbarn Steine oder Pfähle gesetzt werden, siehe hierzu die Anm. Seite 9.

Auf diese dauernd vermarkten oder nur durch kleine Pfähle vorübergehend bezeichneten Grenzpunkte kommt es bei der weiteren Aufnahme an. Um hier keinen der Punkte zu übergehen, empfiehlt es sich, jeden Stein usw. durch einen Pfahl mit fortlaufender Nummer (Fig. 22) kenntlich zu machen. Inzwischen

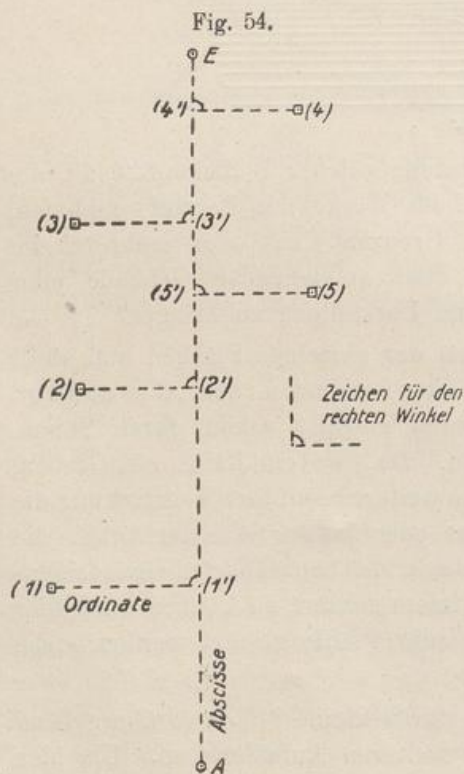
zeichnet man die Punkte mit den Nummern in eine kleine Skizze (Fig. 53) auf einem Blatt Schreibpapier, um hiernach das Feldbuch, von dem noch die Rede sein wird, vorzubereiten. Sind Gebäude und Bauwerke vorhanden, so sind auch diese mit wenigen Strichen zu skizzieren.



Bei der nunmehr vorzunehmenden Aufmessung hat man je nach der Ausdehnung und Gestaltung der Grundstücksflächen zu unterscheiden zwischen einfachen und zusammengesetzten Linien-Aufnahmen und sogenannten Polygonaufmessungen.

Auf die Schaffung und Verwendung von „Trigonometrischen Festpunkten“ soll hier mit Rücksicht auf diese dem Bau-Ingenieur oder Techniker kaum begegnende Aufgabe abgesehen werden. Im Bedarfsfalle sei auf das Handbuch von Prof. Dr. Ing. Hohenner: „Geodäsie“ verwiesen, das im Verlage von B. G. Teubner in Leipzig erschienen ist.

I. Einfache Linien-Aufnahme.



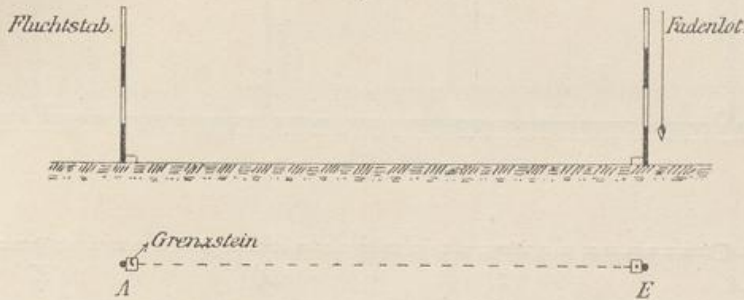
Werden auf eine gerade Linie A E (Fig. 54) von den Grenzpunkten (1), (2), (3) die Senkrechten (1) (1'), (2) (2'), (3) (3') gefällt, so nennt man diese die „Ordinaten“ und die Entfernungen A (1'), A (2'), A (3'), vom Anfangspunkte A der Linie A E bis zu den Fußpunkten der betreffenden Senkrechten gerechnet, die „Abszissen“ der Punkte (1), (2), (3) Sind Abszissen und Ordinaten oder die „Koordinaten“ ihrer Länge nach bekannt, so ist die Lage der Punkte (1), (2), (3) unzweideutig bestimmt, und man besitzt in diesem Vorgange das einfachste Mittel, die gestellten Aufgaben der Lagemessung zu lösen.

Wie ohne weiteres ersichtlich, gehört hierzu nicht nur die Kenntnis der Werkzeuge für die Messung der Längen und für die Absteckung der Fußpunkte der Ordinaten, sondern auch die Kenntnis der Regeln, die beim Gebrauche der Instrumente zu beachten sind.

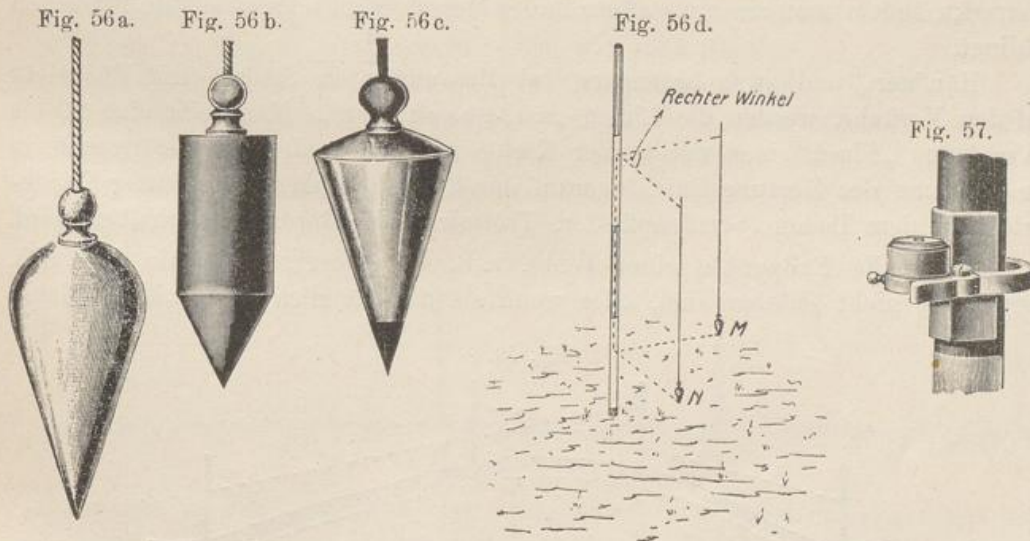
1. Absteckung der zu messenden Linie.

Zur Bestimmung der Entfernung zwischen zwei Punkten wird die zu messende Strecke in der Regel durch Fluchtstäbe (s. S. 14) kenntlich gemacht. Ist die Strecke kurz, so genügt es, wenn man nur die beiden gegebenen Punkte als Endpunkte durch Fluchtstäbe bezeichnet (Fig. 55), doch werden Abscissen-

Fig. 55.



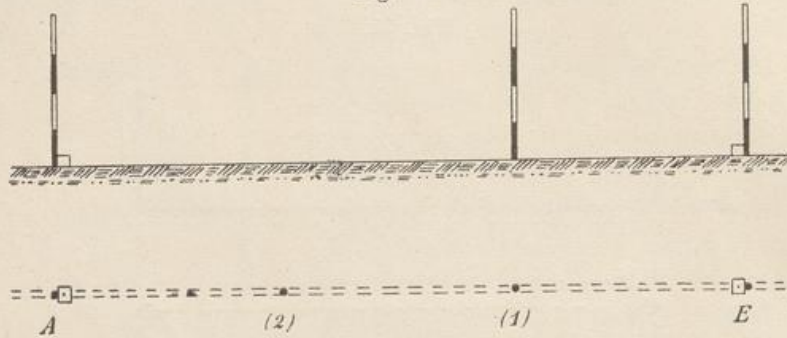
linien wenigstens durch 3 Stäbe „ausgesteckt“. Eine lotrechte Stellung der Fluchtstäbe wird hierbei mit Hilfe eines „Fadenlotes“ (s. Fig. 56a, b, c) herbeigeführt. Man geht in der Weise vor, daß man von zwei etwa senkrecht zueinander stehenden Stellungen (M und N) aus den Stab durch Zielen entlang der Lotsehnur in die lotrechte Lage bringt (s. Fig. 56d). Ein anderes gleichfalls einfaches Hilfsmittel ist die in Fig. 57 dargestellte „Dosenlibelle“ (s. S. 82 usw.) mit Federklemmhebel, der um den Fluchtstab gelegt wird.



Die Einfügung weiterer Stäbe zwischen den beiden Endpunkten nennt man das „Ausfluchten“ der Linie. Es geschieht durch Einrichten von einem Endpunkte aus, wenn dieser zugänglich ist und wenn von ihm aus der Fluchtstab auf dem anderen Endpunkte zu sehen ist. Sobald die Fluchtstäbe auf den beiden Endpunkten mit dem Fadenlote oder der Vorrichtung nach Fig. 57 eingelotet sind, stellt man sich einige Meter hinter A (Fig. 58) und weist einen von einem Gehilfen lotrecht gehaltenen Stab (1) in die Linie A E ein. Dies geschieht in

der Weise, daß man mit dem Auge, erforderlichenfalls unter Zuhilfenahme eines Feldstechers, bald an der linken bald an der rechten Seite des Stabes A nach E vorbeizieht, bis der Stab (1) genau in der Richtung A E steht. Wird nun der Stab (1) fest in den Boden gestoßen, eingelotet, und nach einer

Fig. 58.



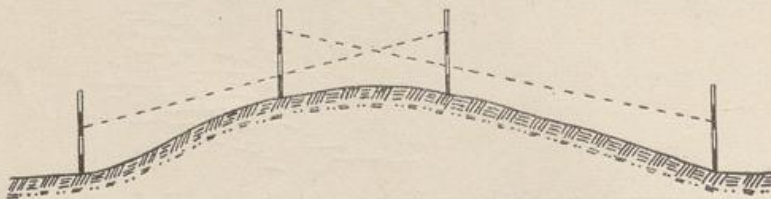
erneuten Prüfung seine Lage für richtig befunden, so wird in der gleichen Weise der Stab (2) usw. eingefluchtet. Den Abstand der einzelnen Stäbe wählt man etwa zu 30 bis 60 m.

Selten und dann nur für Längenbestimmungen mit Hilfe der Meßblatten (s. S. 31 und S. 50) wird die Linie noch weiter unmittelbar durch Ziehen einer „Fluchtleine“ sichtbar gemacht. Hierzu wird eine feste 2 bis 3 mm starke Hanfschnur bei A (Fig. 58) an einem Pfählchen befestigt und in der Linie gestreckt, indem man sie um weitere in der Messungslinie eingefluchtete Pfählchen schlingt.

Häufiger, und zwar besonders bei Messungen in Städten mit Rücksicht auf den Verkehr, werden die Linien „ausgeschnürt“. Man reibt eine 20 bis 25 m lange „Fluchtleine“ mit weißer Kreide gut ein und spannt sie genau in die Richtung der Messungslinie, worauf durch Schnurschlag ein scharfer Kreidestrich auf dem Boden (Straßenpflaster, Trottoir oder Bordstein) erhalten wird.

Wenn die Endpunkte einer Linie, z. B. im gebirgigen Terrain (Fig. 59), gegenseitig nicht sichtbar sind, oder wenn sie unzugänglich sind, wie bei Haus-

Fig. 59.



ecken (Fig. 60), dann werden Zwischenpunkte durch fortgesetztes „Einweisen“ eingeschaltet. Hierzu stellt man sich (Fig. 61) annähernd in der Linie A E bei 1^a so auf, daß man E gut sieht, und weist einen Gehilfen mit einem Stabe bei 2^a in die Richtung nach E ein. Der Gehilfe hat die Stelle für 2^a so gewählt, daß er selbst den Fluchtstab bei A sehen kann. Nun weist der Gehilfe den Stab des ersten Beobachters nach A ein, bei 1^b , dieser wiederum den Gehilfen

in 2^b und so fort, bis schließlich die beiden Fluchtstäbe in 1 und 2 der Geraden A E stehen.

Fig. 60.

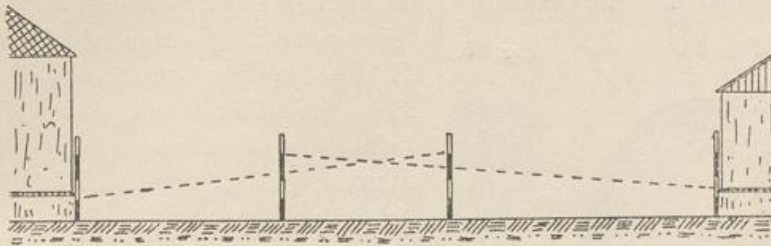
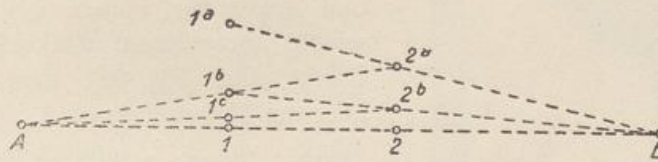


Fig. 61.



Die Bestimmung von Zwischenpunkten läßt sich auch mit Hilfe der im Abschnitt 2 S. 29 beschriebenen „Doppelprismen“ oft mit genügender Schärfe durchführen, wenn nur von dem gewählten Standpunkte aus die Bilder der Fluchtstäbe von A und E im Instrumente zur Deckung gebracht werden, was für längere Linien nur in ebenem Gelände möglich ist.

Die oft vorkommende Aufgabe, eine Linie über einen Endpunkt, etwa über E zu verlängern, wird derart gelöst, daß man die Stäbe 1, 2, 3, . . . nacheinander durch links- und rechtsseitiges Zielen über E und A in die Linie einfluchtet (Fig. 62). Wenn es sich hierbei um Abscissenlinien handelt, sind diese, was meist gelingt, so zu legen, daß ihre Verlängerungen nicht auf Hindernisse (Bäume, Gebäude, Wasserflächen usw.) treffen, weil letztere die weiteren Arbeiten unnötig erschweren.

Fig. 62.



Lange in ungünstigem Terrain, besonders im Gebirge zu legende Linien sind in der Regel am genauesten und schnellsten mit Hilfe eines „Theodolits“ (siehe „Tracieren“ im Teile II des „Feldmessens“) abzustecken.

2. Instrumente zur Absteckung von konstanten oder festen Winkeln.

Die Absteckung der bei der Koordinatenmethode (S. 18) erforderlichen Senkrechten oder Ordinaten auf der Abscissenlinie (A E Fig. 54) geschieht durch besonders hergerichtete kleine handliche Instrumente, von denen der Winkelkopf, der Winkelspiegel und das Winkelprisma nachstehend beschrieben werden.

a) Winkelkopf.

Der Winkelkopf, ein runder (Fig. 63) oder eckiger (Fig. 64) geschlossener Messingzylinder mit Aufsteckhülse, hat in der Längsrichtung vier etwa 0,3 bis 0,5 mm breite Spalten als „Abseh- oder Zielvorrichtungen“, von denen je zwei sich gegenüberstehen und sich mit den beiden anderen genau unter einem rechten Winkel, d. h. einem Winkel von 90° schneiden.

Fig. 63.

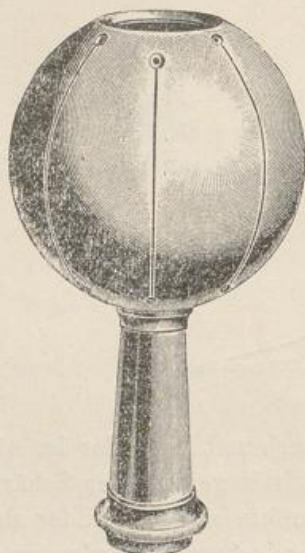


Fig. 65.



In der Regel hat die Winkeltrommel noch 4 weitere Absehvorrchtungen, Spalten und gegenüberliegende Fäden, die selbst wieder unter einem Winkel von 90° angebracht sind (Fig. 64), gegen die ersteren aber um 45° gedreht sind, so daß nicht nur Winkel von 90° , sondern auch solche von 45° abgesteckt werden können.

Der Winkelkopf sitzt beim Gebrauch auf einem 1,5 m langen Stabe mit einer eisernen Spitze (Fig. 65), auf dessen oberem Ende die konisch zulaufende Hülse, in der das Instrument für sich drehbar ist, aufgesteckt wird.

Da der rechte Winkel für die Ordinaten (Fig. 54) auf der angenommenen „Horizontalebene“ (S. 16) gemessen wird, muß der Stab bei der Absteckung in die Lotrichtung des Ordinaten-Fußpunkts gestellt werden, was mit Hilfe eines „Fadenlotes“ (Fig. 56) nach Seite 19 und Fig. 56d geschieht.

Fig. 64.

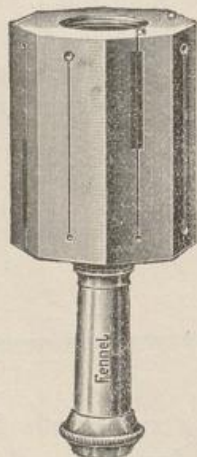
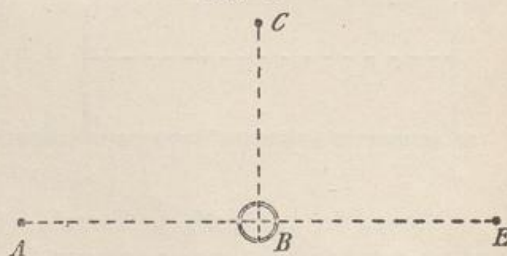


Fig. 66.

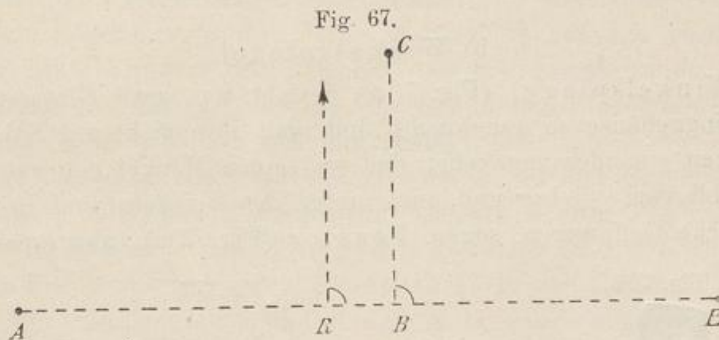


Größere Winkelköpfe sind als „Winkeltrommeln“ mit einer Gradteilung versehen und haben meist eine „Dosenlibelle“, deren einspielende Blase die lotrechte Stellung des Stabes und damit auch der Visierspalten des Instrumentes verbürgt; siehe hierüber Abschnitt III, 4 a. Seite 81.

Soll im Punkte B der Abscissenlinie A E (Fig. 66) eine Ordinate „abge-

steckt“ werden, so wird der Winkelkopf in diesem Punkte lotrecht aufgestellt. Bringt man sodann durch vorsichtiges Drehen eine der Abseh- oder Visiervorrichtungen in die Gerade AE und läßt in der Richtung der anderen, zu der ersteren senkrechten Visierlinie einen Stab C stecken, so steht CB auf der Geraden AE senkrecht.

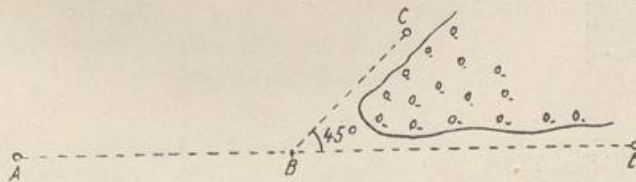
Bei der „Aufmessung“ liegt jedoch stets der Fall vor, den Fußpunkt der Ordinate auf der Abscissenlinie für gegebene Punkte zu bestimmen. Dann ist zunächst der Fußpunkt nach Augenmaß, etwa in R der Fig. 67, zu ermitteln. Stellt man sodann das Instrument in R auf, und fällt der Punkt C nicht in die Visier-



linie, dann wird das Instrument in der Abscissenlinie solange verschoben, bis der Punkt C in der zweiten Visierlinie liegt.

Die Absteckung eines Winkels von 45° , die bisweilen für Aufmessungen (s. Seite 57), weniger für Absteckungen von Bedeutung ist, wird unter Benutzung der sich unter 45° schneidenden Visiervorrichtungen genau in der vorgeschriebenen Weise bewerkstelligt (s. Fig. 68).

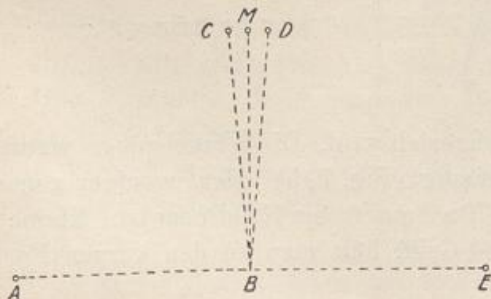
Fig. 68.



Die Winkelköpfe werden vom Mechaniker fast immer in der erforderlichen Genauigkeit angefertigt. Eine Nachprüfung der senkrechten Stellung der beiden

Absehlilien kann, wie nachstehend angegeben, geschehen. Man stellt das Instrument in der Mitte einer etwa 100 m langen Linie AE lotrecht auf, steckt die Senkrechte BC rd. 50 m lang ab und bezeichnet C durch einen Fluchtstab (Fig. 69). Dreht man nun den Winkelkopf in der Hülse (s. S. 22) um 90° , so daß die Zielvorrichtungen vertauscht werden, und steckt noch einmal die Senk-

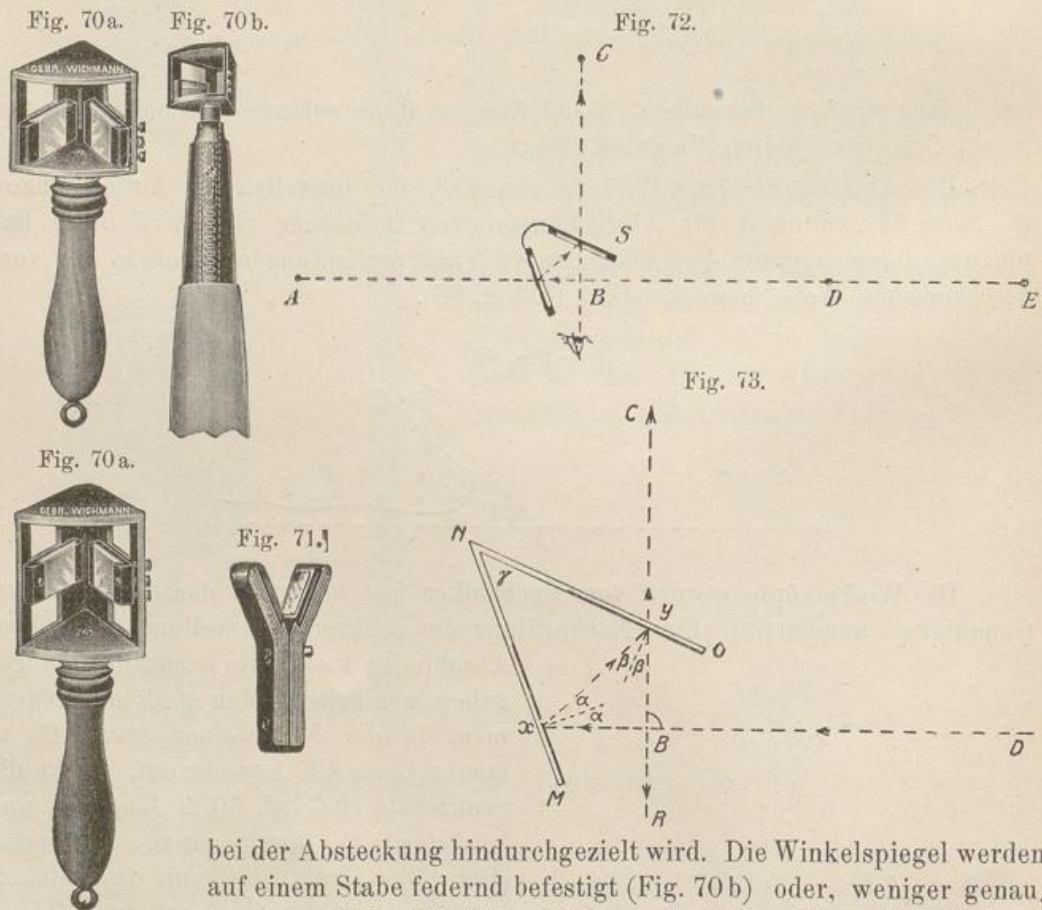
Fig. 69.



rechte ab, so ist das Instrument richtig, wenn die zweite Senkrechte gleichfalls den Punkt C trifft. Ist letzteres nicht der Fall, so stellt man neben dem ersten Fluchtstabe einen zweiten Stab (D Fig. 69) in der neuen Richtung auf. Halbiert man die Entfernung CD und bezeichnet den Halbierungspunkt M durch einen dritten Fluchtstab, so ist MB die richtige Senkrechte. Beträgt der halbe Abstand von CD, wenn BM rd. 50 m lang ist, nicht mehr als etwa 3 cm, so ist das Instrument als fehlerfrei zu bezeichnen. Bei einem größeren Betrage ist das Instrument — vorausgesetzt, daß eine sorgfältige Untersuchung stattgefunden hat — dem Mechaniker zur Verfügung zu stellen, da eine Berichtigung nur durch diesen vorgenommen werden kann.

b) Winkelspiegel.

Der Winkelspiegel (Fig. 70a) besteht aus zwei Glasspiegeln, die in einem Messinggehäuse so angebracht sind, daß ihre nicht mit Spiegelmasse belegten Flächen einander zugekehrt sind und einen Winkel von genau 45° bzw. $22\frac{1}{2}^\circ$ einschließen. Ueber und auch unter den Spiegeln sind in dem Gehäuse meist längliche Oeffnungen, sogen. Fenster (Fig. 70a), ausgespart, durch die



bei der Absteckung hindurchgezielt wird. Die Winkelspiegel werden auf einem Stabe federnd befestigt (Fig. 70b) oder, weniger genau, an einem Holzgriffe (Fig. 70a) aus freier Hand benutzt. Kleinere Konstruktionen (Fig. 71), ohne Fenster und Griff, hält man an den kurzen Fortsätzen der Metallbacken.

Beim Gebrauch wird der Winkelspiegel (die Spiegelfläche lotrecht) über dem Punkte B (Fig. 72) der durch Fluchtstäbe abgesteckten Linie A E so gehalten, daß man in einen der beiden Spiegel hineinsehen kann. Hier erblickt man den Fluchtstab von E, oder, wenn in der Linie mehrere Stäbe stehen, den dem Spiegel zunächst liegenden Stab, z. B. D der Fig. 72 (die anderen Fluchtstäbe bleiben durch diesen verdeckt). Weist man nun durch das Fenster über den Spiegel S hinweg, in welchem man hineinsieht, einen Fluchtstab in C derart ein, daß dieser sich mit dem im Spiegel gesehenen genau deckt, so steht C B senkrecht auf A E, d. h. Winkel $C B E = C B A = 90^\circ$, jedoch nur unter der Voraussetzung, daß die Spiegelflächen einen Winkel von 45° einschließen.

Ist C ein gegebener Punkt, dessen Senkrechte auf A E bestimmt werden soll, so findet man B, indem man sich mit dem Instrumente in der Geraden A E so lange hin und her bewegt, bis das Spiegelbild des Fluchtstabes in der Geraden mit dem Stabe in C zur Deckung gelangt.

Die Wirkungsweise des Winkelspiegels beruht auf der Brechung (Reflexion) der Lichtstrahlen. Der von D kommende Lichtstrahl (Fig. 73) wird durch den Spiegel M N von x nach y des Spiegels N O geworfen und von diesem nach R, wo das Auge des Beobachters den Fluchtstab D in der Richtung R C zu sehen scheint. Da die Strahlen D x und C R sich in B, dem Fußpunkte der Ordinate für den Punkt C, schneiden, ist der Beweis zu liefern, daß der Winkel C B D 90° beträgt, wenn der Winkel M N O, wie oben angegeben, 45° groß ist.

Errichtet man in x und y auf den betreffenden Spiegelflächen Senkrechte, so sind, da nach den Spiegelungsgesetzen der einfallende und der zurückgeworfene Strahl mit diesen Senkrechten gleiche Winkel bildet, auch ihre Ergänzungen zu 90° gleich, d. h. in der Figur $\alpha = \alpha$ bzw. $\beta = \beta$. Dann ist in dem Dreiecke N x y:

$$\gamma + (90 - \alpha) + (90 - \beta) = 180^\circ$$

daraus:

$$\gamma - \alpha - \beta = 0$$

und

$$\gamma = \alpha + \beta.$$

Ferner ist als Außenwinkel für das Dreieck B x y:

$$C B D = 2\alpha + 2\beta$$

oder da

$$2\gamma = 2\alpha + 2\beta$$

$$\text{Winkel } C B D = 2\gamma.$$

Wenn nun die beiden Spiegelflächen einen Winkel $\gamma = 45^\circ$ einschließen, dann ist:

$$C B D = 2 \cdot 45^\circ = 90^\circ,$$

und damit der geforderte Beweis gegeben.

Wird, um den Winkel von 45° abzustecken (Fig. 68), $\gamma = 22\frac{1}{2}^\circ$ gesetzt, so ist:

$$C B D = 2 \cdot 22\frac{1}{2}^\circ = 45^\circ.$$

Die Richtigkeit des Winkelspiegels (für 90°) wird, wie beim Winkelkopf (S. 23) geprüft. Man steckt zunächst in B, wie oben angegeben, den Punkt C ab (Fig. 69), dann dreht man den Spiegel so, daß man das Bild des Fluchtstabes in der Richtung von A erblickt und steckt die Senkrechte nochmals in B ab. Das Instrument ist richtig, wenn in beiden Fällen die gleiche Senkrechte B C gewonnen wird. Ergibt die zweite Absteckung den Punkt D, so bestimmt man auch hier wieder die Mitte M der Entfernung C D nach Fig. 69, stellt in M einen Fluchtstab auf und berichtigt die Stellung der Spiegelflächen

zu einander mittels der seitlich vorhandenen Stellschrauben (Fig. 70a u. 71), indem man die Richtung BM als maßgebend anhält.

c) Winkelprisma.

α) Da die Glasspiegel bei den vorgeschriebenen Winkelspiegeln leicht ihre Lage verändern, hat man sie zu einem vollen Glaskörper von der nachstehenden Form (Fig. 74 u. Fig. 74a u. b mit besonders großem Gesichtsfelde) verschmolzen. Der Strahlengang dieser „Pentagonprismen“ ist für $\gamma = 45^\circ$ im wesentlichen

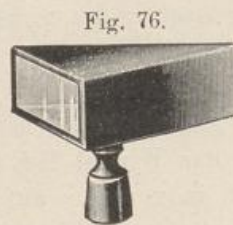
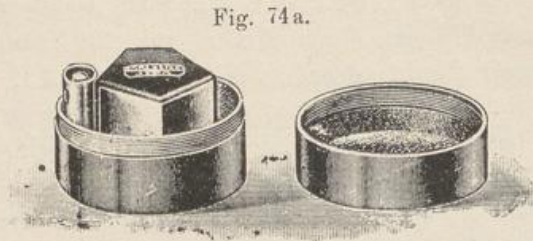


Fig. 75.

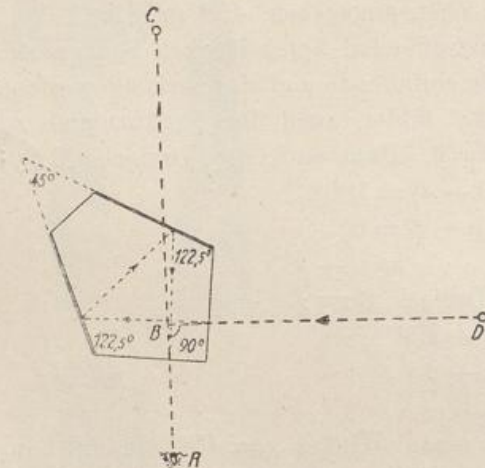
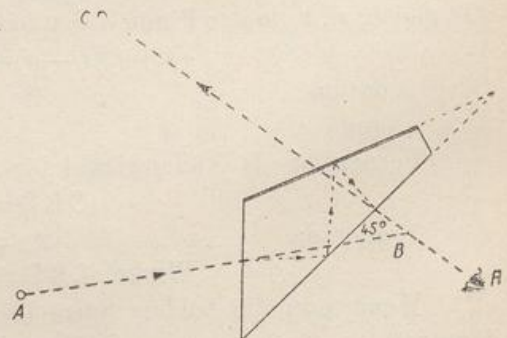


Fig. 77.



(s. Fig. 75) der gleiche, wie ihn die Fig. 73 für den Winkelspiegel angibt. Abweichend ist der Verlauf der Strahlen für ein solches Instrument mit $\gamma = 22\frac{1}{2}^\circ$ (Fig. 76), der, siehe Fig. 77, zum Teil auf totaler Reflexion beruht, wie bei dem nachstehenden einfachen Winkelprisma gezeigt werden wird.

β) Das Winkelprisma von Bauernfeind (Fig. 78) ist, wie die Winkeltrommel und die Pentagonprismen, in seinen Angaben unveränderlich. Es ist nur für die Absteckung von rechten Winkeln anwendbar und besteht aus einem dreiseitigen Glasprisma (Fig. 79) mit einem rechten Winkel bei S und einem halben Rechten bei P und R und ist gleichfalls in einem Metallgehäuse mit kurzem Messinggriff (Fig. 78) gefaßt. Die Hypotenusenfläche ist mit einem Spiegelbelag versehen.

Die Absteckungsweise ist die gleiche wie bei dem Winkelspiegel. Beim Gebrauche (Fig. 79) wird PR ungefähr parallel zur Abscissenlinie AE gehalten.

Fig. 78.

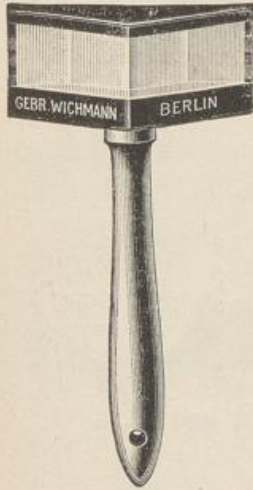
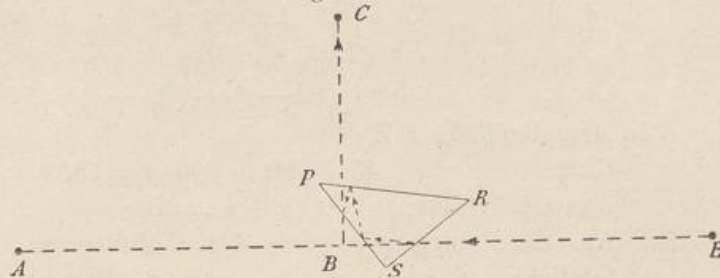


Fig. 79.

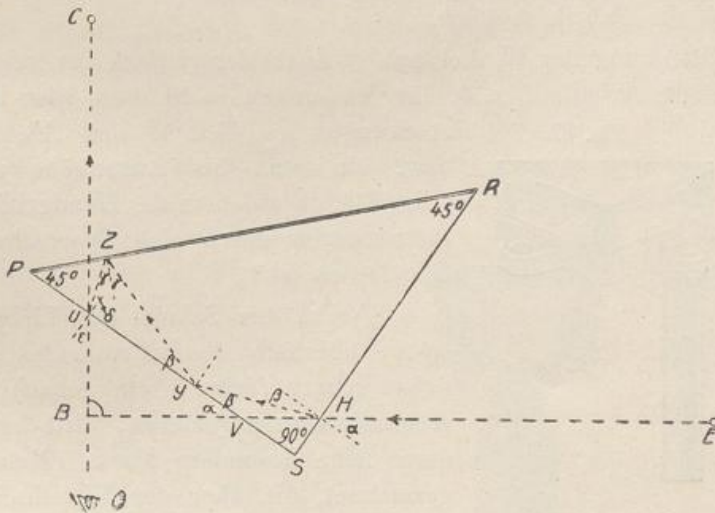


Schaut man in die linke Seite PS des Prismas, so sieht man den rechtsliegenden Fluchtstab der Linie, sieht man in die rechte SR, so erblickt man den zur linken Seite stehenden Stab. Dazu sei bemerkt, daß die richtigen Bilder der Fluchtstäbe auch dann im Prisma feststehend sind, wenn man das Prisma ein wenig um den Handgriff dreht,

zum Unterschied gegen solche, die etwas heller erscheinen und bei der Drehung sich verschieben oder ganz verschwinden.

Der Beweis für die rechtwinklige Kreuzung der Lichtstrahlen ist folgender. Nach Fig. 80, bei der (s. o.) die Hypotenuse des Winkelprismas annähernd parallel zur Messungslinie gestellt ist, wird das Bild des Fluchtstabes E gemäß den Brechungsgesetzen des Lichts beim Eintritt in das Glas der auf der Kathete SR (Fig. 80)

Fig. 80.



an der Eintrittsstelle H gezeichneten Senkrechten (Einfallslot) genähert und gelangt zur anderen Kathete SP nach y. Hier wird das Bild gemäß dem Gesetze der „totalen Reflexion“ zur Hypotenuse nach z zurückgeworfen, wo es abermals auf der Spiegelfläche PR zur Kathete PS reflektiert wird. Von hier aus gehen die Strahlen des Bildes in die freie Luft, wobei sie um das gleiche

Maß wie beim Eintritt in das Glas vom Einfallslot abgelenkt werden, und gelangen ins Auge bei O. Das Auge sieht den Fluchtstab von E in der Richtung nach C, die in B auf BE senkrecht stehen muß.

Wird die Fig. 80 durch Eintragung der leicht zu verfolgenden Buchstaben α , β , γ , δ und ε ergänzt, so ist in dem Dreiecke P Z u:

$$\text{Gl. 1.} \quad 45^\circ + (90 - \gamma) + (90 - \delta) = 180^\circ;$$

In dem Dreiecke P Z y:

$$\text{Gl. 2.} \quad 45 + (90 + \gamma) + \beta = 180^\circ;$$

$$\text{Aus Gl. 1 folgt:} \quad \gamma + \delta = 45^\circ;$$

$$\text{Aus Gl. 2 folgt:} \quad \gamma + \beta = 45^\circ$$

$$\text{folglich:} \quad \delta = \beta.$$

Gemäß den Brechungsgesetzen der Lichtstrahlen ist nun:

$$\text{Gl. 3.} \quad \sin \alpha = n \cdot \sin \beta$$

$$\text{und Gl. 4} \quad \sin \varepsilon = n \cdot \sin \delta$$

Da aber, wie oben bewiesen wurde, $\delta = \beta$ ist, folgt aus Gl. 3 und Gl. 4

$$\alpha = \varepsilon.$$

Weiter ist schließlich im Dreieck B u v:

$$\begin{aligned} \text{Winkel u B v} = \text{C B E} &= 180 - (90 - \varepsilon) - \alpha \\ &= 90 + \varepsilon - \alpha \end{aligned}$$

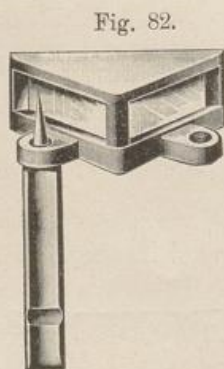
und da

$$\varepsilon = \alpha$$

$$\text{Winkel C B D} = 90^\circ.$$

Eine Nachprüfung der Winkelprismen kann entsprechend den Angaben beim Winkelspiegel bzw. bei der Winkeltrommel erfolgen. Die Winkelprismen werden meist mit der erforderlichen Genauigkeit geschliffen; eine Berichtigung ist nur durch die Fabrik möglich.

Die Absteckung der Winkel erfolgt auch hier vielfach aus freier Hand, doch ist für genauere Arbeiten, z. B. für Messungen in Städten oder bei Kurvenabsteckungen (s. Teil II des „Feldmessens“) usw. ein Stab bis Augenhöhe zu empfehlen (Fig. 81), in welchem der Handgriff des Prismeninstrumentes durch eine Sperrschraube federnd eingelassen ist*).



γ) Um den Schnitt der Lichtstrahlen, der stets außerhalb des Instrumentes erfolgt, möglichst scharf (etwa 1 cm genau) auf die Abzesslinie zu projizieren, wird der Schnittpunkt durch eine besondere Marke (Metallspitze) vorgezeichnet, die über der Mittellinie des Stabes angebracht ist (siehe Fig. 82). Derartige Prismen, nach den Angaben von Schellens, werden von der Firma R. Reiss in Liebenwerda (Sachsen) geliefert.

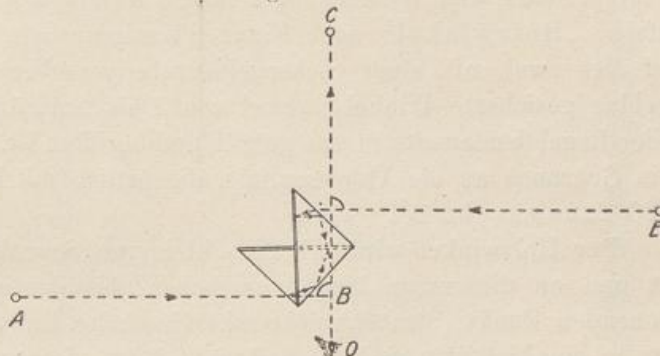
*) Ein sehr praktischer Lotstab mit kardanischer Aufhängevorrichtung nach Derbe wird neuerdings durch die Firma R. Reiß in Liebenwerda zum Preise von 12 M. hergestellt.

δ) Um die Absteckung des rechten Winkels gleichzeitig auf der Richtung BA und BE durchzuführen, werden im „Prismenkreuz“ von Bauernfeind zwei einfache rechtwinklige Winkelprismen übereinander angeordnet, wie die Fig. 83 angibt. Wenn die Strahlen der Fluchtstäbe von A und E sich selbst und mit C decken (Fig. 83a), dann steht nicht nur CB auf ABE senkrecht, sondern der Punkt B befindet sich wegen der Deckung von A und E auch hinreichend genau in der Ge-

Fig. 83.



Fig. 83a.



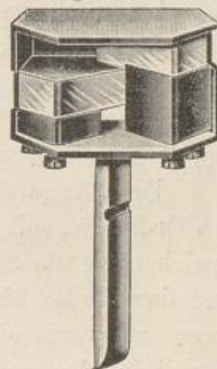
raden A E. Der letztere Umstand wird daher auch zur Bestimmung von Zwischenpunkten in einer Geraden benutzt (s. S. 21), deren Endpunkte durch Stäbe sichtbar gemacht sind. Das „Doppelpentagonprisma“ (Fig. 84), wie auch die Anordnung der Winkelprismen nach Schellens (Fig. 84a), wo der Schnittpunkt der Bildstrahlen durch einen Handgriff bzw. durch die Stabmitte (wie oben) angegeben wird, können gleichfalls für denselben Zweck, wie das einfache Prismenkreuz benutzt werden.

Die beschriebenen Instrumente sind für die Ermittlung der Ordinatenfußpunkte praktisch gleichwertig. Die Genauigkeit der Absteckung hängt mehr von der Güte des Auges des Beobachters ab als von der Eigenart der betreffenden Vorrichtung. Eine Unterscheidung ist jedoch insofern zu machen, als Winkelprismen und Winkelspiegel nur in mehr ebenem Gelände brauchbar sind, wo bei der einzuhaltenden lotrechten Lage des Instruments (s. S. 22) die Bilder der Fluchtstäbe zur Deckung gebracht werden können. Bei hoch oder tief gelegenen Punkten, z. B. auch an Böschungen von Wegen, Eisenbahnen usw., oder wenn die Abscissenlinien in stark geneigtem Terrain verlaufen, so daß die in diesen stehenden Fluchtstäbe im Instrument nicht sichtbar werden, ist ihr Gebrauch ausgeschlossen. Hier ist der weniger handliche Winkelkopf mit großem Vorteil am Platze (s. auch S. 57 usw).

Fig. 84.



Fig. 84a.



Den Prismen gegenüber, die stets gebrauchsfertig sind, ist der Winkelspiegel im Nachteil, da eine öftere Nachprüfung desselben erforderlich ist, doch wird der geringe Preis (2,50 M bei der einfachen Ausführung nach Fig. 71) für die Anschaffung oft ausschlaggebend sein.

d) Holzwinkel usw.

Bei Straßenaufnahmen in Stadtteilen, in denen der freie Ausblick für Winkelprismen oder Winkelspiegel durch lebhaften Verkehr gestört wird, finden einfache „Holzwinkel“ nach Figur 85 mit großem Vorteile Verwendung. Es sind dies zwei mit einer Sicherheitsstrebeseite versehene und durch einen Metallbeschlag gesicherte Winkelschenkel von 1 bis 2 m Länge, von denen der längere in der Regel beiderseits in cm geteilt und beziffert ist. Man legt den Holzwinkel beim Gebrauch an die Abscissenlinie, die örtlich mit Hilfe einer Fluchtleine nach S. 20 „ausgeschnürt“ wird.

Der Holzwinkel wird mit dem kleineren Schenkel an den Kreidestrich gelegt und an diesem so lange verschoben, bis der andere Schenkel den aufzunehmenden Punkt (Straßenknickpunkt, Hausecke, Laterne, Hydrant usw.) berührt oder in die Richtung nach dem Punkte fällt. Im ersteren Falle liest man die Ordinate unmittelbar an der Schenkelteilung ab, im anderen Falle wird der Schenkel durch eine Meßplatte verlängert. Der Ordinatenfußpunkt selbst wird für die Abscissenmessung am besten durch einen Rotstiftstrich an der Kreide-

Fig. 85.

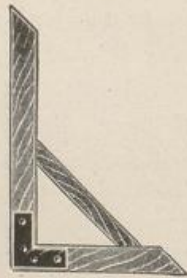
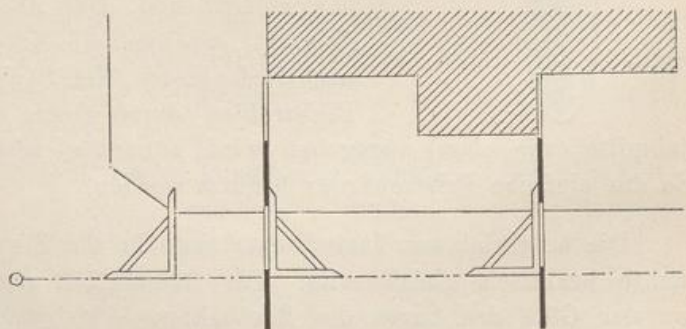


Fig. 86.



linie kenntlich gemacht. Die Fig. 86 zeigt den Vorgang bei der Aufmessung eines Straßenknickpunktes und zweier Hausecken.

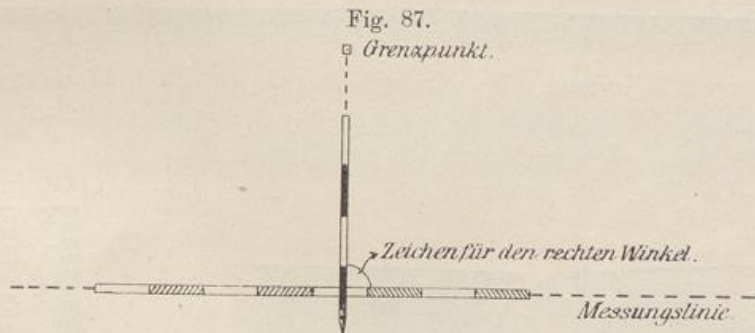
Diese Art der Winkelbestimmung hat sich nach den Angaben von Ottsen*) selbst in sehr verkehrsreichen Straßen von Berlin außerordentlich gut bewährt und läßt sich in sehr kurzer Zeit erledigen.

Die Länge der mit Hilfe der vorgenannten Winkelinstrumente abzusteckenden Ordinaten soll nicht über 50 m betragen, da sonst die Fußpunkte eine größere Unsicherheit als 3 bis 5 cm auf der Abscissenlinie erhalten. Größere Ordinaten sind durch eine hinreichende Zahl und eine geschickte Anordnung der Abscissenlinien zu vermeiden (s. a. S. 72 usw.). Zur Absteckung sehr langer Ordinatenlinien bedient man sich am besten eines „Theodolits“ (s. Absch. III. 4c). Handelt es sich dagegen um ganz kurze Senkrechte oder um Messungspunkte von

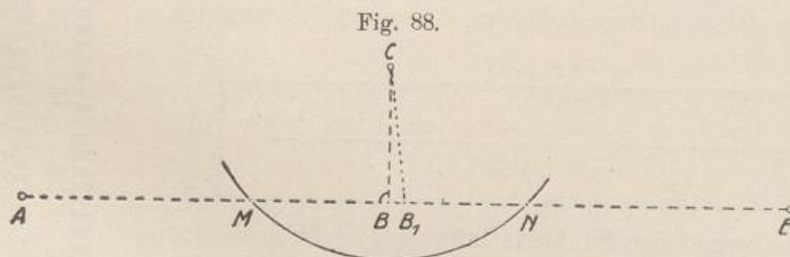
*) Siehe „Zeitschrift für Vermessungswesen“, Jahrgang 1888, S. 194.

geringer Bedeutung, so kann man den rechten Winkel mit Hilfe eines Fluchtstabes nach Augenmaß auf der Abscissenlinie absetzen, die direkt durch das auf dem Boden liegende Meßband oder durch eine Meßplatte (Fig. 87) bezeichnet wird.

Als einfaches Aushilfsmittel sei noch eine geometrische Konstruktion mitgeteilt, wenn die Lage des Punktes C gegeben und die



Ordinate höchstens 12 bis 13 m lang ist. Man setzt den Richtstab eines Meßbandes (s. S. 34) in C, ermittelt die Länge CB_1 nach Augenmaß senkrecht auf A E und beschreibt dann mit etwa $1,5 \cdot CB_1$ einen Kreisbogen um C (Fig. 88), der die Abscissenlinie A E in M und N



schneidet. Wird MN in B gemittelt, so ist B der gesuchte Fußpunkt und Winkel $CBA = CBE$ ein Rechter.

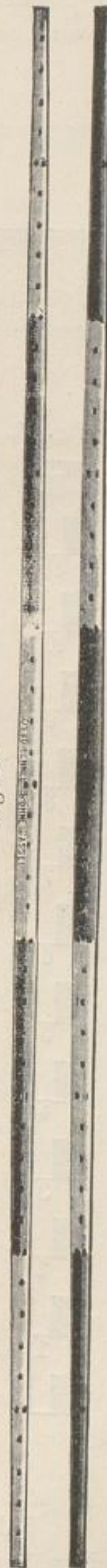
3. Längenmeßwerkzeuge.

Zur Messung der Entfernung zwischen zwei Punkten benutzt man Meßplatten und Meßbänder, selten Meßräder.

a) **Meßstangen** oder **Meßplatten** sind schmale, wenige cm starke Stangen aus gut getrocknetem, möglichst astfreiem Kiefern- oder Tannenholz von 3 m, meist aber 5 m Länge (Fig. 89) und rechteckigem oder ovalem Querschnitt. Die ein wenig zulaufenden Enden sind gegen Beschädigung mit einer Eisenblechkappe (Fig. 90 u. 91) geschützt. Bessere Latten haben keilförmige Endschnitten aus Stahl, wie in Fig. 91 und 92 zu sehen ist.

Um die Einwirkung der Feuchtigkeit möglichst zu verhindern, werden die Meßplatten in Leinöl getränkt und mit Oelfarbe gestrichen und zwar die einzelnen Meter abwechselnd verschieden farbig. Da man in

Fig. 89.



der Regel zwei Meßstangen verwendet, wird die eine weiß-rot, die andere weiß-schwarz gehalten; außerdem werden die vollen und halben Meter durch 1 oder

Fig. 90.

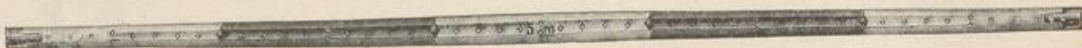


Fig. 91.

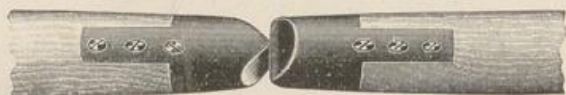


2 Messingstifte mit großen Kuppen, die einzelnen Dezimeter durch kleinere dergleichen Stifte bezeichnet. Zentimeter werden bei der Messung geschätzt oder mit Hilfe eines an der Meßstange gehaltenen Millimeterlineals (Fig. 93) bestimmt.

Fig. 94.



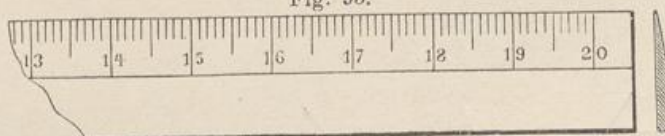
Fig. 92.



Auf dem Bauplatze werden mit Vorteil in cm geteilte Meßstäbe verwendet, wie sie die Figuren 94 u. 95 zeigen.

Die Meßplatten erhalten schon durch den Fabrikanten die gesetzlich zulässige Länge und sorgfältige

Fig. 93.



Unterteilung. Eine **Fünfmeterlatte** entspricht noch den Vorschriften der „Eichordnung für das deutsche Reich“ vom 8. November 1911, wenn ihre Gesamtlänge zwischen den Endschneiden oder Endbeschlägen gegen das „Urmaß“ bis um 4 mm abweicht, d. h. bis 4 mm zu lang oder zu kurz ist. Bei einer **Dreimeterlatte** darf die Differenz 2 mm betragen. Diese Abweichungen sind im öffentlichen Verkehr, z. B. für die Ermittlung von Straßenlängen oder für Kostenberechnungen und dergl. zulässig. Für die Zwecke der Feldmessung sind die Abweichungen zu groß und nach der „Preußischen Kataster-Anweisung X § 23 zu höchstens 1,6 mm und 1,3 mm für eine Meßplatte von 5 m bzw. 3 m anzusetzen. Bis zu diesen Grenzabweichungen werden Latten auch meist im Handel abgegeben.

Fig. 95.



Falls eine Beschädigung und Reparatur der Meßplatten vorkommt, wird ein eigenhändiger Vergleich mit dem „Urmaß“ und zwar mit Hilfe von zwei auf

Seite 2 bereits erwähnten „Gebrauchs-Normalen“ oder kurz „Normalmetern“ (Fig. 96) ausgeführt, die man unter andern durch die Firma R. Reiß in Liebenwerda (Sachsen) mit einem Beglaubigungsschein der Kaiserl. Normal-Eichungskommission zu einem Preise von 15 M. mit Holzkasten (Fig. 97) erhält.

Fig. 96.

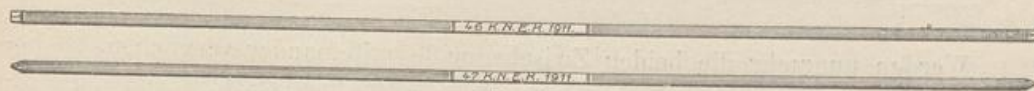
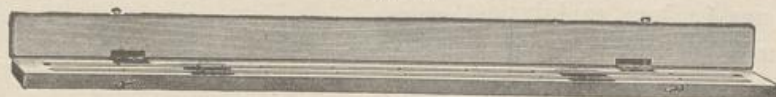


Fig. 97.



Die Normalmeter sind 8 mm starke, quadratische Stäbe aus Stahl mit keilförmig zugespitzten Endschnitten (Fig. 96). Ihre Länge darf nach den gesetzlichen Bestimmungen bei der Normaltemperatur von 18°C . um höchstens **0,04 mm** von der Solllänge „1 m“ abweichen.

Das „Beglaubigungsschreiben“ für die beiden Normalmeter in Fig. 96 hat folgenden Wortlaut:

„Die Prüfung ergab für die Abstände der durch Strichmarken gekennzeichneten Mitten der Endschnitten die folgenden Werte:

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

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

worin T die jeweilige Temperatur in Graden der Internationalen hundertteiligen Temperaturskala bezeichnet.“

Wie das Glied 0,00 mm (hinter 1 m der beiden Angaben) zeigt, sind die Normalmeter vom Mechaniker sehr sorgfältig angefertigt worden, da dieser Betrag 0,04 mm (s. oben) groß sein darf.

Zur Vergleichung, beispielsweise einer Fünfmeterlatte, wird die Meßlatte zunächst auf einen sauber abgefegten Holz-Fußboden in der Längsrichtung eines Brettes gelegt und mit der Endmitte gegen einen eingeschlagenen festen Nagel A (Fig. 98) ohne Kopf, der mit Hilfe eines Zeichendreiecks (s. Seite 129) senkrecht zur Unterlage gestellt wird, geschoben. Am anderen Ende der Latte wird gleichfalls ein Nagel B senkrecht in den Fußboden geschlagen, doch etwa

Fig. 98.



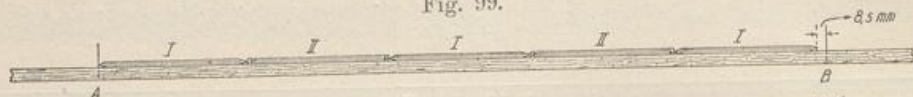
1 cm vom Lattenende entfernt, sodann wird zwischen diesem und dem Lattenende der Zwischenraum mit Zirkel und Maßstab ermittelt, z. B. hier zu 9,5 mm (s. Fig. 98).

Nach Entfernung der Meßlatte wird der Innenabstand der beiden unberührt stehenden Nägel mittels zweier „Normalmeter“ I und II gemessen, indem man bei A beginnend den Stab I auf der Verbindungslinie*) A-B vorsichtig gegen den Nagel führt, hierauf den Stab II gegen Stab I schiebt, sodann Stab I

*) Die Verbindungslinie wird durch einen geradlinigen Kreidestrich bezeichnet.

vorsichtig heraushebt und vor II setzt und so fort (siehe Fig. 99), bis 5 m abgemessen sind. Der kleine Zwischenraum bis B wird wieder mittels Zirkel und Maßstab ermittelt, z. B. 8,5 mm.

Fig. 99.



Werden nunmehr die beiden Zwischenmaße miteinander verglichen, so sagt die Differenz $8,5 - 9,5 = -1,0$ mm, daß die Fünfmeterlatte gegen das Vergleichsmaß um 1,0 mm zu kurz ist.

Sind mehrere Meßplatten zu vergleichen, so wird in derselben Weise, wie vor, für jede Latte der kurze Abstand vom Lattenende bis B abgegriffen, und weiter verfahren, wie gezeigt wurde.

In unserem Beispiele beträgt die Abweichung 1,0 mm, während 1,6 mm (siehe S. 32) erlaubt sind. Die Länge der Meßplatte entspricht demnach den Vorschriften der „Kataster-Anweisung X“. Wäre die Latte über das erlaubte Maß zu lang, so läßt sich durch Abfeilen der Endschneiden die Länge richtig stellen, wäre sie zu kurz, so ist der Fehler durch einen Mechaniker oder durch die Fabrik zu beseitigen.

b) Außer den Meßplatten, mit denen man meist auskommen kann, werden Bänder aus Federstahl von 15 bis 25 mm Breite und 0,3 bis 0,5 mm Stärke, sogen. „Meßbänder“ benutzt, die gewöhnlich in einer Länge von 20 m hergestellt werden. An den Enden sind drehbare Messingringe (Fig. 100) angebracht, die über $1\frac{1}{2}$ m lange hölzerne „Ziehstäbe“ (Fig. 100a) von etwa 30 mm Durchmesser gesteckt

Fig. 100.



werden. Die Ziehstäbe tragen an einem Ende eine eiserne Spitze, die man beim Messen in den Boden drückt, und über der Spitze einen kurzen Riegel, damit das Band nicht vom Stabe gleitet.

Auf dem Meßbände sind die vollen Meter durch aufgenietete große, die halben Meter durch kleine Messingscheiben, die einzelnen Dezimeter durch Messingnieten kenntlich gemacht. Bei 5, 10 und 15 m befinden sich meist große ovale Marken aus Kupferblech, von denen nach links oder rechts die Meterzahl verfolgt wird; eine Bezifferung der Meter ist gewöhn-

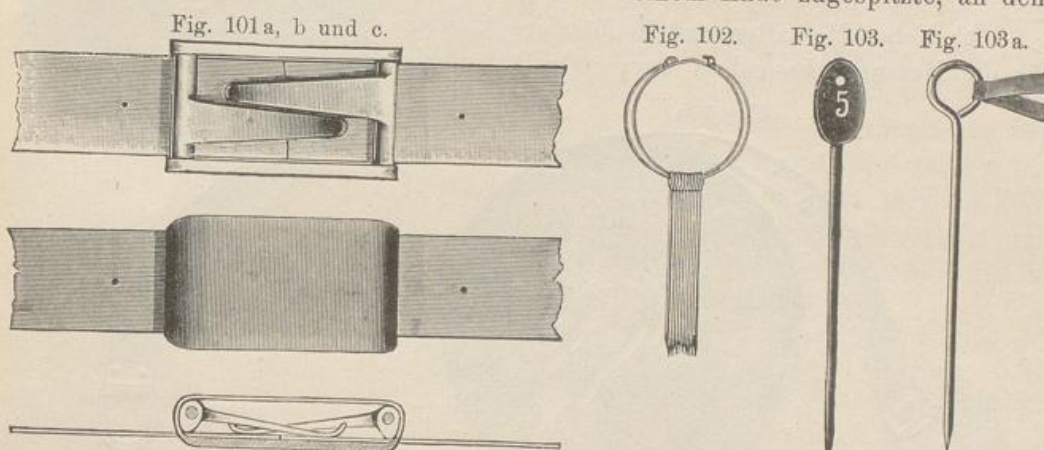
Fig. 100a.



lich nicht vorgesehen. Das Band wird außer Gebrauch auf einen eisernen Reifen (Fig. 100) gerollt.

Ein Bruch des Meßbandes kann sofort im Felde ohne Beeinträchtigung der Genauigkeit mit Hilfe sogen. „Meßbandklemmen“ (siehe Fig. 101) beseitigt werden.

Zum Meßbande gehören noch 10 „Zählnadeln“ oder „Zähler (Fig. 102), d. h. 30 bis 40 cm lange und 5 mm starke an einem Ende zugespitzte, an dem



anderen zu einem Ringe gebogene eiserne Stäbchen, mit denen bei der Messung das Ende des Meßbandes auf dem Erdboden bezeichnet wird und die zum Zählen der vollen (20 m) Bandlängen dienen. Sehr zweckmäßig sind Zählnadeln mit weißen Nummerplatten und roten Zahlen (Fig. 103) oder Stäbchen mit kleinen roten Bandfähnchen nach Figur 103a, die beide leicht im Felde aufzufinden sind.

Nach der „Eichordnung“ beträgt die zulässige Abweichung bei einem **20 m langen Bandmaße 6 mm**, gemäß der „Kataster-Anweisung“ (s. S. 32) **3,5 mm**.

Zur Bestimmung der Länge eines Meßbandes werden wie bei den Meßlatten (s. S. 33) zunächst 2 Nägel in einer um 1 bis 2 cm größeren gegenseitigen Entfernung als 20 m in den Fußboden (langer Korridor oder Kegelbahn) geschlagen, zwischen diesen sodann, wie auf S. 34 angegeben, der Abstand mit Hilfe der Normalmeter und mit Zirkel und Maßstab bestimmt.

Zum Vergleich wird das abgerollte Band auf dem Boden gestreckt, die Mitte eines der Messingringe (s. S. 34), die durch eine eingefeilte Strichmarke

Fig. 104.



angegeben wird, an den Anschlagpunkt A der Fig. 104 gelegt und der Zwischenraum a von der Strichmarke des zweiten Endringes bis B der Fig. 104 mit Zirkel und Maßstab abgegriffen. Wird sodann die Differenz der beiden Zwischenabstände gebildet, so erhält man, wie bei den Meßlatten (S. 34), die vorhandene

Abweichung. Sind die Endringe bereits ausgeschliffen, so ist die Länge zwischen den Berührungstellen der Endringe mit den Richtstäben (Fig. 100a) gegen A u. B festzustellen und von dem so ermittelten Maße die mittlere Stärke der beiden Richtstäbe zu subtrahieren, die unmittelbar über den Riegeln (siehe Seite 34) gemessen wird*).

c) Neben Meßblättern und Meßbändern kommen für die Messung, besonders kurzer Ordinaten oder

Fig. 105.

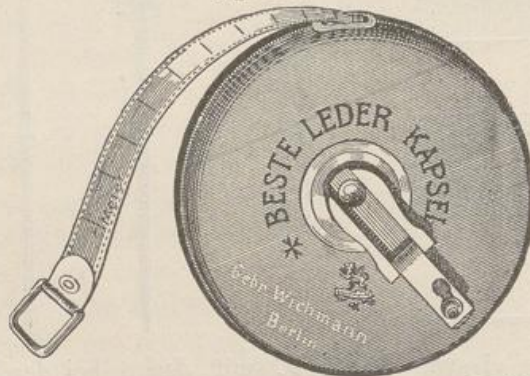
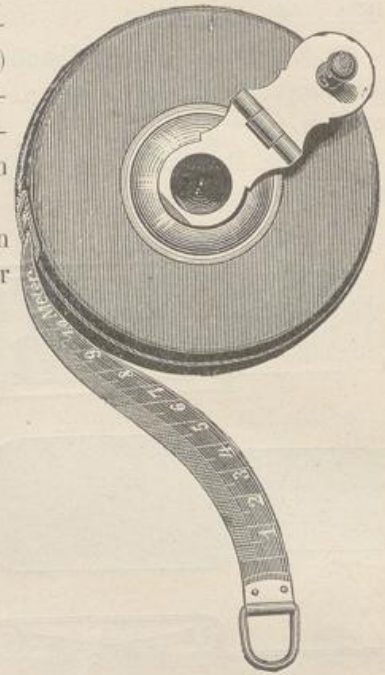


Fig. 106.



von Kontrollmaßen (siehe S. 63), kleine **Rollbandmaße** zur Anwendung, die aus Leinenbändern mit Drahteinlage (Fig. 105), besser aus einem dünnen, 1 cm

Fig. 107.

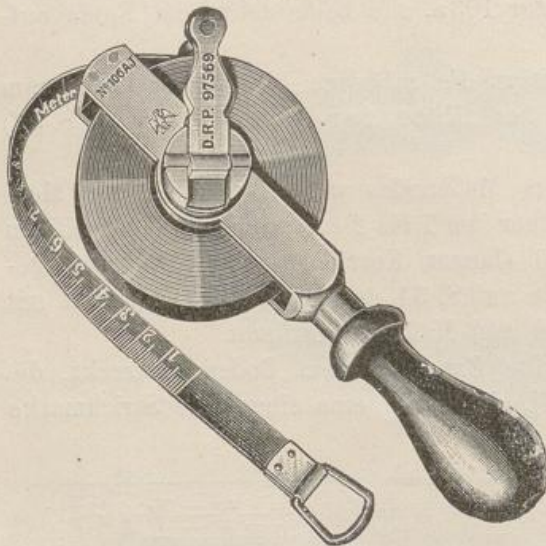
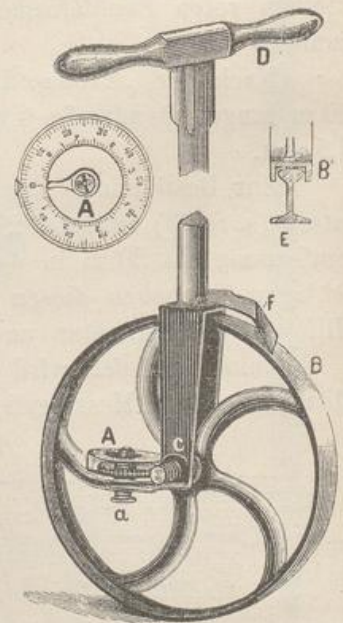


Fig. 108.



breiten Stahlbände von 10, 20 und 30 m Länge in einer geschlossenen Metallkapsel bestehen (siehe

*) Während des Druckes sind nach den Angaben des Verfassers von der Firma C. Sickler in Karlsruhe i. B. zwei Vorrichtungen zur einfachen Nachprüfung von Messlatten und Meßbändern konstruiert worden. Siehe auch Teil II des „Feldmessens“.

die Fig. 106). Einfacher im Gebrauch sind solche Maße mit einer Aufrollvorrichtung nach Fig. 107, die, wie die obigen, eine Einteilung nach m, dm und cm, auch wohl mm tragen.

d) **Meßräder** (siehe Fig. 108) werden in geringem Umfange zu Längenermittlungen benutzt. Da sie nur die tatsächlich abgerollte Länge angeben, kommt ihre Verwendung im Feldmessen höchstens für Kontrollmessungen in Betracht.

Es ist ohne weiteres einleuchtend, daß die Genauigkeit der Messung wesentlich von der Bodenoberfläche abhängt. Auf losem Ackerboden, schlechten Wegen muß das Ergebnis viel ungenauer ausfallen als auf gepflegten Chausseen oder auf den Schienen der Eisenbahnen, wo das Meßrad für die Abmessung der Kilometersteine besonders geeignet ist. Weiteres über die Genauigkeit siehe S. 50.

Das in der Fig. 108 dargestellte Meßrad, von Wittmann in Wien konstruiert, hat einen Umfang von genau 1 m und besitzt ein Zählwerk A, an welchem die Anzahl der Umdrehungen und deren Teile abgelesen werden können. Das Zählwerk läßt sich durch die Schraube a auf Null einstellen.

Man führt das Rad an einer Handhabe D, nachdem man es auf den Anfangspunkt der zu messenden Linie gesetzt hat. Ein Blechstück F drückt gegen die Peripherie des Rades und säubert diese von etwa anhaftenden Bodenteilchen und Unreinigkeiten.

Für den Gebrauch auf Eisenbahnschienen wird das Rad mit einem Spurkranze B¹ versehen, wodurch eine sichere und bequeme Führung erreicht wird.

Für Längen bis 18 m ist ein kleines Meßrad, das „Grottometer“ (siehe Fig. 109) sehr zu empfehlen. Zwei Zifferblätter lassen das gesuchte Maß nach Meter, Dezimeter und Zentimeter bestimmen. Das Instrument wird auf einem Stabe befestigt und ist ein wertvoller Ersatz für das viel gebrauchte zusammenlegbare Metermaß (Zollstock), es hat aber den Vorzug, daß man, besonders bei Ermittlungen der Abmessungen von Bauwerken usw., ohne Anstrengung von sicherem Standpunkte aus jede gesuchte Länge, auch nach krummen Linien, feststellen kann.

Fig. 109.

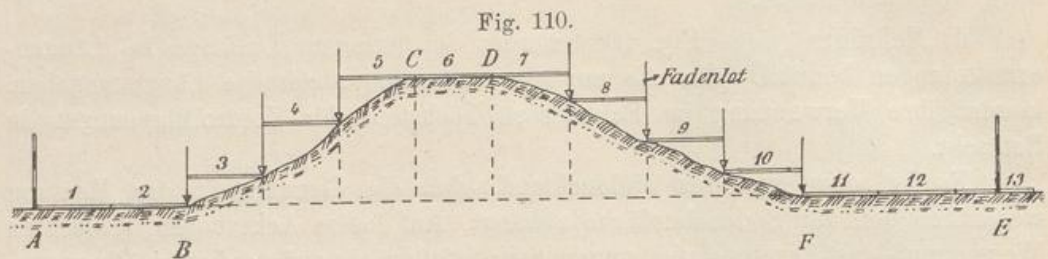


4. Die Längenmessung.

Ist die zu messende Strecke durch Fluchtstäbe, wie im Abschnitt E, S. 19, gezeigt wurde, sichtbar gemacht, so kann mit der Längenbestimmung begonnen werden. Dies geschieht durch fortlaufende Anreihung der Werkzeuglängen und zwar unmittelbar auf der Bodenfläche, wenn diese eben ist oder annähernd eben verläuft. Ist das Gelände gegen die Horizontale geneigt, so wird, falls die Neigung mehr als 2% beträgt, stets am einfachsten die sogen. „Staffelmessung“ angewendet.

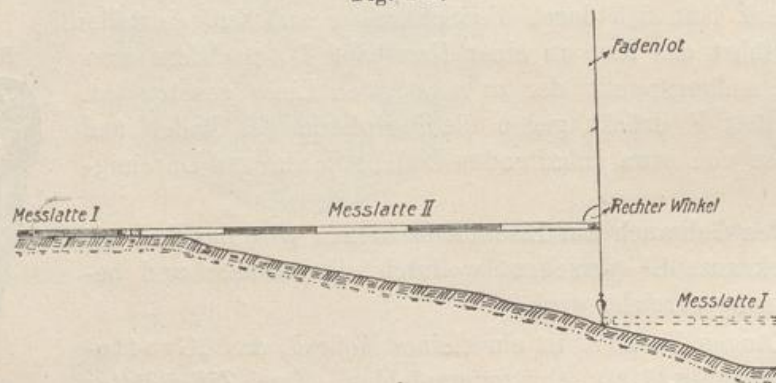
Der allgemeine Verlauf einer Längenmessung wird in Fig. 110 gezeigt. Man fängt bei A an; bis B sei die Strecke eben oder bis 2% geneigt und genau zwei Werkzeuglängen (1, 2), dann beginne eine stärkere Steigung. Von B

ab wird nicht mehr flach auf der Bodenoberfläche weiter gemessen, sondern man hält das Meßband oder die Meßlatte unter Benutzung eines Fadenlotes parallel



zur angenommenen Horizontalebene (s. S. 4), indem man das Werkzeug nach Augenmaß senkrecht zur Schnur des Lotes richtet (Fig. 111), und führt so die Messung „stufen-“ oder „staffelförmig“ bis zum Punkte C (Werkzeuglänge 5) durch. Die Wasserscheide CD sei gleichfalls nahezu eben, dann falle

Fig. 111.



das Gelände bis F. Von D ab werden die Werkzeuglängen 7, 8, 9 und 10 wieder stufenweise mit Hilfe des Fadenlotes abgesetzt, wogegen die Längen 11 und 12 mit aufliegendem Werkzeuge ermittelt werden. Die noch fehlende Strecke (kleiner als eine Werkzeuglänge) bis zum Punkte E wird an der Teilung des Längenmeßinstrumentes (Lage 13) nach Meter, Dezimeter und Zentimeter abgelesen. Dann stellt ABFE als gemessene Länge nach Seite 16 die gesuchte Entfernung in der Horizontalprojektion zwischen den Punkten A und E dar.

Die Niederschrift des Längenmaßes erfolgt meist ohne Angabe der Maßeinheit in einem Dezimalbruche, z. B.

2001,55 oder 10,52,

also ohne den Zusatz der Bezeichnung m (Meter).

a) Lattenmessung.

Bei der Benutzung der Meßlatten (s. S. 31) — es werden immer zwei Latten verwendet — wird stets mit der gleichen Latte, z. B. der „schwarzen“*) (schwarz-weißen s. S. 32) begonnen. Man legt diese genau in die Linie und

*) Merkregel: Die deutschen Farben (schwarz-weiß-rot) beginnen mit „schwarz“.

schiebt sie an den Anfangspunkt der Strecke heran. Ist dieser durch einen Stein oder durch einen Pfahl gegeben, so gilt als Anlegestelle des Lattenendes die Mitte der betreffenden Grenzbezeichnung (s. Fig. 112), nicht etwa der gewöhnlich dahinter stehende Fluchtstab. Sind die Punkte, z. B. besonders die „Linien- und Polygonpunkte“ (s. S. 76) durch Kreuze (+) oder Röhren (s. S. 12 usw.) vermarkt und durch zentrich aufgestellte oder eingesetzte Fluchtstäbe sichtbar gemacht, so ist die Mitte dieser als Ausgangsmarke anzusehen (siehe Fig. 113). Es wird sodann die zweite „rote“ (rot-weiße) Latte genau in die Linie gebracht und an die „schwarze“ Latte (Ende an Ende) herangeschoben, jedoch mit solcher Vorsicht, daß letztere nicht zurückgestoßen wird, da sonst das Maß

Fig. 112.

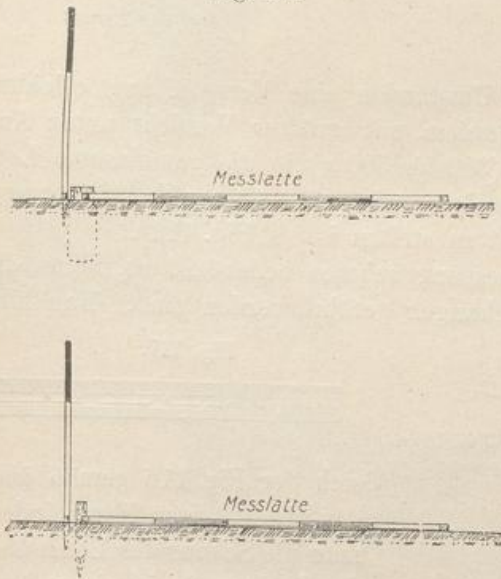
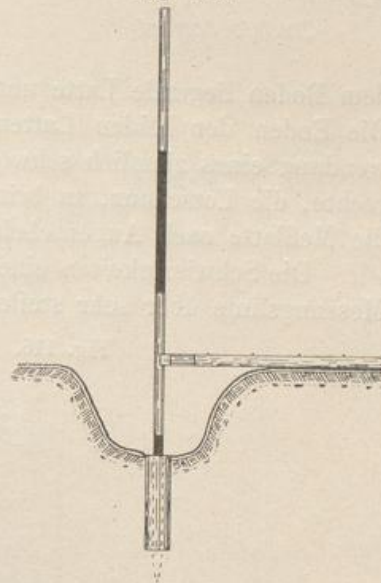


Fig. 113.



zu lang ermittelt wird. Hierauf wird die „schwarze“ Latte vom Boden genommen, laut mit „Eins“ bekannt gemacht und in der angegebenen Weise an die „rote“ Latte gelegt, dann diese abgehoben, mit „Zwei“ gezählt, von neuem angereiht, und so fort bis zum Endpunkte der zu messenden Strecke.

Die Anzahl der vollen Werkzeuglängen wird, wie soeben erläutert, durch lautes Zählen festgestellt, das aber nicht eher erfolgen darf, bis die betreffende Meßlatte wirklich vom Boden entfernt ist. Hierbei bietet sich eine gewisse Kontrolle, insofern alle ungeraden Zahlen mit „schwarzen“ Latten, alle geraden Zahlen mit „roten“ Latten zusammenfallen.

Ist man am Ende der Linie angelangt, so wird wie am Anfange an dem maßgebenden Punkte (s. o.) der noch fehlende Teilbetrag an der anliegenden Latte abgelesen. In Figur 110 wären z. B. 12 volle Lattenlängen zu zählen $= 12 \times 5,0 = 60,0$ m, wenn die Lattenlänge 5,0 m beträgt; käme noch das Stück der dreizehnten Lattenlänge bis zum Endpunkte E der Linie z. B. 2,85 m hinzu, so ist die ganze Strecke $AE = 60,0 + 2,85 = 62,85$ m lang.

Längenmessungen lassen sich mittels Meßplatten rasch und bequem ausführen, wenn die Bodenoberfläche eben ist und keine Hindernisse im Wege

stehen. Etwas schwieriger gestaltet sich die Arbeit im geneigten Gelände, wo mit Hilfe des Fadenlotes die Lattenenden beim Steigen des Terrains hochgelotet (Fig. 114), bei Fallen herabgelotet (Fig. 115) werden müssen. Hierbei ist besonders darauf zu achten, daß die zur Fortführung der Messung dienende, auf

Fig. 114 und 115.



dem Boden liegende Latte unter keinen Umständen eine Verschiebung erleidet. Die Enden der beiden Latten sind außerdem mit größter Vorsicht unter Anwendung eines ziemlich schweren Lotes (300 bis 500 g) in die gemeinsame Lotrechte, die Lotschnur, zu bringen, auf welche, wie schon früher (S. 38) gesagt, die Meßlatte nach Augenschein senkrecht zu stellen ist (s. Fig. 111).

Die Schwierigkeiten einer Längenmessung nehmen bedeutend zu, wenn die Messungslinie über sehr steile hohe Böschungen geführt werden muß. Man hilft

Fig. 116.

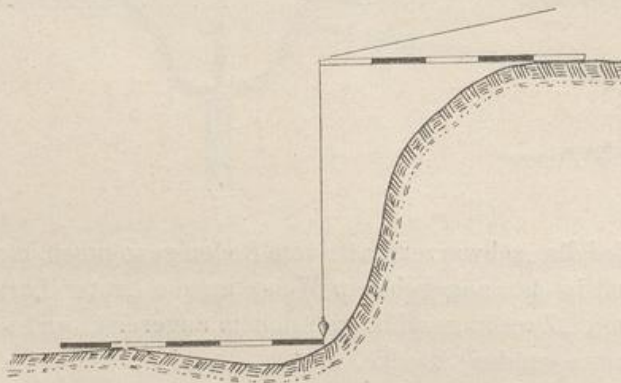
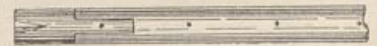


Fig. 117.



sich der Fig. 116 gemäß über den abschüssigen Hang, indem man die Schnur des Lotes über das Lattenende in einem Ausschnitte des Lattenendes (Fig. 117) laufen läßt.

Anstelle der Staffelmessung, die wohl in allen Fällen anwendbar und genau genug

ist, kann die Entfernung auch auf der geneigten Bodenfläche gemessen werden. Hierzu ist aber der Neigungswinkel α jeder Lattenlänge zur Horizontalen durch einen aufgesetzten Winkelmesser, z. B. durch den „**Libellen-Neigungsmesser**“ nach Wimmer (Fig. 118) zu ermitteln und hiernach die gesuchte horizontale Länge l (Fig. 119) nach $l = l_1 \cos \alpha$ zu berechnen, wo l_1 die Lattenlänge (5,0 m oder 3,0 m) bedeutet. Statt $l = l_1 \cos \alpha$ wird einfacher der Zuschlag $a = l_1 - l = l_1 - l_1 \cos \alpha = l_1 (1 - \cos \alpha) = 2 l_1 \sin^2 \frac{\alpha}{2}$ (Fig. 120) in einer Zahlentabelle für α von Zehntel zu Zehntel Grad zusammengestellt und dieser im Felde entnommen*).

*) Eine solche Tabelle befindet sich im Anhang des Bandes unter Nr. I. Das Instrument nach Fig. 118 läßt den Zuschlag gleichfalls entnehmen.

Diese etwas umständliche Arbeit wird neuerdings durch eine praktische Vorrichtung, durch den sogen. „Schrägmesser“ (Fig. 121) vom „Versandhaus für Vermessungswesen“ in Cassel 9 ersetzt, die man auf die Mitte der schrägliegenden Latte stellt, sodann eine „Röhrenlibelle“ (S. 101) um ein Scharnier bis zum

Fig. 118.

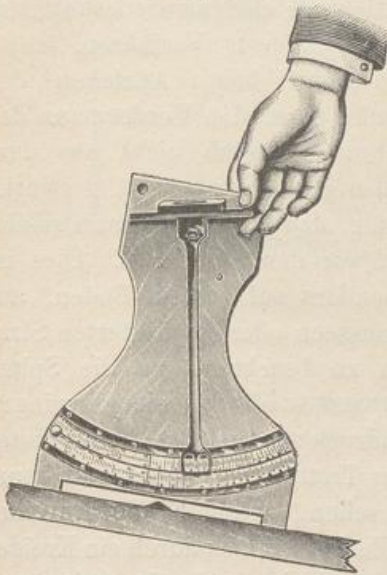


Fig. 119.

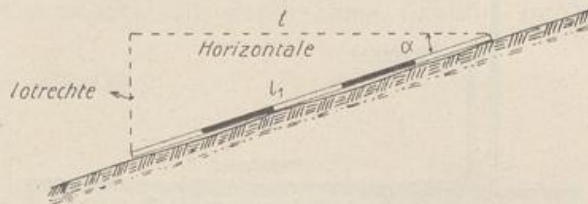


Fig. 120.

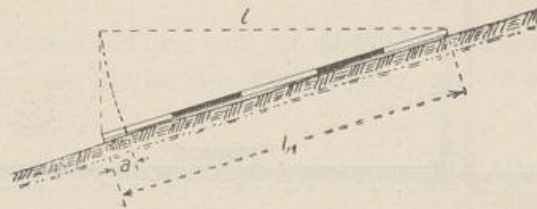
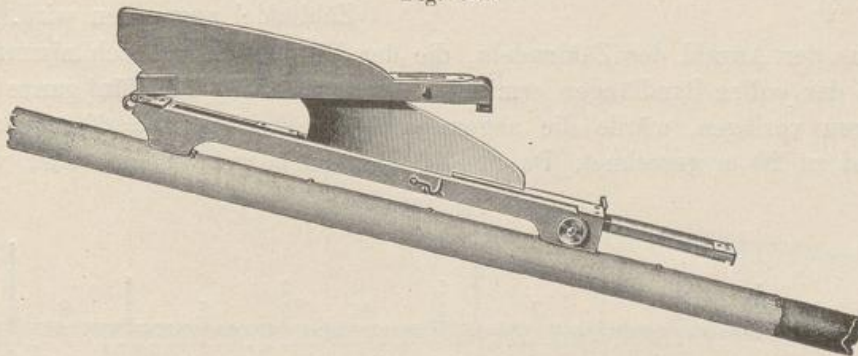


Fig. 121.

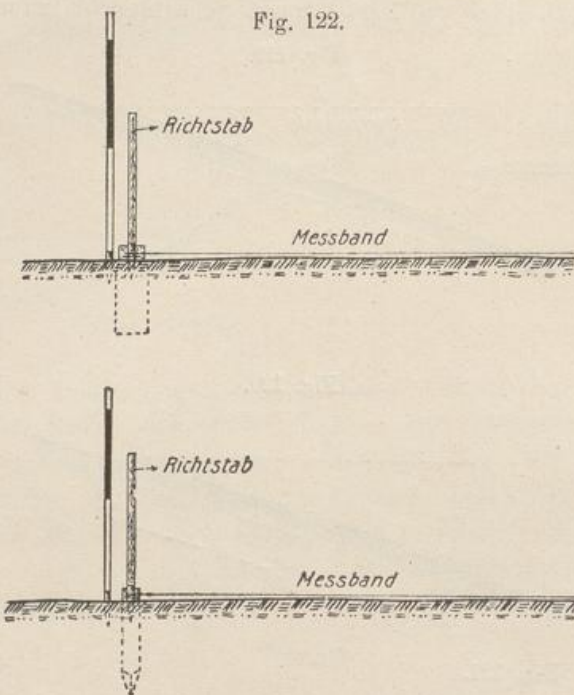


Einspielen der Libellenblase hochführt, wodurch an einer Zunge sich das Zusatzmaß selbsttätig einstellt, um welches die Latte zu verlängern ist. Zu diesem Zwecke wird der Schrägmesser so neben die Meßlatte gelegt, daß eine seitliche Kralle am Lattenende anschlägt.

b) Längenmessung mittels Meßband.

Beim Gebrauche des Meßbandes (s. S. 34) wird das Band, nachdem es vom Reifen abgerollt wurde, mittels seiner Endringe auf die beiden „Richt- oder Ziehstäbe“ (Fig. 100a) geschoben und einer von diesen am Grenzpunkte der Linie lotrecht gestellt (Fig. 122). Der andere Ziehstab wird in die abgesteckte Linie eingeflüchtet (s. S. 19), darauf das Meßband mit kräftigem Zuge gestreckt und die Bandlänge durch Eindrücken der Richtstabspitze in den Boden kenntlich gemacht. Die so entstandene Vertiefung wird sodann durch eine „Zähl-nadel“ (s. S. 35), die man in die Vertiefung steckt, sichtbar bezeichnet und die An-

reihung der Bandlängen fortgesetzt. Hierzu wird vom Vordermann — das Meßband ist stets von zwei Gehilfen zu bedienen — das Band vorwärts gezogen, bis der Hintermann bei der Zählnadel angekommen ist. Dieser nimmt sodann

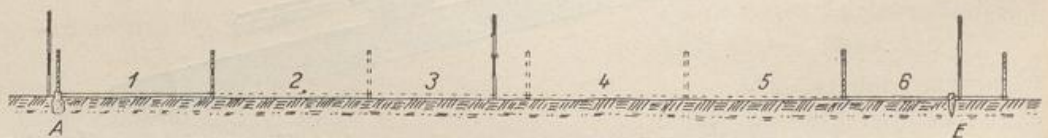


die Nadel an sich und setzt seinen Richtstab vorsichtig in die Bodenvertiefung; alsdann wiederholt sich das geschilderte Verfahren.

Damit beim Anziehen des Bandes durch den Vordermann der hintere Richtstab nicht aus dem Boden gerissen wird, ist es zweckmäßig, daß der Hintermann seinen Fuß vor den Stab setzt. Dies ist besonders auf hartem Boden, auf Chausseen oder gepflasterten Straßen zu beachten, wo die Spitze des Stabes oft nur einen geringen Eindruck hinterläßt. Auf Pflaster oder Trottoir ist letzterer oft kaum zu sehen; weshalb die Anreihestelle hier einfach durch ein Kreidekreuz (+) und die beigelegte Zählnadel angegeben wird.

Aus der Anzahl der Zählnadeln, die der Hintermann an sich nimmt, wird das Maß der vollen Bandlängen ermittelt. Wenn nach Fig. 123 fünf ganze Werkzeuglängen vorlägen, würde die abgemessene Strecke $5 \times 20 = 60$ m betragen, das Band zu 20 m gerechnet. Da nur 10 Zählnadeln gebräuchlich sind, werden

Fig. 123.



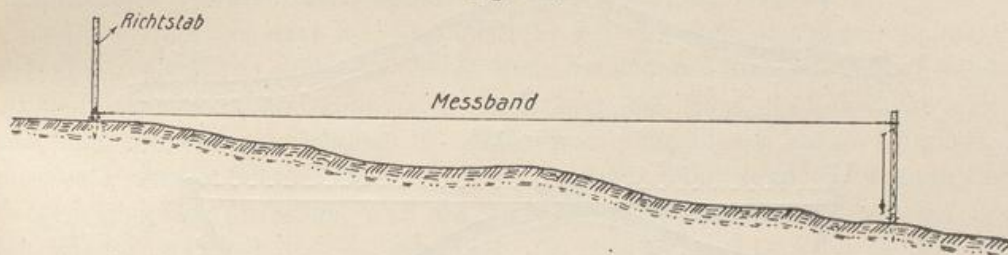
die Zähler nach Abmessung von größeren Strecken als $10 \times 20 = 200$ m dem Vordermann wieder zugestellt. Selbstverständlich darf in solchen Fällen bei der Ermittlung der Bandlängen die Rückgabe der Zählnadeln nicht außer acht gelassen werden.

Das Meßband liegt in ebenem oder bis 2% geneigtem Terrain während der Messung direkt auf dem Boden (s. Fig. 123). In geneigtem Gelände wird entweder die „Staffelmessung“ (s. S. 38) angewendet, oder es wird die Neigung des Bodens bestimmt und die horizontale Projektion entsprechend den Angaben für die Meßplatte (S. 40) festgestellt.

α) Der Vorgang der Staffellung ist der gleiche wie bei der Lattenmessung (S. 40). Das Stahlband wird horizontal gespannt (Fig. 124) und am Ende mittels des Richtstabes, den man mit Hilfe des Fadenlotes lotrecht stellt, auf den

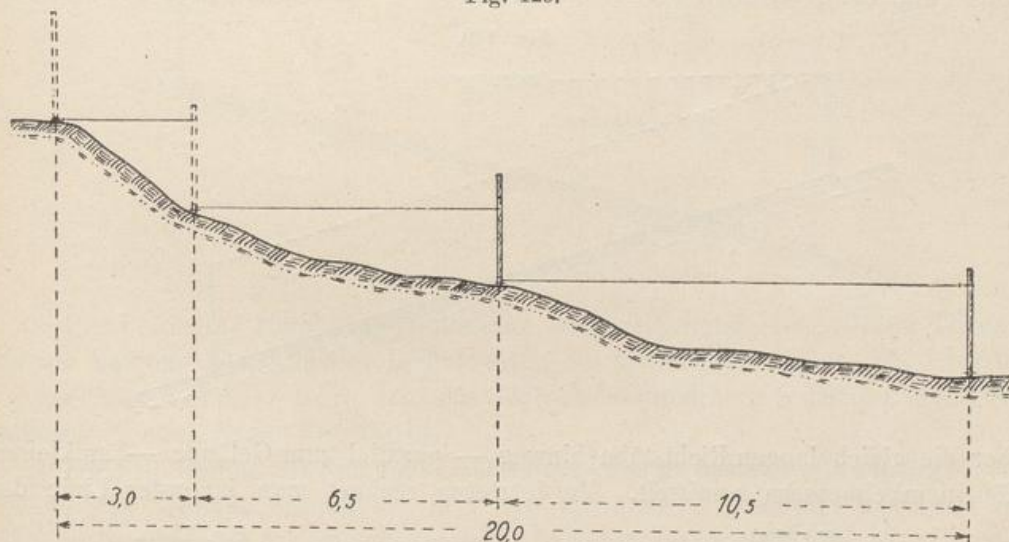
Boden projiziert. Die ganze Bandlänge (20 m) kommt hier aber nur dann in Betracht, wenn zwischen Anfang und Ende des Bandes der Höhenunterschied nicht größer ist als die Länge des Richtstabes, also etwa 1,5 m, d. h. wenn das Bodengefälle nicht größer ist als 6 bis 7 ‰. Dabei muß das Meßband stets straff gespannt sein (Fig. 124); um ein Durchhängen und damit eine Verkürzung des Maßes zu vermeiden, wird das Band zweckmäßig durch einen Gehilfen in der Mitte gestützt.

Fig. 124.



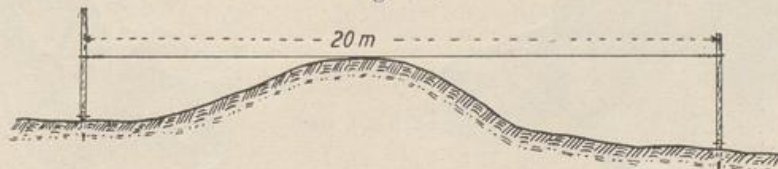
Sobald das Staffeln wegen zu starken Gefälles mit der ganzen Meßbandlänge, undurchführbar ist, nimmt man nur die Hälfte des Bandes oder nur wenige

Fig. 125.



Meter, benutzt aber zur Ablotung der gewählten Meßbandmarke (volle oder halbe Meter) immer die Richtstäbe (Fig. 125), da sie für die Teilstrecken des

Fig. 126.



Bandes sichere Zwischenpunkte in der Linie bilden. Die Staffelnung mit Teilen des Werkzeuges kann auch bei den Meßblättern vorkommen.

Falls das Meßband, wie Fig. 126 zeigt, über ein Hindernis hinweg, gleichzeitig an beiden Richtstäben hochgestreift werden muß, ist sehr darauf zu achten, daß beide Stäbe bei gespanntem Bande gut lotrecht stehen, da eine schiefe Stellung (siehe Fig. 127 und 128) eine fehlerhafte Aneinanderreihung nach sich zieht.

Fig. 127.

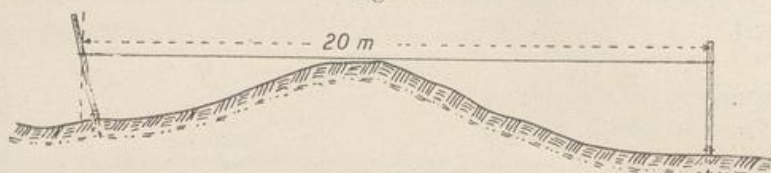
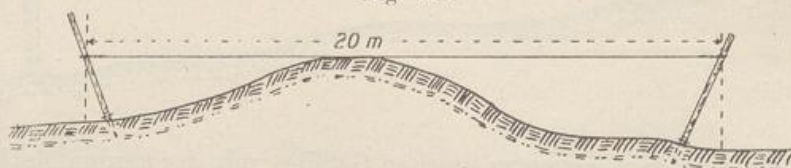
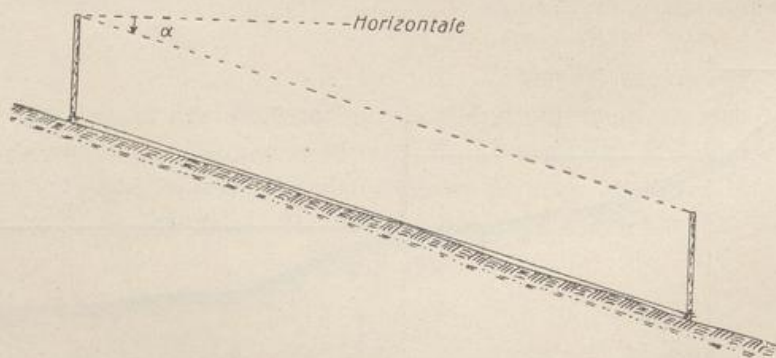


Fig. 128.



β) Wird das Meßband, der Geländeneigung folgend, am Boden entlang geführt (Fig. 129), so wird der Neigungswinkel α jeder Bandlänge sehr einfach

Fig. 129.



über die gleich langen Richtstäbe hinweg — parallel zum Gelände — an kleinen Höhenwinkelmessern ermittelt. Zu letzteren rechnet man in erster Linie den

Fig. 130 a.

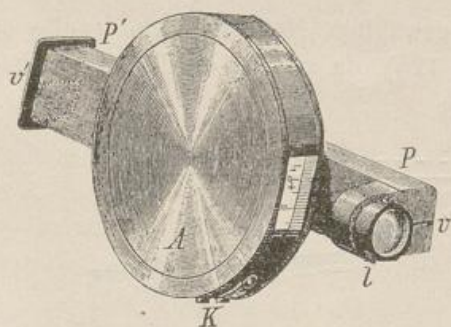
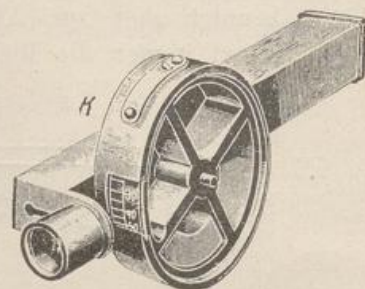


Fig. 130 b.

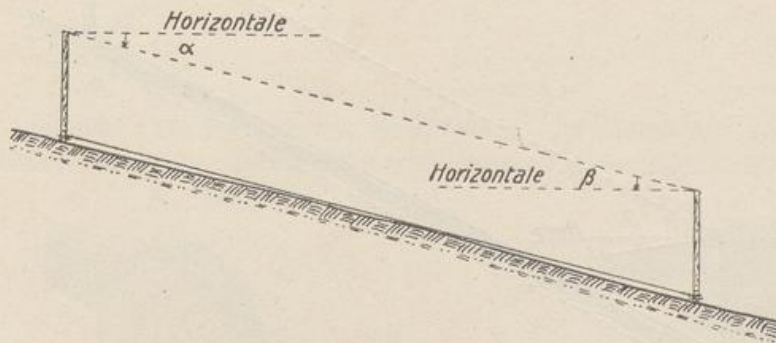


„Neigungsmesser“ von Brandis, der vom Mechaniker Wolz in Bonn hergestellt wird. Das Instrument besteht aus einer Messingbüchse A (Fig. 130 a),

in der, um eine Achse leicht schwingend, sich ein Rad (Fig. 130b) mit einer Sperrvorrichtung bei k befindet. Die Peripheriefläche des Rades trägt eine Gradteilung, beziffert nach oben mit $(-)$ und nach unten mit $(+)$ von einem Nullstriche aus, der sich infolge eines Pendelgewichts am Rade selbsttätig in die durch den Drehungspunkt des Rades gehende Horizontale einstellt. Die Gradteilung kann mittels einer Lupe l beobachtet werden, die vor einem fensterartigen Ausschnitte der Büchse in Verbindung mit einer Absehvorrchtung (Spalt v und Metallfaden v^1) seitlich am Zielrohr PP^1 angebracht ist (Fig. 130a).

Beim Gebrauch legt man das Zielrohr auf den Kopf des einen Richtstabes und visiert über $v v^1$ nach dem oberen Ende des anderen Richtstabes, auf welchen zur deutlichen Sichtbarmachung der Bandträger die Hand flach auflegt. Setzt man nun die Sperrvorrichtung K durch einen Fingerdruck außer Tätigkeit, so wird nach einigen Schwingungen das Pendelrad zur Ruhe kommen, worauf durch Vergleichung der Visierlinie $v v^1$ mit der Gradteilung unter Benutzung der Lupe der „Höhenwinkel β “ $(+)$ oder der „Tiefenwinkel α “ $(-)$ (s. Fig. 131) abgelesen werden kann.

Fig. 131.



Das Pendelrad trägt, der Gradteilung entgegengesetzt, eine weitere Teilung, die die Neigung des Geländes in Prozenten der Entfernung angibt. Die Prozentteilung wird sichtbar, wenn man das Instrument umdreht, sodaß die Sperrvorrichtung K oben liegt (Fig. 130b).

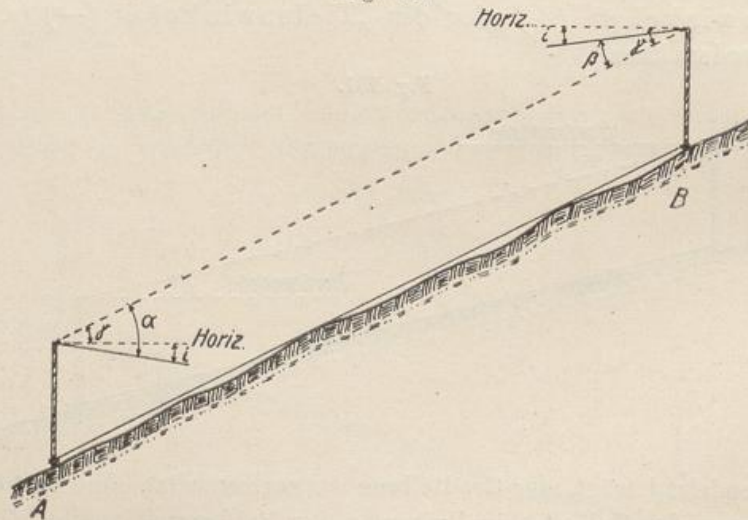
Die Ermittlung der Neigungsverhältnisse kann im besten Falle auf $\frac{3}{10}$ bis $\frac{5}{10}$ der Teilung erfolgen, sodaß die in Frage kommenden Zuschläge besonders bei einer großen Neigung des Geländes ziemlich unsicher werden. Mit $l_1 = 20$ m werden die Zuschlagmaße $a = l_1 - l_1 \cos \alpha$ am besten einer Zahlentabelle entnommen, siehe Anhang unter Nr. I, und jeder Meßbandlänge entweder sofort mit Hilfe eines Millimeterlineals zugefügt oder aber, wenn es nur auf die Gesamtlänge der Strecke ankommt, einzeln notiert und am Schlusse der Messung in Rechnung gebracht.

Von wesentlicher Bedeutung ist das Zusammenfallen der Nullmarke der Teilung des Neigungsmessers mit der Horizontalen, sobald sich das Pendelrad in der Gebrauchslage befindet. Man untersucht die Richtigkeit des Instrumentes durch sogen. „Gegenvisur“, indem man auf jedem Richtstabe die Neigung zum anderen Stabe bestimmt (Fig. 131). Werden die beobachteten Winkel α und β (ohne Beachtung des Vorzeichens) gleich groß gefunden, so ist das Instrument in Ordnung, weichen sie voneinander um mehr als $0,3^\circ$ bis $0,5^\circ$ ab, so liegt ein

„Indexfehler“ vor, der nur vom Mechaniker beseitigt werden kann. Es läßt sich jedoch die Größe des Indexfehlers aus der angegebenen Gegenvisur zu $i = \frac{\alpha - \beta}{2}$ bestimmen und der Indexfehler damit bei einseitiger Visur in Rechnung bringen, oder aber man beobachtet — immer sehr zweckmäßig — bei jeder Bandlage an beiden Enden, wie oben angegeben, und führt als richtigen Höhenwinkel den Betrag $\frac{\alpha + \beta}{2}$ ein.

Der Beweis für die Größen $\frac{\alpha + \beta}{2}$ und $\frac{\alpha - \beta}{2}$ ist folgender. Entsprechend der Lage des Nullpunktes zur Horizontalen wird in Fig. 132 auf A der Höhenwinkel zu α um den Indexfehler i zu groß, auf B zu β um i zu klein ermittelt. Nach Fig. 132 ist demnach der gesuchte Höhenwinkel:

Fig. 132.



$$\begin{aligned} \text{auf A:} & \quad \gamma = \alpha - i \\ \text{auf B:} & \quad \gamma = \beta + i \\ \text{Demnach:} & \quad 2\gamma = \alpha + \beta \\ & \quad \gamma = \frac{\alpha + \beta}{2}. \end{aligned}$$

Der Indexfehler ist

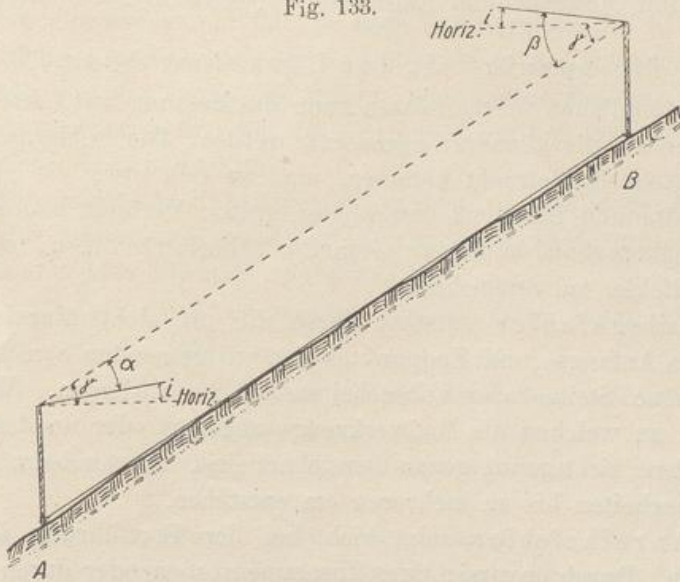
$$\begin{aligned} \text{auf A:} & \quad i = \alpha - \gamma \\ \text{auf B:} & \quad i = \gamma - \beta \\ \text{Demnach:} & \quad 2i = \alpha - \beta \\ & \quad i = \frac{\alpha - \beta}{2}. \end{aligned}$$

Die Beweisführung bleibt die gleiche, wenn der Nullstrich der Teilung über der Horizontalen, gemäß Fig. 133, liegt.

Die neueren Neigungsmesser nach Brandis der Firma Wolz-Bonn, (Fig. 134) führen auf dem Deckel der Büchse von Grad zu Grad die bereits auf den Horizont reduzierten Längen für ein Meßband von 20 m Länge; diese An-

gaben können im Felde direkt benutzt werden; für Zehntelgrade ist erst eine kleine Zwischenrechnung vorzunehmen. Beispielsweise sei $\alpha = 8,5^\circ$ gemessen; dann beträgt die horizontal ermittelte Länge 19,78 m.

Fig. 133.



Eine einfache Vorrichtung zur Bestimmung des Zuschlags ist noch das von F. G. Gauß bei den preußischen Katastervermessungen eingeführte Instrument

Fig. 134.

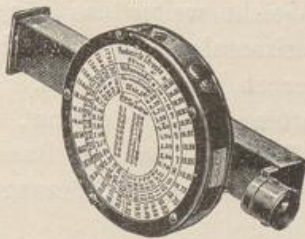
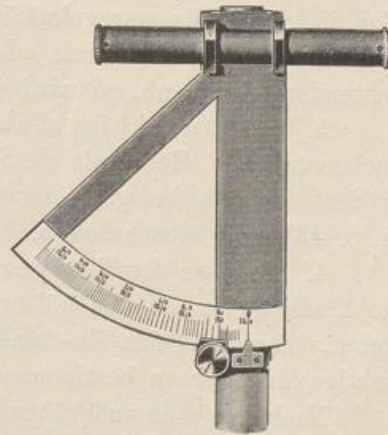


Fig. 135.



(Fig. 135), das auf den lotrecht gestellten Zielstab aufgesteckt wird und aus einem kurzen geteilten Metallbogen mit einem einfachen Visierrohr (Schauloch und Faden) besteht. Man zielt nach dem anderen Bandstabende und liest an einem Zeiger sofort die abzusetzende oder in Rechnung zu bringende Strecke als Zuschlag ab.

e) Vergleich der Band- und Lattenmessung.

Die Messung mit Meßband oder Meßlatten beansprucht etwa die gleiche Zeit, doch ist die erstere, die stets zwei Gehilfen erfordert, bequemer und daher weniger ermüdend. Bei der Lattenmessung genügt auch nur ein Arbeiter, der dann allerdings infolge des vielen Bückens sehr angestrengt wird.

Der Gebrauch des Meßbandes ist in der Ebene weit verbreitet, während in stark wechselndem Gelände, besonders im Gebirge, die Meßlatten meist be-

quemer zu handhaben sind. Da bei Flächenmessungen die Ordinaten (siehe S. 18) zweckmäßig mit Hilfe von Meßlatten (s. S. 64) bestimmt werden, ist es empfehlenswert, sich in beiden Werkzeugen die nötige Uebung anzueignen, um gegebenenfalls mit Meßband und Latten sofort wechseln zu können.

d) Genauigkeit der Längenmessung.

Unter gewöhnlichen Verhältnissen kann die Messung mit Latten dem Stahlbande gegenüber als die genauere angesehen werden. Die Fehlerquellen, die bei beiden Hilfsmitteln in Betracht kommen, sind an sich etwa die gleichen, doch sind sie für Latte und Bandmaß verschieden groß. Verfolgt man die Ursachen, die das Messungsergebnis in seiner Gesamtheit beeinträchtigen, so sind nachstehende Einzelfehler zu verzeichnen.

1. Der Anlegefehler entsteht durch die oft nicht hinreichend scharfe Bezeichnung des Anfangs- und Endpunktes der zu messenden Strecke, z. B. wenn nur roh behauene Steine oder unbearbeitete Pfähle vorliegen. Wenn die geltenden Punkte, an welchen die Meßwerkzeuge angelegt oder an denen die Maße abgelesen werden, nicht genug genau bezeichnet sind, können beim Anlegen oder Ablesen Unsicherheiten bis zu mehreren cm entstehen.

2. Der Anreihfehler zeigt sich bei der Fortführung der einzelnen Werkzeuglängen. Durch unvorsichtiges Zusammenstoßen oder durch ungenügende Berührung der Lattenenden, ferner durch sorgloses Abloten bei der Staffellung wird das Maß entweder vergrößert oder verkleinert. Beim Meßband beeinflußt das mehr oder weniger starke Anziehen des Bandes durch den Vordermann das Maß in gleichfalls unregelmäßiger Weise. Weicht weiter das Längenmeßwerkzeug aus der geraden Linie oder aus der Horizontalen (beim Staffeln) in zu beachtendem Grade ab, so wird das Maß immer zu lang gemessen.

3. Der Durchbiegefehler, bei Latten ziemlich gering, entsteht bei hochgestreiftem Meßbande (s. S. 43) infolge Durchhängens des Bandes und vergrößert dadurch das gemessene Maß. Es läßt sich durch Stützung des Bandes (s. S. 43) sehr einschränken.

4. Einflüsse der Temperatur und der Feuchtigkeit — letztere selbstverständlich nur bei den hölzernen Meßlatten —, die während der Messung eintreten, bewirken eine Zu- und Abnahme der Werkzeuglänge und fälschen das richtige Maß der zu bestimmenden Strecke.

Nach dem eben und früher Gesagten sind daher bei der Ausführung von Längenmessungen, um möglichst genaue Ergebnisse zu erhalten, folgende Regeln zu befolgen.

- a) Die Werkzeuge sind mit den Normalmaßen zu vergleichen (siehe Seite 33).
- b) Die Anfangs- und Endpunkte der Linien sind möglichst scharf zu bezeichnen.
- c) Die Werkzeuge sind in stets grader Linie zwischen Anfangs- und Endpunkt vorsichtig aneinanderzureihen.
 - α) Bei aufliegendem Werkzeuge: Scharfe Berührung der Lattenenden, ohne Stoßen; gleichmäßiges Anziehen des Meßbandes, ohne Zerren.

β) Bei der Staffellung: Horizontale Lage des Werkzeuges, ohne Durchhängen beim Stahlbande, vor allem aber sorgfältiges Abloten.

Der Gesamtfehler einer Längenmessung setzt sich aus den oben aufgeführten Einzelfehlern zusammen und fällt je nach der Sorgfalt, die bei der Messung beobachtet worden ist, und je nach den Geländebedingungen verschieden groß aus.

In welchen Grenzen zwei voneinander unabhängige Messungen derselben Strecke l übereinstimmen müssen, darüber geben amtlich festgelegte Normen in den verschiedenen Staaten Auskunft.

In Preußen wird für Katastervermessungen die zulässige Abweichung d , die auch hier als maßgebend angesehen werden kann, nach drei Geländeklassen durch die nachstehenden Formeln angegeben.

$d_I = 0,01 \sqrt{4 \cdot l + 0,005 \cdot l^2}$ in günstigem Gelände oder unter günstigen Verhältnissen;

$d_{II} = 0,01 \sqrt{6 \cdot l + 0,0075 \cdot l^2}$ in mittlerem Gelände oder unter mittleren Verhältnissen;

$d_{III} = 0,01 \sqrt{8 \cdot l + 0,01 \cdot l^2}$ in ungünstigem Gelände oder unter ungünstigen Verhältnissen.

Diese „Fehlergrenzen“ gelten übereinstimmend für Meßblatten und Stahlbänder. Erreichen sie nicht den Betrag von 0,10 m, so können sie auf dieses Maß erhöht werden, wenn nicht beide Endpunkte auf je 0,01 m (siehe Anlagefehler S. 48) genau bestimmt sind.

Der Anhang des Werkes enthält in der Tabelle unter Nr. II die Fehlergrenzen bis zu einer Streckenlänge von 1000 m. Hiernach ist beispielsweise zwischen zwei Messungen einer Strecke von 250 m gestattet:

in günstigem Gelände: $d_I = 0,36$ m

in mittlerem Gelände: $d_{II} = 0,44$ m

in ungünstigem Gelände: $d_{III} = 0,51$ m.

Die Fehlergrenzen der anderen deutschen Staaten weichen im allgemeinen nicht wesentlich von den preußischen ab und sollen deshalb hier nicht besonders aufgeführt werden. Dies gilt auch von Oesterreich und für die Schweiz. Im Bedarfsfalle sei auf den „Kalender für Vermessungswesen und Kulturtechnik“, Verlag von Konrad Wittwer, Stuttgart, hingewiesen, der eingehende Angaben hierüber enthält.

Im allgemeinen kann gesagt werden, daß die amtlich zulässigen Fehlergrenzen derart bemessen sind, daß sie bei der erforderlichen Sachkenntnis und Sorgfalt stets eingehalten werden können. Für Stadtmessungen und manche ingenieur-technische Zwecke, wie z. B. Tracierungsarbeiten, sind sie allerdings zu groß; hier wird die Ermittlung und die Absteckung von Längen fast durchweg auf

$$d = 0,005 \cdot l \text{ oder } \frac{1}{2000} \cdot l$$

sicher verlangt.

Die Genauigkeit, mit welcher Längenmessungen überhaupt durchgeführt werden können, ist verschieden je nach Art der benutzten Werkzeuge und

ihrer Anwendung. Werden die auf Seite 48 hervorgehobenen Regeln sorgfältig beachtet, so wird der zu erwartende Fehler M unter normalen Verhältnissen den Betrag der Formel

$$M = \mu \sqrt{l}$$

kaum überschreiten, wenn μ , ein Erfahrungsfaktor, aus der nachstehenden Tabelle entnommen wird.

Es ist:

1. bei Meßblättern längs gespannter Schnur oder ausgeschnürter Linie (Seite 20) $\mu = 0,001$
2. bei Meßblättern ohne Hilfsmittel nach 1) $\mu = 0,003$
3. bei Stahlmeßband $\mu = 0,005$

Bei $l = 100$ m wäre nach 1): $M = 0,001 \sqrt{100} = 0,01$ m; nach 2): $M = 0,03$ m; nach 3): $M = 0,05$ m.

Es können auch die im Anhang des Werkes unter Nr. II aufgeführten Abweichungen d zu Rate gezogen werden, die, wie auf Seite 49 gesagt ist, gleicherweise für Latten- und Bandmessungen gemäß 2. und 3. Geltung haben. Man setzt den Fehler

$$M = \frac{d}{4},$$

für 100 m also:

$$\text{im günstigen Gelände: } M_I = \frac{d_I}{4} = \frac{0,21}{4} = 0,05 \text{ m,}$$

$$\text{im mittleren Gelände: } M_{II} = \frac{d_{II}}{4} = \frac{0,26}{4} = 0,06 \text{ m,}$$

$$\text{im ungünstigen Gelände: } M_{III} = \frac{d_{III}}{4} = \frac{0,30}{4} = 0,08 \text{ m.}$$

Bei Meßrädern (Fig. 37) beträgt der fragliche Fehler nach Angaben von Jordan:

auf gut gebahnten harten Wegen bei

$$\begin{array}{cccccc} l = 10 \text{ m,} & 50 \text{ m,} & 100 \text{ m,} & 500 \text{ m,} & 1000 \text{ m} \\ M = 0,06 & 0,14 & 0,20 & 0,45 & 0,63 \end{array}$$

auf Eisenbahngleisen bei Längen l bis zu 200 m: $0,0006$ der Länge, bei größeren Strecken: $0,0005 \cdot l$ bis $0,0002 \cdot l$.

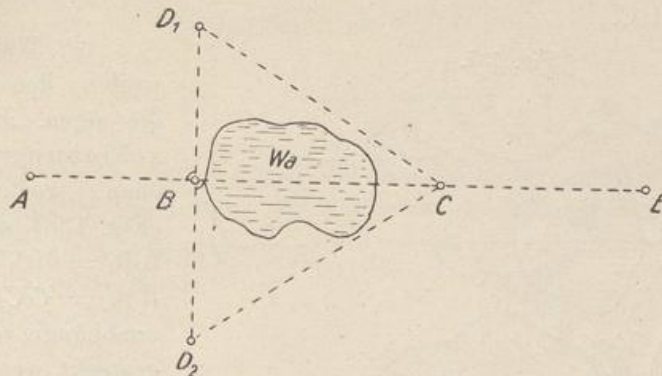
e) Messung unzugänglicher Strecken.

Wie bereits auf Seite 21 gesagt ist, soll die Lage der Abscissenlinie so ausgewählt werden, daß im Verlaufe des Messungsvorganges keine störenden Hindernisse angetroffen werden. Diese, wie Sand- oder Kiesgruben, Steinbrüche, niedrige Holzbestände, Wasserflächen u. dergl., beeinträchtigen zwar das Ausfluchten der Linien nicht weiter, dagegen erschweren sie die Streckenmessung oft in hohem Maße, bisweilen machen sie dieselbe ganz unmöglich. Schwierigkeiten der genannten Art sind aber oft nicht zu umgehen; man sucht sie durch Hilfskonstruktionen zu beseitigen, die auch in den Fällen angewendet werden können, bei denen es nur gelegentlich auf die Messung einer unzugänglichen Strecke ankommt. Wie weiter gezeigt werden wird, stößt man auf Schwierig-

keiten auch bei der Ermittlung der Ordinaten, wo als einfachstes Mittel die Winkelinstrumente (s. S. 23) mit 45° - Absteckung in Frage kommen. Ueber die Absteckung von Linien über hochragende Hindernisse, z. B. Gebäude, Holzbestände u. dergl., unterrichtet das Kapitel „Tracieren“ im II. Teile des „Feldmessens“.

1. α) Falls die Abscissenlinie A E über ein Hindernis Wa*) (Fig. 136) hinweggeht und die Messung des Teiles B C der Linie nur mit großer Schwierigkeit

Fig. 136.



oder gar nicht durchführbar ist, wird in B der Linie A E vor dem Hindernis mit Hilfe eines Winkelmessers die Senkrechte B D₁ errichtet (s. Abschnitt 2, S. 21), so daß von D₁ der Punkt C (hinter dem Hindernisse) gut zu sehen ist, und hierauf die Länge B D₁ und D₁ C gemessen.

Nach dem Pythagoräischen Lehrsatz ist sodann:

$$BC = \sqrt{(D_1 C)^2 - (B D_1)^2}$$

Zur Sicherung des Maßes wird in gleicher Weise in B die Senkrechte B D₂ errichtet und

$$BC = \sqrt{(D_2 C)^2 - (B D_2)^2}$$

berechnet.

Die beiden Werte für B C werden bei sorgfältiger Arbeit innerhalb der „Fehlergrenze“, siehe S. 49 und Tabelle Nr. II des Anhanges übereinstimmen und endgültig in einem Mittel zusammengefaßt.

$$\text{Beispiel. } BC = \sqrt{(D_1 C)^2 - (B D_1)^2} = \sqrt{54,00^2 - 20,00^2} = 50,16 \text{ m}$$

$$BC = \sqrt{(D_2 C)^2 - (B D_2)^2} = \sqrt{56,06^2 - 25,15^2} = 50,10 \text{ m.}$$

Die Abweichung $50,16 - 50,10 = 0,06$ m stimmt bei günstigen Verhältnissen der Messung, also in der Geländeklasse I, innerhalb der erlaubten Fehlergrenze von $d_1 = 0,15$ m überein. Der endgültige Wert ist demnach:

$$BC = \frac{50,16 + 50,10}{2} = 50,13 \text{ m.}$$

Würde im vorliegenden Falle eine wesentlich größere Abweichung als 0,15 m sich ergeben, so sind die Hilfskonstruktionen und die Messung nachzuprüfen.

Die rechtwinkligen Dreiecke können selbstverständlich auch vom Punkte C aus oder je eins von C und B konstruiert werden; man wird den örtlichen Verhältnissen entsprechend verfahren.

*) Wa = Wasserfläche, siehe die Kulturbezeichnungen S. 161.

β) Wird die Absteckung der Senkrechten von B oder C aus gehindert, so ist vielleicht die Konstruktion nach Fig. 137 durchführbar. Man steckt die beiden rechtwinkligen Dreiecke $B D_1 C$ und $B D_2 C$ mit den rechten Winkeln bei D_1 und D_2 ab und berechnet:

$$BC = \sqrt{(B D_1)^2 + (D_1 C)^2}$$

$$BC = \sqrt{(B D_2)^2 + (D_2 C)^2}$$

Das arithmetische Mittel der beiden Werte für BC , deren Differenz (siehe unter α) in der erlaubten Fehlergrenze liegen muß, ist der gesuchte Abstand zwischen B und C.

Fig. 137.

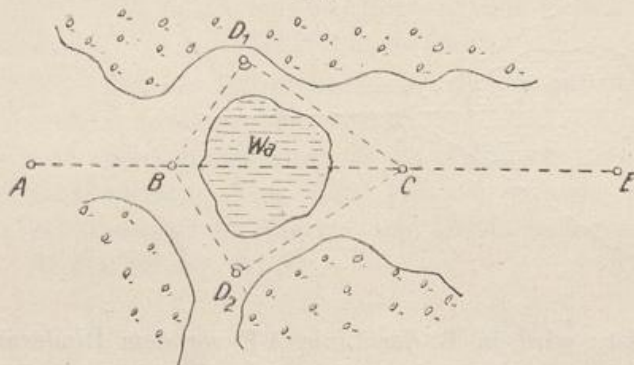
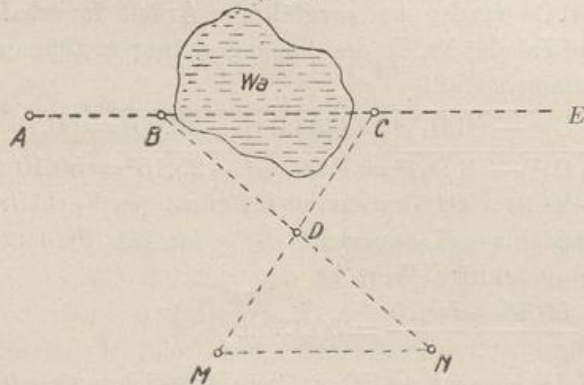


Fig. 138.



Fig. 139.



γ) Weiter wird bisweilen den Verhältnissen die sogen. „Parallel-Verschiebung“ mehr entsprechen, wo auf B und C (Fig. 138) die Senkrechten $B B_1 = C C_1$ einerseits und $B B_2 = C C_2$ andererseits, unabhängig voneinander, abgesteckt werden. Die Verbindungsgeraden $B_1 C_1$ und $B_2 C_2$ sind zu messen und als Mittel für die Strecke BC einzuführen.

δ) Eine einfache Linienskonstruktion, ohne Winkelabsteckung, zeigt die Fig. 139. Man wählt den Standpunkt D so, daß B und C von ihm aus gut gesehen werden, verbindet D mit B und C, verlängert beide Geraden über D hinaus und mißt $DN = BD$ und $DM = CD$; die Verbindungslinie MN ist die gesuchte Entfernung BC .

Zur Kontrolle müßte die gleiche Konstruktion auf der anderen oder auch auf derselben Seite von AE wiederholt werden.

ε) Eine allgemeine Lösung, die den Vorzug größerer Genauigkeit hat, ist die Konstruktion eines beliebigen Dreiecks (siehe Fig. 140). Man legt das Dreieck $B D_1 C$ (oder $B D_2 C$), möglichst gleichseitig (nach vorheriger Schätzung der Länge von BC), und ermittelt die Horizontalwinkel α, β, γ (oder $\alpha_1 \beta_1 \gamma_1$) mit

Hilfe des „Theodolits“ (s. S. 94) und die Länge der Dreiecksseiten BD_1 und D_1C (oder BD_2 und D_2C).

Dann verhält sich nach dem Sinussatze der ebenen Trigonometrie:

$$BC : BD_1 = \sin \beta : \sin \gamma.$$

Daraus:

$$BC = \frac{BD_1 \cdot \sin \beta}{\sin \gamma}.$$

Weiter verhält sich:

$$BC : CD_1 = \sin \beta : \sin \alpha.$$

Daraus:

$$BC = \frac{CD_1 \cdot \sin \beta}{\sin \alpha}.$$

Das Mittel aus beiden Werten, die innerhalb der gestellten Fehlergrenze (s. S. 49) übereinstimmen sollen, gibt das gesuchte Maß für BC .

Wäre das Dreieck BD_2C gelegt, so ist in gleicher Weise nach dem Sinussatze zu verfahren.

Beispiel. In dem Dreiecke BD_1C (Fig. 140) ist gemessen die Strecke: $BD_1 = 100,12$ m, $CD_1 = 96,21$ m; der Horizontalwinkel $\alpha = 51^\circ 35' 45''$, $\beta = 73^\circ 40' 05''$, $\gamma = 54^\circ 43' 25''$.

Stellt man die Winkelsumme in dem Dreiecke zusammen, so ergibt sich (s. unten) eine Winkelsumme $179^\circ 59' 15''$. Die Abweichung $180^\circ 00' 00'' - 179^\circ 59' 15'' = +45''$ wird gleichmäßig (s. unten) auf jeden der drei Winkel verteilt, so daß die in die weitere Rechnung einzuführenden Winkel betragen $\alpha = 51^\circ 36' 00''$, $\beta = 73^\circ 40' 20''$, $\gamma = 54^\circ 43' 40''$.

Winkel	Zu verteilen	Endgültiger Winkel
$\alpha = 51^\circ 35' 45''$	+ 15''	$\alpha = 51^\circ 36' 00''$
$\beta = 73^\circ 40' 05''$	+ 15''	$\beta = 73^\circ 40' 20''$
$\gamma = 54^\circ 43' 25''$	+ 15''	$\gamma = 54^\circ 43' 40''$
Summe = $179^\circ 59' 15''$		
Soll = $180^\circ 00' 00''$		
Differenz $d = + 45''$	+ 45''	Soll = $180^\circ 00' 00''$
$\frac{d}{3} = + 15''$		

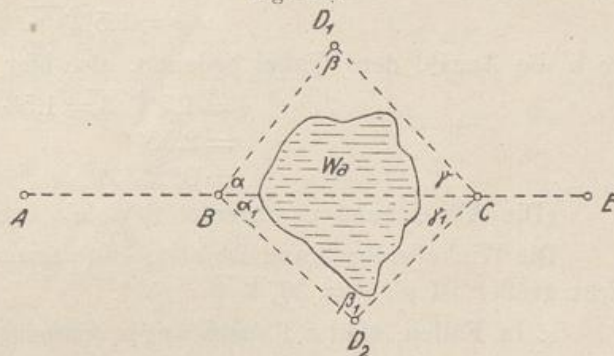
Hiernach ist:

$$BC = \frac{BD_1 \cdot \sin \beta}{\sin \gamma}$$

und

$$BC = \frac{CD_1 \cdot \sin \beta}{\sin \alpha}$$

Fig. 140.



$\log 100,12 = 2,00052$	$\log 96,21 = 1,98322$
$\log \sin 73^\circ 40' 20'' = 9,98212$	$\log \sin 73^\circ 40' 20'' = 9,98212$
$\text{cpl log}^*) \sin 54^\circ 43' 40'' = 0,08809$	$\text{cpl log} \sin 51^\circ 36' 00'' = 0,10585$
<hr style="width: 100%;"/>	<hr style="width: 100%;"/>
$\log BC = 2,07073$	$\log BC = 2,07119$
$BC = 117,69 \text{ m}$	$BC = 117,81 \text{ m}$

Die beiden Werte BC weichen um 0,12 m ab. Gestattet ist nach Tabelle II des Anhanges in der Geländeklasse II: $d_{II} = 0,23 \text{ m}$. Da die Fehlergrenze innegehalten wird, ist

$$BC = \frac{117,69 + 117,81}{2} = 117,75 \text{ m}$$

als endgültiges Maß anzusehen.

Bei Ueberschreitung der Fehlergrenze sind, wenn kein Rechenfehler vorliegt, die Streckenlängen BD_1 und D_1C nachzuprüfen. Zeigt sich bei der nochmaligen Messung keine größere Differenz, als gemäß Seite 49 erlaubt ist, so ist die Winkelmessung auf grobe, sich aufhebende Fehler zu untersuchen, auch wenn die Winkelsumme gegen den Sollbetrag von 180° nicht um mehr abweicht als:

$$\delta = 1,5' \sqrt{n},$$

wo n die Anzahl der Winkel bedeutet, also hier nicht mehr als:

$$\begin{aligned} \delta &= 1,5' \sqrt{3} = 1,5' \cdot 1,7 \\ &= 2,55' \\ &= 0^\circ 2' 33'' \end{aligned}$$

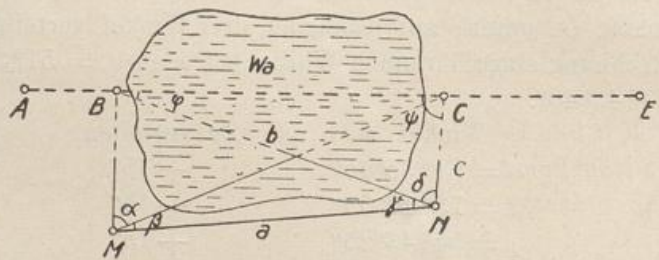
(Die Abweichung in unserem Beispiele beträgt $45''$, siehe S. 53).

Die Winkelbeobachtung ist als „Gut“ anzusprechen, wenn die Abweichung nicht größer ist als $\delta = 30'' \sqrt{3} = 51''$.

ε . In Fällen, wo (z. B. auch wegen sumpfigen Bodens) die Aufstellung eines „Theodolits“ auf den Punkten B und C nicht möglich ist, werden zwei voneinander sichtbare und durch Längenmessung gut zu erreichende Punkte M und N (siehe Fig. 141) auf festem Boden ausgesucht und mit den Punkten B und C durch die Dreiecke MBN und MCN verbunden.

Wird die „Grundlinie“ $MN = a$, die man ungefähr gleich der gesuchten BC wählt, ihrer Länge nach bestimmt, und die Horizontalwinkel α , β , γ und δ mittels eines „Theodolits“ gemessen, so ist nach Einführung der Buchstaben b , c , φ und ψ in die Figur:

Fig. 141.



*) cpl log bedeutet die Ergänzung des \log zu 10 und wird in die Rechnung eingeführt, um die sonst nötige Subtraktion zu vermeiden. Hier ist:

$$\begin{aligned} \log \sin 54^\circ 43' 40'' &= 9,91191 \\ \text{cpl log} \sin 54^\circ 33' 40'' &= 0,08809 \\ \hline \text{Also Summe} &= 10,00000 \end{aligned}$$

In dem Dreiecke MBN:
$$b = \frac{a \sin(\alpha + \beta)}{\sin[180 - (\alpha + \beta + \gamma)]}$$

$$= \frac{a \sin(\alpha + \beta)}{\sin(\alpha + \beta + \gamma)}$$
 Gl. 1.

in dem Dreiecke MCN:
$$c = \frac{a \sin \beta}{\sin[180 - (\beta + \gamma + \delta)]}$$

$$= \frac{a \sin \beta}{\sin(\beta + \gamma + \delta)}$$
 Gl. 2.

in dem Dreiecke BCN:
$$\varphi + \psi = 180^\circ - \delta$$
 daraus:
$$\frac{\varphi + \psi}{2} = 90 - \frac{\delta}{2}$$
 Gl. 3.

In dem Dreiecke BCN ist außerdem: $\sin \varphi : \sin \psi = c : b$

oder:
$$\frac{\sin \varphi}{\sin \psi} = \frac{c}{b}$$

oder gemäß den Regeln der ebenen Trigonometrie

$$\frac{\sin \varphi - \sin \psi}{\sin \varphi + \sin \psi} = \frac{c - b}{c + b}$$

oder:
$$2 \cos \frac{\varphi + \psi}{2} \sin \frac{\varphi - \psi}{2} = \frac{c - b}{c + b}$$

$$2 \sin \frac{\varphi + \psi}{2} \cos \frac{\varphi - \psi}{2} = \frac{c - b}{c + b}$$

oder:
$$\operatorname{ctg} \frac{\varphi + \psi}{2} \operatorname{tg} \frac{\varphi - \psi}{2} = \frac{c - b}{c + b}$$

und daraus:
$$\operatorname{tg} \frac{\varphi - \psi}{2} = \frac{c - b}{c + b} \operatorname{tg} \frac{\varphi + \psi}{2}$$

Aus Gleichung 3 hier: $\frac{\varphi + \psi}{2} = 90 - \frac{\delta}{2}$ gesetzt,

ergibt:
$$\operatorname{tg} \frac{\varphi - \psi}{2} = \frac{c - b}{c + b} \operatorname{ctg} \frac{\delta}{2}$$
 Gl. 4.

Werden aus Gl. 3 und 4 die Winkelwerte für $\frac{\varphi + \psi}{2}$ und $\frac{\varphi - \psi}{2}$ berechnet, so ergibt sich:

$$\varphi = \frac{\varphi + \psi}{2} + \frac{\varphi - \psi}{2}$$
 Gl. 5.

$$\psi = \frac{\varphi + \psi}{2} - \frac{\varphi - \psi}{2}$$
 Gl. 6.

Schließlich erhält man im Dreieck BCN:

$$BC = \frac{b \cdot \sin \delta}{\sin \psi}$$
 Gl. 7.

und
$$BC = \frac{c \cdot \sin \delta}{\sin \varphi}$$
 Gl. 8.

Da eine Kontrolle für die Richtigkeit der abgeleiteten Strecke BC nicht besteht, empfiehlt es sich, wenn man etwa die umständliche Konstruktion nicht noch einmal an anderer Stelle vornehmen will, die Messung der Größen a , α , β , γ , δ im Felde doppelt auszuführen.

Beispiel: Gemessen ist $a = 126,10$ m und $= 126,24$ m, im Mittel $= 126,17$ m. Die Winkel, schon gemittelt, sind: $\alpha = 66^\circ 58' 10''$, $\beta = 17^\circ 34' 14''$, $\gamma = 22^\circ 02' 24''$ und $\delta = 67^\circ 44' 20''$.

Nach Gl. 1 ist:

$$b = \frac{a \sin(\alpha + \beta)}{\sin(\alpha + \beta + \gamma)}$$

$$\log 126,17 = 2,10096$$

$$\log \sin 84^\circ 32' 24'' = 9,99802$$

$$\text{cpl log sin } 106^\circ 34' 48'' = 0,01844$$

$$\log b = 2,11742$$

$$b = 131,05 \text{ m}$$

nach Gl. 2 ist:

$$c = \frac{a \sin \beta}{\sin(\beta + \gamma + \delta)}$$

$$\log 126,17 = 2,10096$$

$$\log \sin 17^\circ 34' 14'' = 9,47983$$

$$\text{cpl log sin } 107^\circ 20' 58'' = 0,02022$$

$$\log c = 1,60101$$

$$c = 39,90 \text{ m.}$$

Aus c und b wird nach Gl. 4 berechnet:

$$\text{tg } \frac{\varphi - \psi}{2} = \frac{c - b}{c + b} \text{ctg } \frac{\delta}{2}.$$

Dabei ist:

$$c - b = -91,15 \text{ m} \quad \log(c - b) = 1,95976_n$$

$$c + b = 170,95 \text{ m} \quad \text{cpl lg}(c + b) = 7,76713$$

$$\frac{\delta}{2} = 33^\circ 52' 10'' \quad \log \text{ctg } \delta/2 = 0,17314$$

$$\log \text{tg } \frac{\varphi - \psi}{2} = 9,90003_n$$

$$\frac{\varphi - \psi}{2} = -38^\circ 27' 46''$$

$$\text{Aus:} \quad \frac{\varphi + \psi}{2} = 90 - \frac{\delta}{2} = 56^\circ 07' 50''$$

$$\text{und} \quad \frac{\varphi - \psi}{2} = -38^\circ 27' 46''$$

berechnet man nach Gl. 5 und 6:

$$\varphi = \frac{\varphi + \psi}{2} + \frac{\varphi - \psi}{2} = 56^\circ 07' 50'' - 38^\circ 27' 46'' = 17^\circ 40' 04''$$

$$\text{und} \quad \psi = \frac{\varphi + \psi}{2} - \frac{\varphi - \psi}{2} = 56^\circ 07' 50'' + 38^\circ 27' 46'' = 94^\circ 35' 36''.$$

Aus $b = 131,05$ m, $c = 39,90$ m, $\delta = 67^\circ 44' 20''$, $\varphi = 17^\circ 40' 04''$ und $\psi = 94^\circ 35' 36''$ folgt schließlich nach Gl. 7 und 8:

$$BC = \frac{b \cdot \sin \delta}{\sin \psi}$$

$$\log b = 2,11742$$

$$\log \sin \delta = 9,96636$$

$$\text{cpl log sin } \psi = 0,00140$$

$$\log BC = 2,08518$$

$$BC = 121,67$$

$$BC = \frac{c \cdot \sin \delta}{\sin \varphi}$$

$$\log c = 1,60101$$

$$\log \sin \delta = 9,96636$$

$$\text{cpl log sin } \varphi = 0,51784$$

$$\log BC = 2,08521$$

$$BC = 121,68$$

Der zweite Wert für BC muß mit dem ersten bis auf kleine durch Abrundung der Logarithmen entstandene Abweichungen übereinstimmen, er hat nur die Bedeutung der Rechenprobe. Das Mittel $121,68$ m ist das anzuhaltende Maß.

2. Die Bestimmung der Ordinaten (s. S. 18) einschließlich ihrer Fußpunkte auf der Abscissenlinie bietet im allgemeinen keine Schwierigkeiten, wenn die auf-

zunehmenden Grenzpunkte zugänglich sind und die Längen der Ordinaten direkt gemessen werden können. Oft trifft allerdings nur eine der beiden Voraussetzungen, manchmal auch gar keine der beiden zu.

Im Falle einer Bach- oder Flußaufnahme, wo nur auf einer Seite eine Abscissenlinie gelegt ist, können die Grenzpunkte, z. B. Pfähle oder Grenzsteine des Wasserlaufes, auf der anderen Seite der Reihe nach durch einen Fluchtstab, von der Abscissenlinie sichtbar, bezeichnet werden, so daß die Absteckung der Ordinatenfußpunkte leicht vor sich geht. Läßt sich die direkte Messung der Ordinatenlängen — was stets anzustreben ist — nicht ermöglichen, so ist noch jeder Punkt durch die Absteckung einer Ordinate auf der Abscissenlinie unter einem Winkel von 45° (Winkelspiegel, Winkelprisma oder Winkeltrommel, s. S. 21 usw.) abzustecken, siehe Fig. 142 für einen einzelnen Punkt. Bei 45,55 ist der Fußpunkt für die rechtwinkelig abgesteckte, bei 60,05 die unter einem Winkel von 45° abgesteckte Ordinate. Da auf diese Weise ein gleichschenkelig-rechtwinkliges Dreieck entsteht, wird die eigentlich zu messende Ordinate durch das Maß $60,05 - 45,55 = 14,50$ ersetzt, das in Klammern der Ordinate beigeschrieben wird. Eine Aufnahme mit mehreren Punkten zeigt die Fig. 143.

Fig. 142.

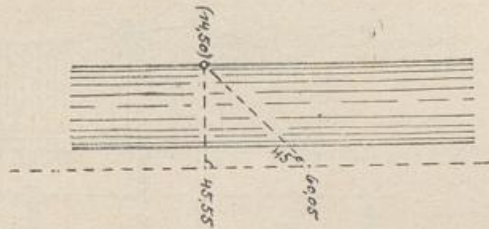
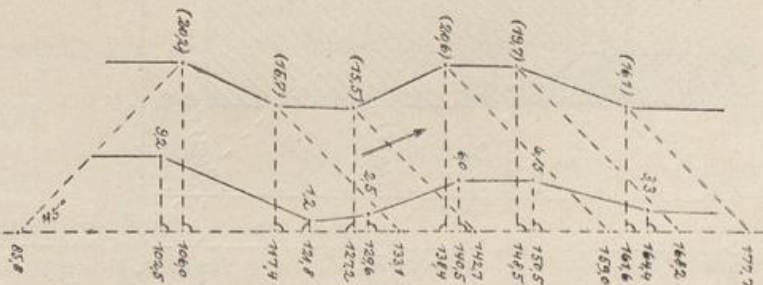


Fig. 143.

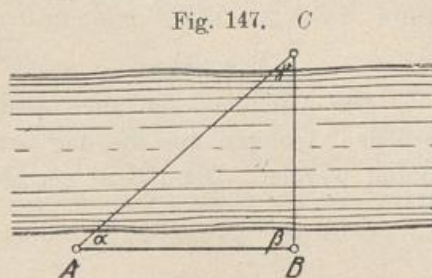
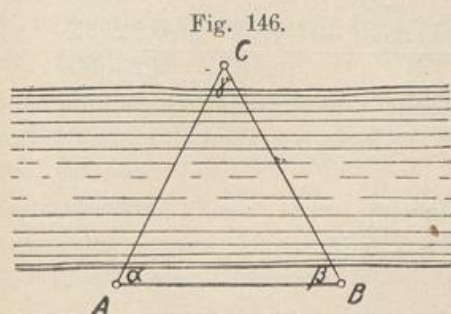


Sobald die aufzumessenden Punkte gegen die Abscissenlinie sehr hoch oder tief, z. B. auf steilen Böschungen (Fig. 144) oder in Einschnitten gelegen sind, kann von den oben aufgeführten Instrumenten nur die Winkeltrommel (s. a. das auf S. 29 Gesagte) benutzt werden.

Dieser Fall kann auch bei der Aufnahme hochgelegener Messungspunkte (Blitzableiter, Fahnenstangen u. dergl.) oder unzugänglicher Gebäudekanten eintreten, wo steile Visuren von einer nahe vorbeilaufenden Abscissenlinie zu erwarten sind. Die Fig. 145 zeigt solche Verhältnisse.

Der Punkt a (Fig. 145) ist eine Fahnenstange auf einem Gebäude, das durch schraffierte Linien gekennzeichnet ist. Die mit einer Winkeltrommel abgesteckten Fußpunkte zeigen die Abscissenmaße 154,46 m bzw. 186,93. Der Punkt b, eine wichtige Kante des Gebäudes ist ebenfalls mit der Winkeltrommel aufgenommen

der Länge BC wird am Ufer entlang eine günstig gelegene Grundlinie AB gelegt, deren Endpunkt A gleichfalls, wie oben angegeben, vermarktet wird. Aus



der zu messenden Strecke AB und den Winkeln α , β und γ wird die Strecke CB nach dem Sinussatze (siehe S. 53) berechnet zu:

$$BC = \frac{AB \cdot \sin \alpha}{\sin \gamma}$$

Beispiel. Die Grundlinie AB ist dreimal mittels zwei 5 m-Meßblatten gemessen worden. Die Länge der Latten wurde mit Hilfe der Normalmeter (siehe S. 33) zu:

$$\begin{aligned} \text{„schwarze Latte“ (s. S. 39)} &= 5,001 \text{ m} \\ \text{„rote Latte“} &= 4,999 \text{ m} \end{aligned}$$

ermittelt.

Die sorgfältigst durchgeführte Messung ergab, auf mm abgelesen:

$$\begin{aligned} AB &= 196,100 \text{ m} \\ BA &= 196,122 \text{ m} \\ AB &= 196,132 \text{ m} \end{aligned}$$

Die Abweichungen der drei Messungen gegeneinander ergeben kleinere Beträge als $\frac{1}{2000}$ der Länge (s. S. 49), also als $d = 196 \cdot \frac{1}{2000} = 0,098 \text{ m}$.

Das Mittel mit $\frac{196,100 + 196,122 + 196,132}{3} = 196,118 \text{ m}$ ist die in die Rechnung einzuführende Grundlinie AB.

Die Messung der Winkel geschah mit einem „Theodoliten“ (siehe Winkelbuch Seite 124).

Es ergab sich:

$$\alpha = 41^\circ 39' 03'', \quad \beta = 89^\circ 12' 03'', \quad \gamma = 49^\circ 09' 01''.$$

Eine Zusammenstellung der Winkel α , β , γ zur Winkelsumme im Dreieck (s. S. 53) zeigt die Differenz $180^\circ - 180^\circ 00' 07'' = -7''$, die in den Beträgen $-2''$, $-2''$ und $-3''$ den drei Winkeln zugefügt wird. Die Winkel sind hiernach endgültig:

$$\alpha = 41^\circ 39' 01'', \quad \beta = 89^\circ 12' 01'', \quad \gamma = 49^\circ 08' 58''.$$

Aus der Formel:

$$BC = \frac{AB \cdot \sin \alpha}{\sin \gamma}$$

wird nach Einsetzen der Werte erhalten:

$$BC = \frac{196,118 \cdot \sin 41^\circ 39' 01''}{\sin 49^\circ 08' 58''}$$

$$= 172,304 \text{ m.}$$

$$\log 196,118 = 2,29252$$

$$\log \sin 41^\circ 39' 01'' = 9,82255$$

$$\text{cpl } \log \sin 49^\circ 08' 58'' = 0,12123$$

$$\log BC = 2,23630$$

Die Aufgabe kann auch dann gelöst werden, wenn zur Vereinfachung der örtlichen Arbeiten nur die der Grundlinie AB anliegenden Winkel α und β bestimmt werden. Dann wird gerechnet:

$$BC = \frac{AB \cdot \sin \alpha}{\sin [180 - (\alpha + \beta)]}$$

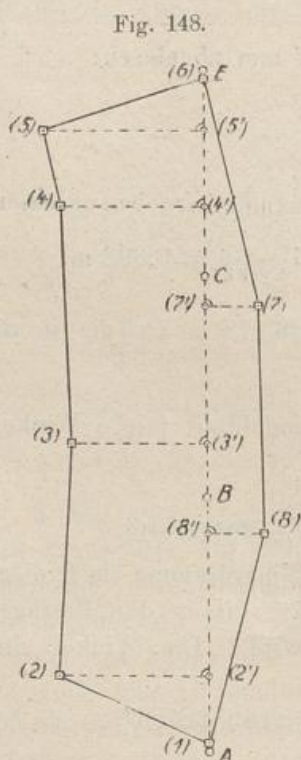
$$= \frac{AB \cdot \sin \alpha}{\sin (\alpha + \beta)}$$

Es empfiehlt sich jedoch, stets auch den Winkel γ zu messen, da durch die Abgleichung der Winkel auf 180° eine wertvolle Kontrolle für die Richtigkeit der Winkelbeobachtung gewonnen wird.

5. Die eigentliche Koordinatenaufnahme.

Sobald die auf Seite 17 angegebene Feststellung der Grenzpunkte erfolgt ist und diese samt etwa vorhandener Gebäulichkeiten oder sonst in betracht kommenden Bauwerke in einer Skizze (s. S. 18) vermerkt sind, gilt es

über die aufzumessende Fläche eine „Abscissenlinie“ (s. S. 18) zu legen. Es genügt hierzu, soweit nicht breitere Flächenstreifen als 80 bis 100 m vorliegen, meist eine einzige solche Linie, auf die von den einzelnen Punkten mit Hilfe der früher beschriebenen Winkelinstrumente die „Ordinaten“ (siehe S. 18) gefällt werden, worauf letztere selbst und die Entfernungen vom Anfangspunkte der Abscissenlinien bis zu den abgehenden Ordinaten, den Ordinatenfußpunkten, zu messen sind.



Die Lage der Abscissenlinie ist so zu wählen, daß sie die Fläche längs in der Mitte oder diagonal durchschneidet. Liegen Hindernisse irgend welcher Art vor, so ist die Linie an der Seite, wenn möglich aber immer innerhalb der Fläche abzustecken. Es ist sehr zweckmäßig, wenn man die Abscissenlinie über zwei dauernd vermarkte Grenzpunkte legt, wie z. B. aus der Fig. 148 zu sehen ist, da die Linie besonders für Absteckungen sofort wieder hergestellt werden kann. Ist das unmöglich, dann sind 3 oder 4 Drainröhren, die überall zu haben sind, an passenden leicht aufzufindenden Stellen, am Anfange, Ende und in der Mitte der Linie, in den Untergrund zu versenken oder wenigstens Pfähle zu schlagen. Eine Tiefe von 0,4 bis 0,5 m für die Röhren ist meist ausreichend.

In Fig. 148 liegt ein langgestrecktes Grundstück vor, das vollständig durch Grenzsteine vermarktet ist. Die Abscissenlinie wird durch die 4 Fluchtstäbe A, B, C, E sichtbar gemacht; die Stäbe A und E stecken unmittelbar vor bzw. hinter der Mitte der Steine in der Richtung der Linie.

Bestimmt man die Ordinatenfußpunkte der Grenzpunkte (2), (3), (4) usw.*) auf der Abscissenlinie in der nach Seite 22 usw. angegebenen Weise und bezeichnet die Fußpunkte durch Pfählchen mit Zufügung der Nummern der betreffenden Grenzpunkte (1'), (2'), (3')... (Fig. 148), so bleibt nur noch übrig, die Ordinatenfußpunkte in der Abscissenlinie, also die einzelnen „Abscissen“ (s. S. 18) und die Längen der Ordinaten selbst zu bestimmen.

Hierzu bereitet man schon während der Absteckung der Ordinatenfußpunkte das „Feldbuch“**) oder einen „Handriß“ vor. Auf einem Blatt starkem Schreibpapier, das man in irgend einer Weise auf ein Stück Pappe befestigt, oder das bei größeren Arbeiten in einer der vielen angepriesenen Feldbuchmappen (Fig. 149 und 150) unter einem Rahmen festgehalten und aufbewahrt wird, zeichnet man freihändig zunächst die Abscissenlinie A B C E punktiert (Fig. 148)

Fig. 149.

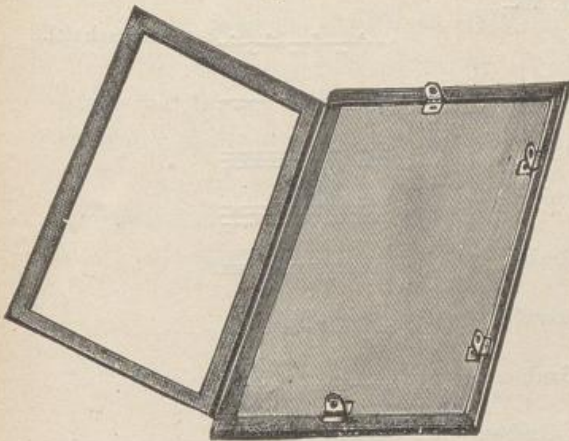
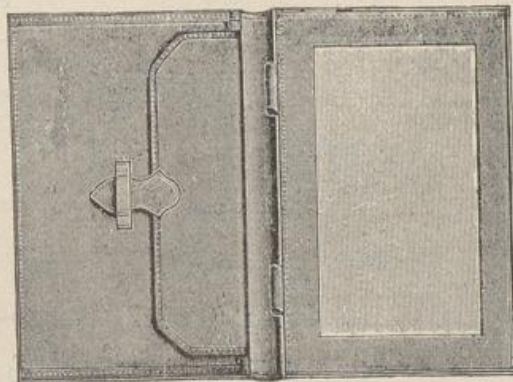


Fig. 150.



in Blei (Faber 4) oder in Tinte (Füllfederhalter) und darauf die Ordinaten nach den einzelnen Grenzpunkten (2), (3), (4) usw. in gleichfalls punktierten Linien.

Die Art der örtlichen Vermarkung der Grenzpunkte wird durch besondere Zeichen oder „Signaturen“ in dem Handrisse entsprechend der Fig. 151 kenntlich gemacht. Verbindet man die einzelnen Grenzpunkte durch gerade, voll ausgezogene Linien miteinander (Fig. 148), so ist der Handriß oder das Feldbuch fertig bis auf die Messungszahlen.

Wenn die Grenzzüge durch Hecken, Zäune, Erdwälle, schmale Gräben, Raine oder Mauern (s. a. S. 17) gebildet werden, kann man diese Verhältnisse gleichfalls durch Signaturen angeben (siehe Fig. 152). Aus der Stellung dieser

*) Die Punkte (1) und (6) liegen in der Abscissenlinie und haben die Abscissenmaße 0,00 m bzw. 85,55 m (Fig. 153), beide Ordinaten sind hier also 0,00 m.

**) Ueber Führung des „Feldbuches“ siehe auch die sehr zu empfehlende Schrift von Ziegler: Die Führung des Feldbuches, Verlag Jänecke in Hannover.

Zeichen ist auch ohne weiteres zu ersehen, auf welcher Seite des Zaunes, der Hecke usw. die eigentliche Grenze verläuft. Während die einseitige Signatur

Fig. 151.

Grenzzeichen bei oberirdischer Vermarkung. Grenzzeichen bei unterirdischer Vermarkung:

□ Grenzstein.	⊕ Grenzstein- oder Hohlziegel	} sind unter die Bodenfläche versenkt.
⊕ Grenzhügel.		
⊙ Hölzerne Grenzsäule.	⊕ Grenzpfahl	
⊙ Grenzpfahl.		
⊕ Grenzbaum.		

(Fig. 152 links) die Zugehörigkeit der Hecke usw. zu demjenigen Grundstücke angibt, auf dessen Seite das Zeichen sich befindet, lassen die an beiden Seiten (Fig. 152 rechts) angebrachten Signaturen zumeist ein gemeinschaftliches Eigentum an solchen Anlagen erkennen, deren Mitte stets die Grenze bildet.

Fig. 152.

einseitig		Hecke		gemeinschaftl.
„		Zaun		„
„		Erdwall		„
„		Bewachsener Erdwall		„
„		Schmaler Graben		„
„		Hecke mit Graben		„
„		Zaun mit Graben		„
„		Erdwall mit Graben		„
„		Bewachsener Erdwall m. Graben		„
„		Rain		„
„		Mauer		„

Die für die Flächenaufnahmen noch fehlenden Längenmessungen werden zunächst in der Abscissenlinie vorgenommen. Man beginnt am Grenzstein (1) der Fig. 153, nicht etwa beim Fluchtstabe A, liest an jedem Pfälchen der Ordinatenfußpunkte, zuerst für (2'), das Längenmaß, die Abscisse, ab und verfolgt die Linie bis zum Grenzstein (6), an welchem schließlich das Endmaß, hier 85,55, ermittelt wird. Die Abscissenmaße werden fortlaufend nach Fig. 153 in den Handriß eingetragen, das Endmaß (bei 6) wird doppelt unterstrichen.

Hierauf erfolgt die Messung der Ordinaten zwischen Grenzpunkt und Fußpunkt, den Nummern folgend, von (5) bis (2) links und rechts der Abscissenlinie. Das Einschreiben der Maße im Handriß geschieht zweckmäßig in der in

Fig. 153 angegebenen Weise; damit ist die eigentliche Aufnahme der Fläche vollendet.

In der Regel wird noch der Abstand von Grenzpunkt zu Grenzpunkt (1) (2), (2) (3) . . . , das „Kontrollmaß“, gemessen, um eine oft ausreichende Probe für die Richtigkeit der Aufnahme zu gewinnen. Da aus der Koordinatenmethode rechtwinklige Dreiecke mit dem Grenzpunktabstande als Hypotenuse abgeleitet werden können, wird nach dem Pythagoräischen Lehrsatz aus den gegebenen Abscissen- und Ordinatenunterschieden die Hypotenuse berechnet und dem gemessenen Maße gegenübergestellt, das mit dem berechneten innerhalb der auf Seite 49 angegebene Fehlergrenze übereinstimmen muß. Beispielsweise erhält man aus dem Dreiecke: (1) (2) Fußpunkt von (2) den Abstand (1) (2) zu $\sqrt{8,75^2 + 19,50^2} = 21,37$ m.

Gemessen ist: (1) (2) zu 21,40 m.

Die Differenz beträgt $21,40 - 21,37 = 0,03$, erlaubt ist in der Geländeklasse II nach der Tabelle unter Nr. II des Anhanges eine Abweichung von 0,11 m.

Für die Kontrolle der Grenzpunkte (2) und (3) berechnet man:

Die Strecke (2) (3) = $\sqrt{29,85^2 + 1,75^2}$, wo 29,85 den Abscissenunterschied $38,60 - 8,75$ und 1,75 den Ordinatenunterschied $19,50 - 17,75$ darstellt,

$$= 29,90 \text{ m}$$

Gemessen: 29,90 m

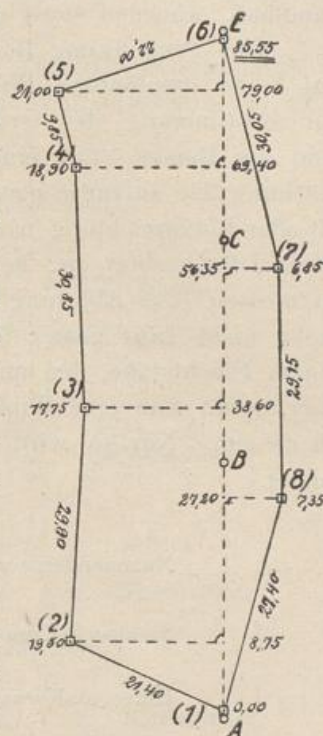
Unterschied: 0,00 m, erlaubt ist in der Geländeklasse II: 0,14 m.

Bei der Aufnahme von Gebäuden und von anderen Bauwerken werden häufig den aufstehenden Mauern entlang Linien gelegt und diese durch das „Fluchtzeichen“ (einen kleinen Pfeil) kenntlich gemacht siehe z. B. (Fig. 289) und Tafel IV und VI.

Zur Ableseschärfe der Längenmaße sei bemerkt, daß es im allgemeinen genügt, die Maße auf halbe Dezimeter abzurunden, also z. B. 120,10 oder 151,35 abzulesen. Bei der Aufnahme von Kulturgrenzen (s. S. 75 und Fig. 168) und bei der Bestimmung der Punktlage bei Höhenaufnahmen (Teil II des Werkes) ist die Angabe des vollen Dezimeters (153,1) vollständig ausreichend, dagegen wird bei Messungen in Ortschaften, wo die Grenzpunkte scharf durch Hausecken, durch Grenzsteine mit ausgemeißeltem Kreuz oder dergl. gegeben sind, auch das Zentimeter abgelesen und im Handriß geführt. Für Tracierungsarbeiten kann neben dem cm schließlich auch das mm erforderlich werden (Teil II des Werkes).

Nach der obigen Beschreibung (s. S. 62) wurde die Absteckung der Ordinatenfußpunkte und die Längenbestimmung der Ordinaten getrennt vorgenommen.



















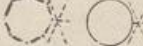

Fig. 153.



Bei hinreichender Uebung können beide Arbeiten ohne vorherige besondere Bezeichnung der Fußpunkte (S. 61) mit der Messung der Abscissenlinie verbunden werden, doch sind hierzu noch ein paar Meßblatten erforderlich oder ein Rollbandmaß, während sonst das Meßband oder ein Paar Latten allein ausreichen.

Die gemeinsame Benutzung von Stahlband und Meßblatten wurde bereits auf S. 48 empfohlen. Wird das Band in der Abscissenlinie geführt, so kann zur Bestimmung der Ordinatenfußpunkte von einem dritten Gehilfen (zwei sind am Bande) statt eines Fluchtstabes eine der beiden Latten zur Sichtbarmachung der aufzumessenden Grenzpunkte auf die Mitte dieser lotrecht (Fadenlot oder Lotvorrichtung nach S. 19) gehalten werden, um von hier aus nach dem Winkel-Beobachter zu, der am Meßbande die Abscisse bestimmt, die Ordinate zu messen. Die Ablesung des Ordinatenmaßes erfolgt zweckmäßig nicht an dem meist nicht ganz genau in der Abscissenlinie liegenden Meßbande, sondern an einem Fluchtstabe, den man in der Abscissenrichtung einfluchtet (s. S. 19), oder aber, wenn man eine Winkeltrommel oder ein Prisma an einem Stabe gebraucht, an diesem. Nur so wird eine sichere Bestimmung der Ordinatenlänge gewährleistet.

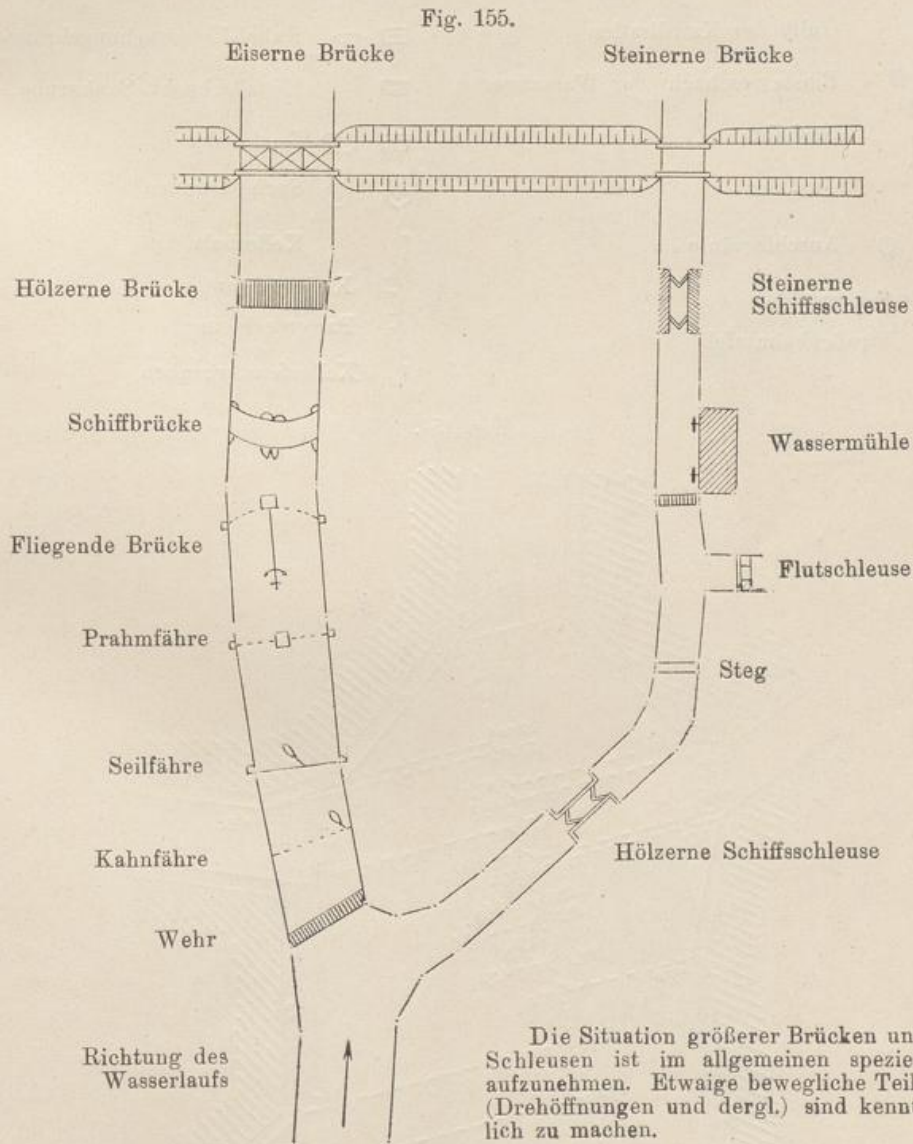
Fig. 154.

	Nummersteine an Chausseen		Pumpe
	Steinernes Kreuz od. Heiligenbild		Brunnen
	Hölzernes Kreuz od. Heiligenbild		Landbake (Schiffahrtszeichen)
	Warnungstafel		Ausgezeichnete Bäume
	Wegweiser		Gangbare Schächte
	Optische Telegraphen		Verlassene Schächte (Pingen)
	Stangen für elektr. Telegraphen		Bohrlöcher
	Barrieren		Stollen
	Straßenlaternen		Lochsteine (Oberirdische Steine zur Abgrenzung der Grubenfelder)
	Holländer-Windmühle (die Grundfläche der Holländer-Windmühle ist genau aufzunehmen und maßstäblich in die Karte einzutragen)		
	Bock-Windmühle		

Neben den früher (Fig. 151 und 152) aufgeführten Grenzzeichen, die den „Bestimmungen über die Anwendung gleichmäßiger Signaturen für topographische und geometrische Karten, Pläne und Risse“ des Zentraldirektoriums der Vermessungen im Preußischen Staate, Verlag R. v. Decker, Berlin, entsprechen, sind noch verschiedene Signaturen für häufig

wiederkehrende topographische Gegenstände üblich, die gleichfalls den obigen Bestimmungen entstammen und in der Fig. 154 und 155 dargestellt sind. Weiter sind bei Stadtvermessungen Signaturen städtischer Anlagen im Gebrauch, von denen die wesentlichen in der Fig. 156 abgebildet sind.

Besondere Bezeichnungen liegen schließlich für eisenbahntechnische Bauanlagen vor in den „Vorschriften für das Vermessungswesen im Be-



reiche der Preußisch-Hessischen Eisenbahngemeinschaft“ (gültig vom 1. Januar 1913), gedruckt in Berlin bei Julius Sittenfeld, Hofbuchdrucker; auf diese sei im Bedarfsfalle verwiesen.

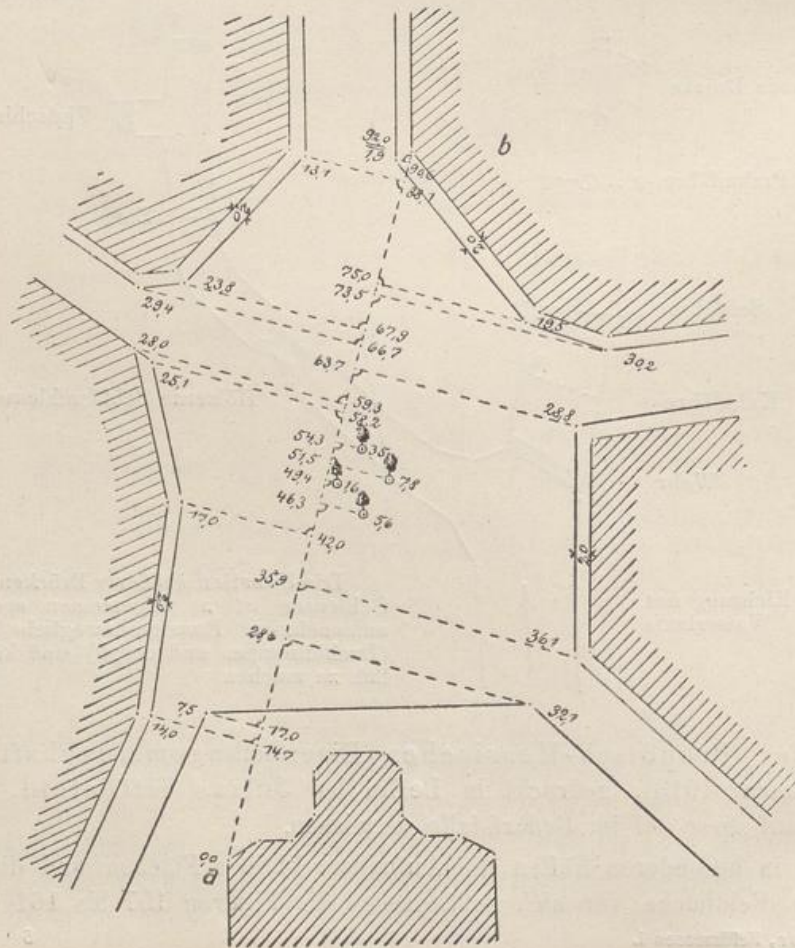
Wie in besonderen Fällen die Aufnahme kleiner Flächen und die Niederschrift im Feldbuche vor sich geht, lassen die Figuren 157 bis 161 erkennen.

Der in Figur 157 dargestellte freie Platz soll eine gärtnerische Anlage erhalten. Ein hierzu geforderter Lageplan mit dem Bürgersteig als Begrenzung

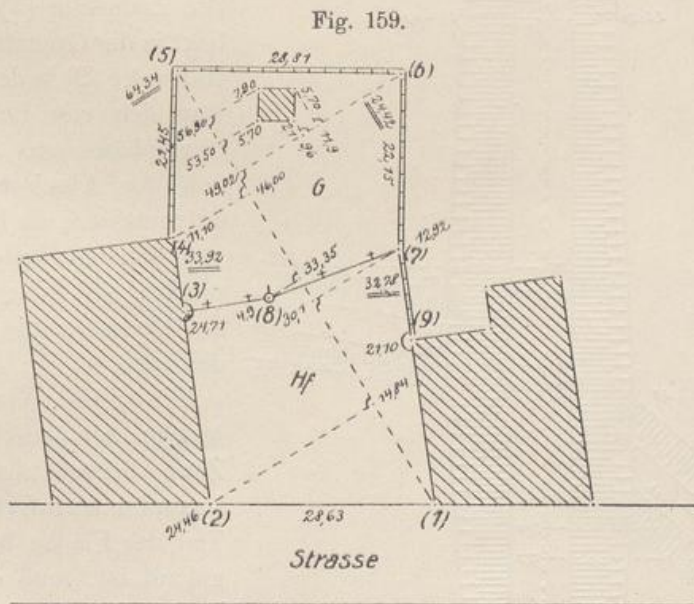
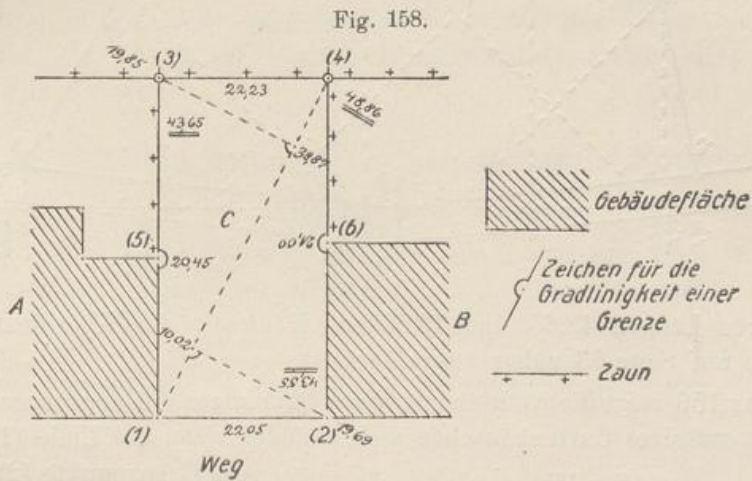
Fig. 156.

- | | |
|--------------------------------------|--|
| ⊞ ⊙ ⊞ Hydranten der Wasserwerke | ⊞ ⊞ Träger der Leitungen für elektr. Kraft |
| ♂ Schieberhahn der Wasserwerke | ⊞ ⊞ Elektrische Laterne |
| ⊞ Gully der Kanalisation | ⊞ ⊞ Kabel-Untersuchungsbrunnen |
| ⊞ ⊞ Einsteigeschacht der Wasserwerke | ⊞ ⊞ Einfallschacht, Senkgrube |
| ⊙ Gashahn | ⊞ ⊞ Denkmäler |
| ⊙ Gashahn | ⊞ ⊞ Springbrunnen |
| ⊞ ⊞ Anschlagsäule | ⊞ Kellerhals |
| ⊞ ⊞ Feuermelder | ⊞ Kellereingang |
| ⊞ ⊞ Straßenbahntafel | ⊞ Parterreeingang |
| | ⊞ Kellerfenstergruben |

Fig. 157.



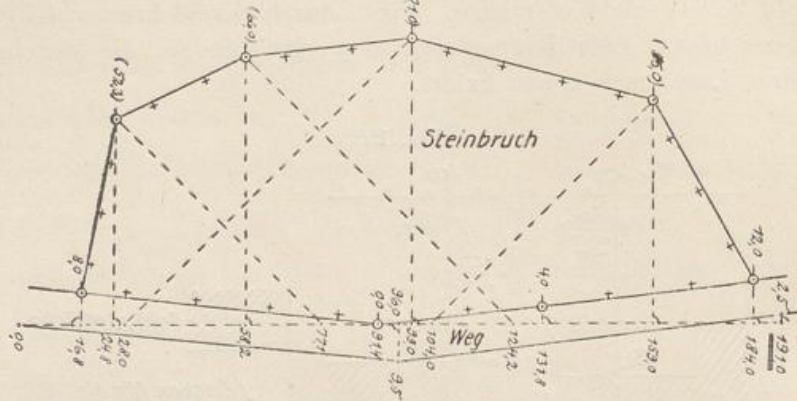
des Platzes wird durch die einfache Koordinatenaufnahme erhalten. Die Abscissenlinie geht von der Turmecke a aus und endet in der Hausecke b. Die Brechpunkte der Bordsteine geben die Gestalt des Platzes genau wieder. Da der Platz gepflastert ist, werden die Ordinatenfußpunkte, falls auf ihre Kenntlichmachung (s. S. 64) nicht verzichtet wird, durch Kreidekreuze (+) auf dem Pflaster bezeichnet. Eine Baumgruppe von vier Linden, die bestehen bleiben soll, ist ihrer Lage nach genau fixiert.



Figur 158. Zwecks Errichtung eines Wohnhauses zwischen den Gebäuden A und B ist die Aufmessung des Grundstückes C erforderlich. Die Abscissenlinie verläuft über die Grenzpunkte (1) und (4), über eine Hausecke und einen Zaunpfahl. Nach Koordinaten aufzunehmen sind nur die Hausecke (2) und der Zaunpfahl (3). Die Gebäudeecken (5) und (6) liegen in der Grenzlinie (1)(3).

bezw. (2) (4), was durch das Zeichen der Geradlinigkeit (s. Fig. 158) angegeben wird. Ihre Lage wird durch die Messung der Strecken (1) (3) und (4) (2) er-

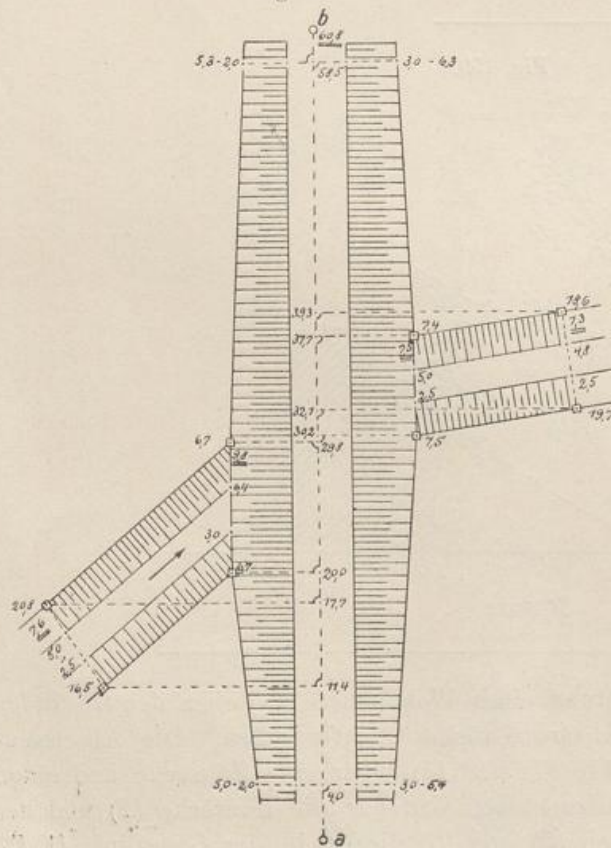
Fig. 160.



halten, deren Längen 43,65 und 43,55 zur Kontrolle der Koordinatenaufnahme dienen, wie auf Seite 63 näher ausgeführt ist.

Figur 159 zeigt die Aufmessung eines Bauplatzes mit angrenzendem Garten, in dem ein massives Gartenhäuschen sich befindet. Von der Linie (1) (5) werden die Grenzpunkte (2), (4) bis (8) nach Koordinaten aufgenommen.

Fig. 161.



Die Zaunecke (3) des Gartens liegt in der Grenzlinie (2) (4), die Hausecke (9) in der Linie (1) (7). Von den vier Eckpunkten des Gartenhäuschens werden zwei von der Abscissenlinie (1) (5) aufgemessen, die beiden anderen von der Ordinate des Grenzpunktes (6), die hier zugleich als Abscissenlinie niederen Grades gilt.

Figur 160. Von einem Steinbruche, der örtlich durch einen Zaun begrenzt wird, ist ein Lageplan anzufertigen. Da ein Teil der Fläche bereits tief abgebaut ist, muß die Abscissenlinie auf dem vorbeiführenden Wege abgesteckt werden. Eine Messung der Ordinaten ist nur für einige Grenzpunkte möglich, die anderen werden indirekt mit Hilfe einer Winkel-

trommel ermittelt (s. S. 57). Die Längen der letzteren Ordinaten sind vielfach größer als 50 m (s. S. 30), doch reicht die hier erzielte Genauigkeit der Ordinatenfußpunkte für den gewünschten Zweck der Arbeit vollständig aus.

Figur 161. An Stelle eines Röhrendurchlasses, der die ihm zugeführten größeren Wassermengen nicht mehr fassen kann, soll eine Eisenbetonbrücke mit seitlichen Flügeln gebaut werden. Die Baustelle ist in einem Lageplan darzustellen. Die Abscissenlinie wird in die Mitte des Weges gelegt und durch die in den Boden getriebenen Pfähle *a* und *b* vermarktet. Die Aufmessung erstreckt sich auf einige Grenzsteine, weiter auf die Fahrbahnkronen des Weges und die Sohle des Bachlaufes. (Ueber die erforderliche Höhenaufnahme siehe Teil II des Werkes über „Höhenmessung“).

II. Aufnahme mit Hilfe mehrerer zueinander durch Koordinaten festgelegter Linien.

Es ist schon früher (S. 60) gesagt worden, daß man bei der Aufnahme von langgestreckten, nicht über 80 und 100 m breiten Grundstücken nur eine

Fig. 162.

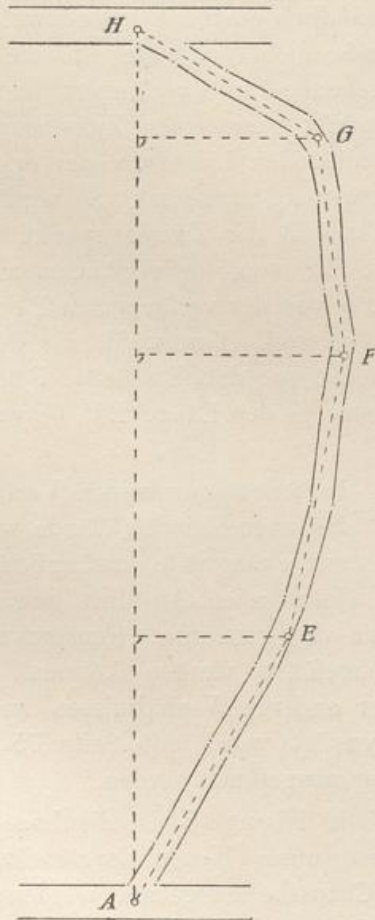


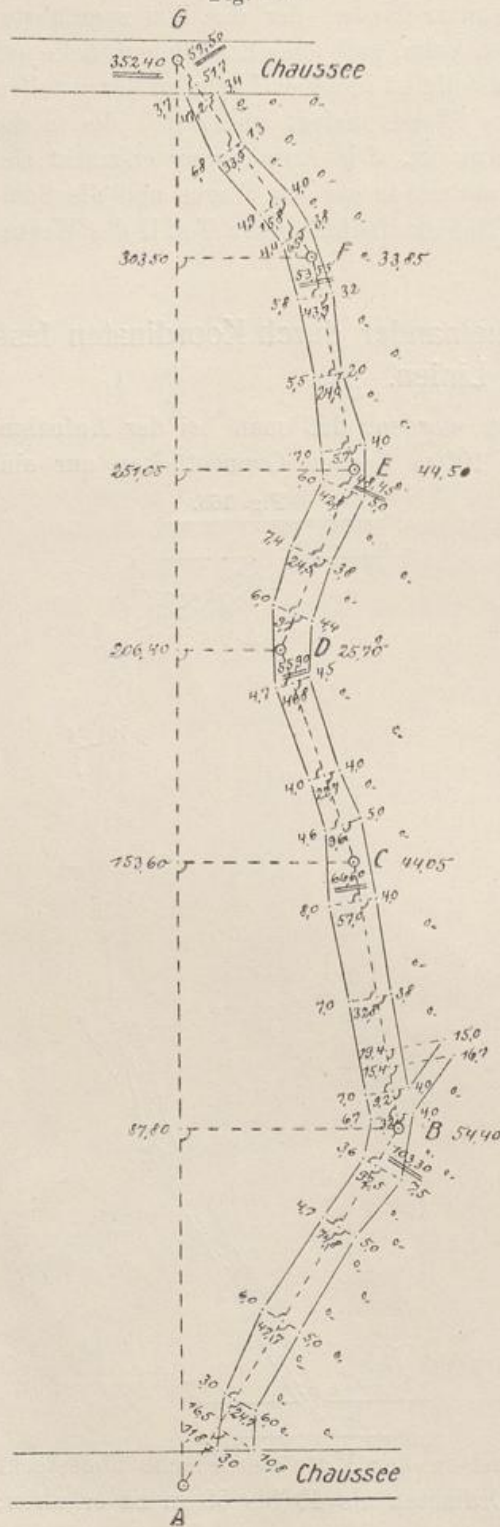
Fig. 163.



einzigste Abscissenlinie wählt, die möglichst in der Mitte der Fläche abgesteckt wird, um im allgemeinen nicht längere Ordinaten als 40 bis 50 m zu erhalten;

vereinzelte längere Ordinaten müssen mit besonderer Vorsicht abgesteckt werden. Für kleinere Flächen wird dieses Verfahren die Regel bilden.

Fig. 164.



1. Bei der Aufmessung sehr langer stark gekrümmter Wege, Wasserläufe oder Dammanlagen wird man oft, den Krümmungen folgend, eine gebrochene Abscissenlinie, z. B. A-E-F-G-H der Figur 162 vorsehen.

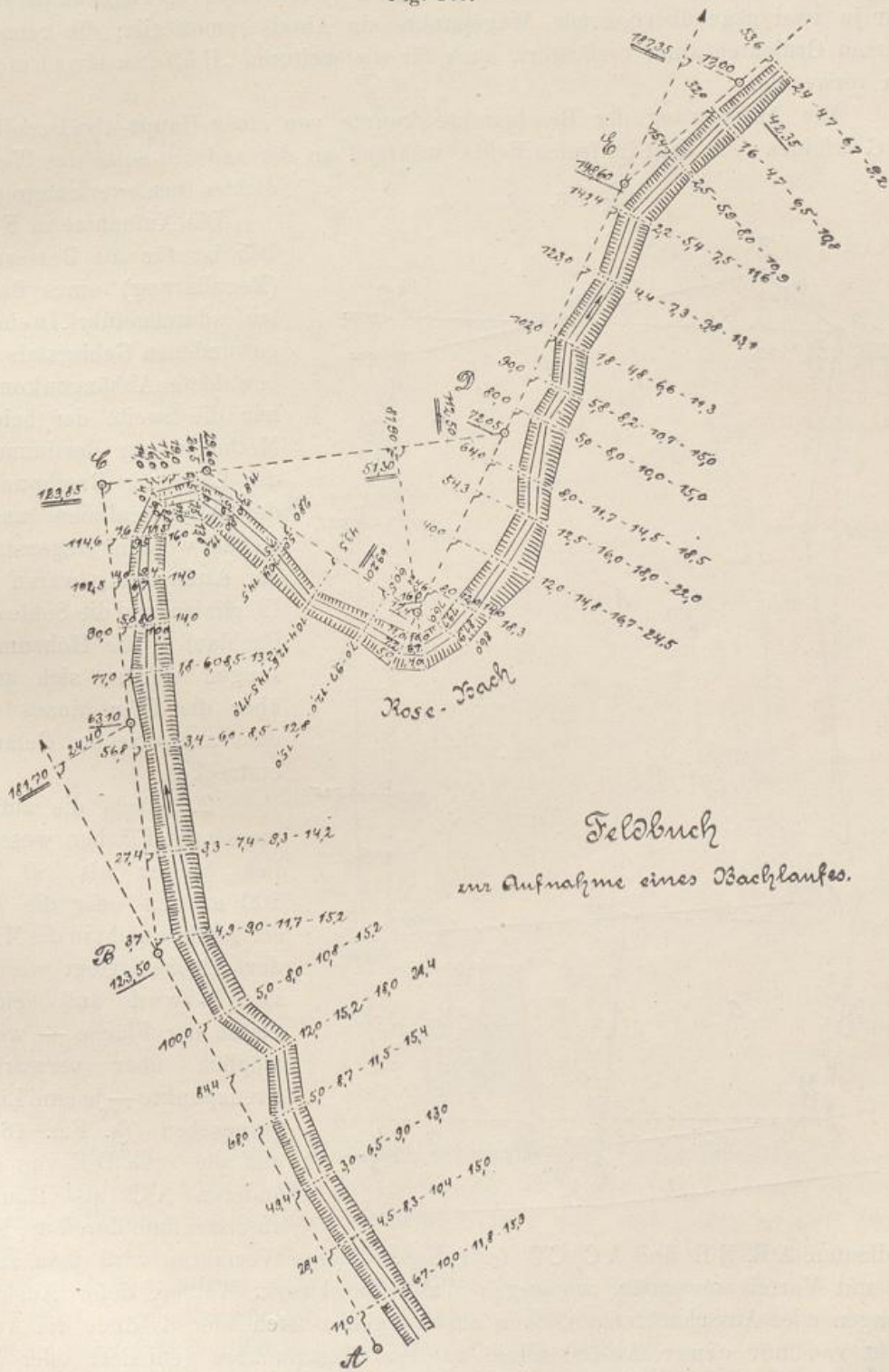
Der Zusammenhang der so entstehenden einzelnen Abscissenlinien A E, E F usw., der zur Herstellung des Lageplanes (s. S. 129 usw.) bekannt sein muß, wird dadurch bestimmt, daß entweder die Brechpunkte E, F, G von einer Haupt-Abscissenlinie, A H der Fig. 162, nach Koordinaten ermittelt werden, oder daß man, wenn dies zu umständlich oder aus irgend welchem Grunde nicht angängig ist, die vorhergehende Linie verlängert und den Endpunkt oder einen Zwischenpunkt der folgenden Linie von der ersteren rechtwinklig aufnimmt. So wird z. B. in Fig. 163 der Zwischenpunkt a der Linie E F von der verlängerten A E, dann b von der verlängerten E F usw. aufgemessen. Man wählt die Punkte a, b . . . so, daß Ea bzw. Fb mindestens $\frac{1}{3}$ der Länge E F bzw. F G ist.

In jedem der beiden Verfahren muß das angrenzende Gelände wenigstens auf einer Seite zugänglich sein und einen freien Ausblick gewähren, damit die genannten Konstruktionen durchgeführt werden können. Wie unter anderen Verhältnissen zu verfahren ist, wird auf Seite 75 usw. näher ausgeführt werden.

In Figur 164 ist die Lage-Aufnahme eines Weges dargestellt, der als Chaussee ausgebaut werden soll. Ueber die Feststellung der Höhenverhältnisse der vorhandenen Wege-

anlage und der seitlichen Grundstücke ist im Teile II des „Feldmessens“ das Erforderliche zu finden.

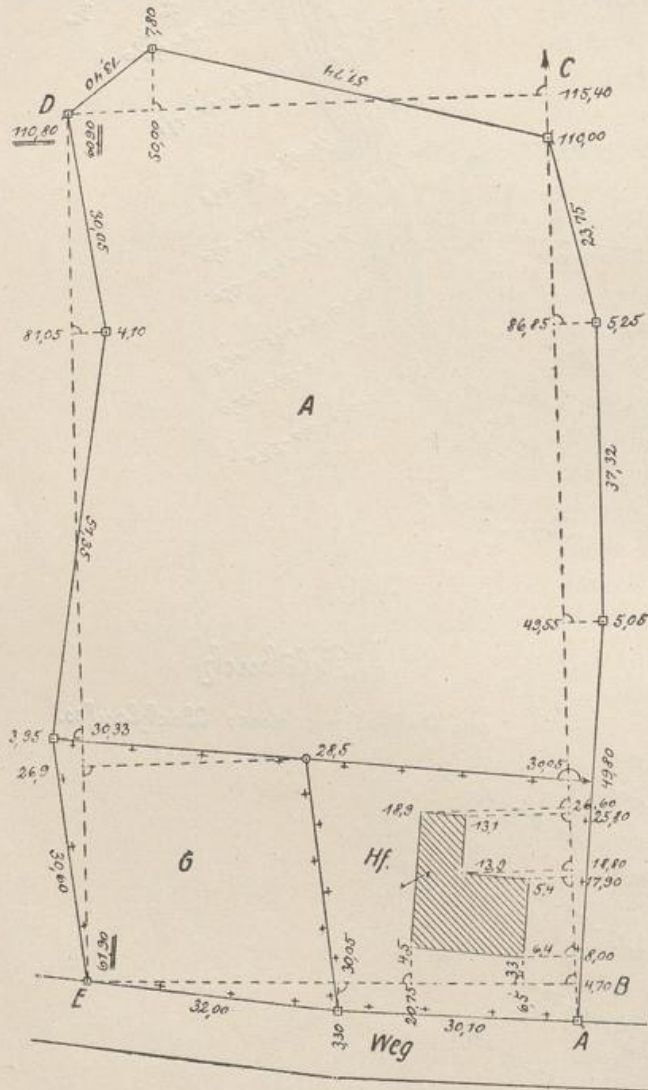
Fig. 165.



Die einzelnen Abscissenlinien A B, B C sind in den Weg gelegt und wegen der Absteckungen beim Ausbaue des Weges in den Brechpunkten durch Pfähle vermarkt worden. Die aufzumessenden Punkte sind so ausgewählt, daß für je zwei gegenüberliegende Wegpunkte ein Abscissenmaß gilt; die gemeinsamen Ordinaten sind, verlängert, auch für die weiteren „Höhenaufnahmen“ zu verwenden.

Die Aufmessung der Brechpunkte konnte von einer Haupt-Abscissenlinie A G erfolgen; sie liegt im freien Felde, während an der anderen Seite des Weges dichtes Buschwerk angrenzt.

Fig. 166.



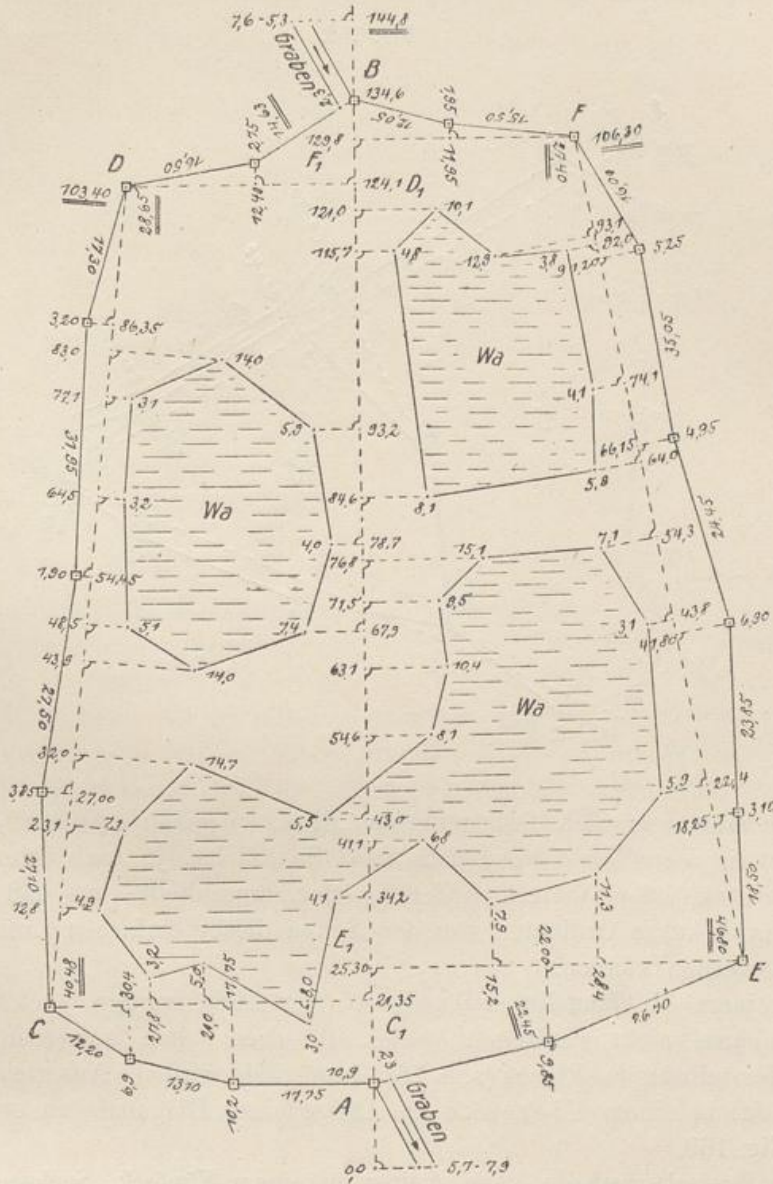
ordinaten A B, B E und A C, C D festgelegt. Dieses Verfahren wird man auch da mit Vorteil anwenden, wo wegen Wald, Buschwerk, Wasser, tiefer Auskolkungen oder Ausschachtungen, dann auch wegen aufstehender Gebäude die Aussicht von nur einer Abscissenlinie zu den Grenzpunkten gehindert oder die unmittelbare Messung der Ordinaten unmöglich gemacht wird.

Die Aufnahme in Fig. 165 ist für die Besserung (Regulierung) eines Bachlaufes durchgeführt. In einem gewundenen Gebirgstale mit bewaldeten Abhängen konnte nur die zweite der beiden Methoden zur Bestimmung der Lage der Brechpunkte der Abscissenlinien angewendet werden. Gegenstand der Aufmessung waren die Uferlinien und die Sohle des Bachlaufes; die Höhenmessungen würden sich auch über die Ufer hinaus auf das angrenzende Gelände erstrecken.

2. Sobald die aufzumessenden Flächen wesentlich breiter als 80 bis 100 m sind oder die Abscissenlinie nicht in die Mitte der Fläche gelegt werden kann, wird auf beiden Seiten der Fläche — wenn möglich über vermarkte Grenzpunkte — je eine Linie vorgesehen (s. Fig. 166), und die eine D E von der anderen A C als Hauptabscissenlinie durch die Ko-

Ein einfaches Beispiel dieser Methode ist die Aufmessung des Grundstückes nach Fig. 166, auf welchem eine Gärtnerei mit mehreren Treibhäusern errichtet werden soll.

Fig. 167.



In gleicher Weise ist die Gestalt eines zu einer Fischzuchtanlage passenden ziemlich eben verlaufenden Geländeabschnittes (s. Fig. 167) bestimmt worden, in dem sich einige mit Wasser gefüllte Gruben von verschieden großer Ausdehnung, jedoch von fast gleicher Tiefe (0,5 bis 0,6 m) befinden. Hier wurde eine Erweiterung der Abscissenlinie insofern vorgenommen, als in der Mitte eine Hauptabscissenlinie AB und an beiden Seiten des Grundstückes die beiden Linien CD und EF angeordnet wurden, deren Endpunkte auf die Hauptlinie AB durch Koordinaten bezogen sind.

lässige Fehleranhäufung entsteht. Aus diesem Grunde ist es sehr zu empfehlen, die Dreiecksseiten zweimal zu messen und die Ergebnisse zu mitteln. Die zulässigen Abweichungen zwischen den beiden Messungen sind, je nach der zu fordernden Genauigkeit, den Fehlergrenzen auf S. 49 zu entnehmen.

Liegen auch innerhalb der aufzunehmenden Flächen Eigentums-
grenzen (s. S. 9) oder Kulturgrenzen
(Acker, Wiese, Weide, Wald, Garten,
Aussachtungen usw.) oder Gebäude,
so sind in den einzelnen Dreiecken,
so weit es nötig erscheint, weitere
Messungslinien zu legen, die man in
die nächstliegenden Dreiecksseiten
„einbindet“, z. B. A a in B C und a b
in A B der Tafel I, oder auch weiter in
solche bereits festliegende Linien, siehe
c e, wo c zwischen b a eingerichtet wird
und e in der ebenfalls schon festge-
legten Linie A a einzubinden ist.

Eine Unterscheidung der ur-
sprünglichen Dreiecksseiten gegenüber
den weiteren Messungslinien etwa durch
stärkere Auszeichnung der Linienstriche

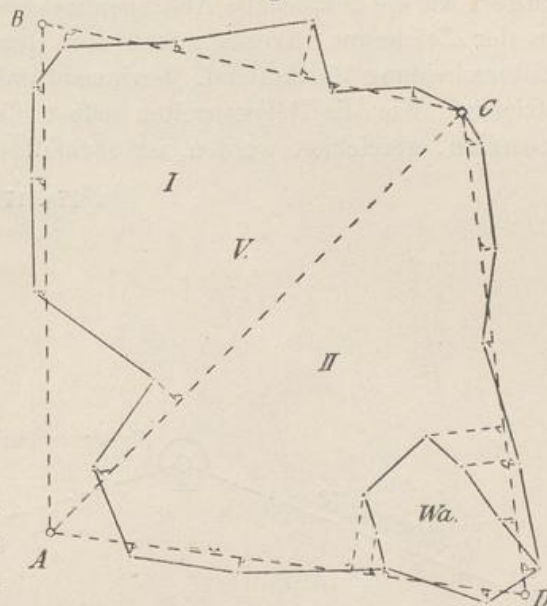
ist nicht erforderlich. Es ist selbstverständlich, daß die Linien niederen Grades nur durch Einmessung in den übergeordneten Messungslinien festgelegt werden können, siehe die „Einbindepunkte“ a und b mit den Maßen 80,45 bzw. 213,60. Letztere werden gewöhnlich einmal unterstrichen, im Gegensatz zum Endmaße einer Linie, das, wie bereits Seite 62 gesagt, doppelt unterstrichen wird.

Die in der Tafel I aufgemessenen Ländereien in einer Größe von 13 ha 92 a 80 qm sollen mit Ausnahme des Hofraumes (Hf) und des Gartens (G) in Parzellen von etwa 1 bis 3 Morgen (0,25 bis 0,75 ha) eingeteilt und verpachtet werden. Außerdem sind an der Chaussee Bauplätze in einer Größe von rd. 15 a vorzusehen und die neuen Grundstücke durch einige Wege aufzuschließen. Ueber die Herstellung von Plänen, über die Flächenberechnung und die Teilung ist das Nähere in den späteren Abschnitten zu finden.

III. Polygonaufnahmen.

Die in den Figuren 162 bis 165 dargestellte Festlegung der Knickpunkte einer gebrochenen Abseissenlinie läßt sich der örtlichen Verhältnisse wegen oft überhaupt nicht, oder doch nur mit großen Schwierigkeiten durchführen. Dies gilt besonders in geschlossenen Ortschaften und in bewaldetem Gelände, wo meist durch die früher (s. S. 70) angegebene Konstruktion die Lage dieser Knick- oder „Polygonpunkte“ nicht mit der erforderlichen Schärfe bestimmt werden kann. Zur Herstellung des Lageplanes werden in derartigen Fällen die Winkel

Fig. 169.

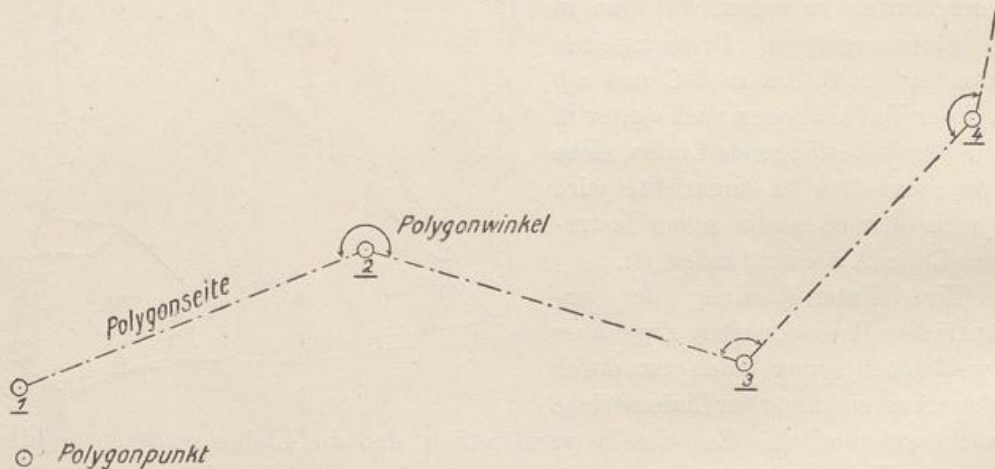


gemessen, die von den benachbarten Abscissenlinien, den „Polygonseiten“, gebildet und Brechungs- oder „Polygonwinkel“ genannt werden.

1. Offene Polygonzüge.

In Fig. 170 sind die obigen Bezeichnungen an einem „offenen Polygonzuge“, wie die gebrochene Abscissenlinie heißt, angeschrieben. Die Polygonpunkte, in der Zeichnung Kreise mit 2 mm Durchmesser, werden zur gegenseitigen Unterscheidung fortlaufend, beginnend mit 1, numeriert und einmal unterstrichen. Wie die Polygonseiten selbst, deren Längen bis 300 m betragen können, gezeichnet werden, ist ebenfalls aus der Fig. 170 zu ersehen.

Fig. 170.



Die Lage der einzelnen Polygonpunkte wird durch die Oertlichkeit vorgeschrieben, indem einmal die Polygonseiten möglichst nahe an die aufzumessenden Grenzpunkte gelegt und weiter so ausgewählt werden, daß ihre Messung, mit Meßband oder Meßlatte, wie auch die Beobachtung der Winkel selbst (s. S. 109 u. 118) ohne Behinderung vorgenommen werden kann. Möglichst zu vermeiden sind stark wechselnde Längen der Polygonseiten, d. h. es ist durchweg ein gleichmäßiger Abstand der Polygonpunkte anzustreben.

In welcher Weise die Polygonpunkte örtlich vermarktet werden, ist auf Seite 12 usw. nachzulesen. Neben den genannten Mitteln — Kreuz (+) auf Pflaster oder Bordstein, Gasrohr in Beton ohne oder mit Sicherung (Fig. 31), Tonrohre, Drainrohre — werden oft die einfachen Grenzsteine mit Kreuzmal (Fig. 14) und, vorübergehenden Zwecken dienend, Pfähle mit Lochbohrung (Fig. 27) oder Nagel zur Verwendung kommen.

Bei der Aufnahme der Grenzpunkte wird jede Polygonseite als Abscissenlinie angesehen, wie z. B. aus der Fig. 171 zu entnehmen ist. Die Längen der Polygonseiten werden in der Regel durch nochmalige Messung, und zwar in der entgegengesetzten Richtung, geprüft.

Die Figur 171 stellt die teilweise Aufmessung einer Chaussee mit Seitenrampen dar. Die Polygonpunkte sind durch lotrecht gestellte Drainröhren 0,4 m tief unter der Bodenoberfläche vermarktet worden. Von den Polygonseiten

sind auch die Kilometer-Steine in dem Feldbuche (km 0,0 usw.) aufgenommen worden. Neben der Ermittlung des Maßes der Polygonseite $\odot 1$ bis $\odot 2$ zu 127,92 m bei der Koordinatenaufnahme selbst erfolgte eine nochmalige Messung der Länge in der Richtung $\odot 2$ bis $\odot 1$ und zwar zu 128,02 m. Eine übersichtliche Zusammenstellung der Längen der Polygonseiten und deren Mittelung wird am besten im Winkelbuche (s. S. 84) vorgenommen. Die Endmaße — siehe auch bei den anderen Polygonseiten — werden gewöhnlich auf gerade Zentimeter, also 0, 2, 4, 6, 8 abgelesen, damit das Mittel in vollen cm angegeben werden kann.

Die Messung der Polygonwinkel geschieht mit Instrumenten für die Bestimmung beliebig großer Winkel, und zwar mit einem „Theodolit“ oder weniger genau mit einer einfachen „Winkeltrummel“, zu denen als weiteres Hilfsmittel die „Bussolen“ zu rechnen sind. Ueber die Konstruktion und den Gebrauch der genannten Winkelmesser ist das Nähere auf Seite 81 usw. auseinandergesetzt.

2. Geschlossene Polygonzüge.

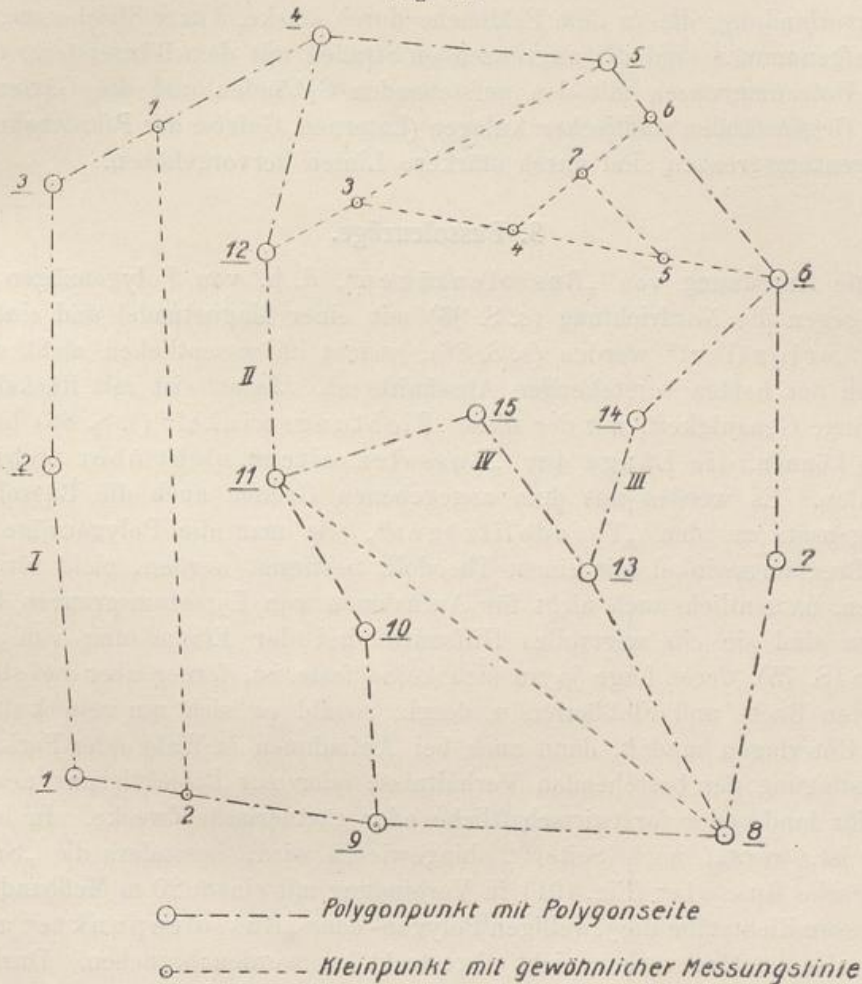
Im Gegensatz zu den offenen Polygonzügen, die als eine gebrochene Abscissenlinie anzusehen sind, stehen die „geschlossenen Polygone“ oder Vielecke, die mit ihren Seiten, den Polygonseiten, die zu vermessende Fläche umschließen und wie die offenen Züge angeordnet, vermarktet und gemessen werden. Auch hier dienen die Polygonseiten zur unmittelbaren Aufmessung der Grenzpunkte, wozu erforderlichenfalls im Innern der Fläche noch weitere Polygonzüge hinzutreten, anfangend und abschließend auf den Polygonpunkten des Umringes oder auf anderen im Innern bereits festliegenden Polygonpunkten.

In dem geschlossenen Polygonzuge I mit den Polygonpunkten $\odot 1$ bis $\odot 9$ der Fig. 172 liegen beispielsweise die Züge II und III zwischen den Polygonpunkten des Umringes, während der Zug IV an die so bestimmten Züge II und III anschließt. Wo in solchen Fällen einfache gerade Messungslinien selbst in größerer Länge ausreichen, sind diese von Polygonpunkt zu Polygonpunkt zu führen, z. B. von $\odot 8$ nach $\odot 11$ der Fig. 172, oder nach „Einbindepunkten“ (s. S. 75) der Polygonseiten, nach sogen. „Kleinpunkten“, z. B. von 1 nach 2 der Linie zwischen $\odot 3$ bis $\odot 4$ bzw. $\odot 1$ bis $\odot 9$, oder nach solchen in anderen Geraden, z. B. von 5 nach 7 usw. Die Auszeichnung der einfachen gewöhnlichen Messungslinien erfolgt im Feldbuch, wie auch später im Lageplan (s. S. 160), wenn dort nicht etwa ganz darauf verzichtet wird, im Gegensatz zu den Polygonseiten durch kurze Striche (s. Fig. 172). Die Signatur eines „Kleinpunktes“ ist ein Kreis mit 1,0 mm Durchmesser.

Eine Aufnahme im obigen Sinne wird in der **Tafel II** angegeben. Es besteht wegen eines Erweiterungsbaues die Aufgabe, den Lageplan einer Ringofenziegelei samt dem Anwesen des Verwalters und den Arbeiterhäusern anzufertigen. Wie die Aufmessung im einzelnen — über Winkelbeobachtung siehe Seite 122 — vorgenommen wurde, ist der **Tafel II** zu entnehmen. Die Polygonpunkte sind durch Drainröhren, die von der Ziegelei hergestellt werden, 40 cm tief (siehe Fig. 48) vermarktet worden; die „Kleinpunkte“ 1, 2, 3 waren durch kurze Pfähle nur für die Zeit der Messung bezeichnet. Neben den Kontrollmaßen (s. S. 63)

von Grenzstein zu Grenzstein sind auch einige Maße an den Gebäuden ermittelt worden, was aber im allgemeinen, wenn die Gebäude keine Eigentums-
grenzen bilden, nicht erforderlich ist.

Fig. 172.



Eine zweite größere Polygonaufnahme zeigt die **Tafel III**.

Für den Wettbewerb zum Entwerfe eines Theaterneubaues ist ein Situationsplan des zur Verfügung gestellten Geländes anzufertigen. Gegenstand der Aufmessung ist das Grundstück ABCD, die benachbarten Besitzungen, die angrenzenden Straßen, die Geleise der vorüberführenden elektrischen Straßenbahn und die dem neuen Theaterplatze gegenüberliegenden Schmuckanlagen. Die Messung im einzelnen ist nach der Tafel III zu verfolgen.

Das „geschlossene Polygon“, dessen Brechpunkte teilweise durch Kreuzmarken auf Bordsteinen, teilweise durch einfache zwischen den Pflasterfugen in den Boden getriebene Gasrohre vermarktet wurden, ist, wie das Polygon in Tafel II, nach „Astronomisch-Nord“ (S. 86) orientiert worden. Die „Kleinpunkte“ wurden ausschließlich durch Kreuzmarken auf den Steinen der Pflasterung

kennlich gemacht. — Ueber die Herstellung der Pläne für die beiden Aufnahmen wird später das Weitere bekannt gegeben.

Ein drittes Beispiel eines „geschlossenen Polygonzuges“, siehe **Tafel IV**, zeigt die Aufmessung eines städtischen Häuser-Blockes zwecks Anlage einer neuen Straßenverbindung, die in dem Feldbuche durch starke, kurze Striche angedeutet ist. Aufgenommen sind die angrenzenden Straßen mit dem Bürgersteig, die einzelnen Hofraumgrenzen mit den aufstehenden Gebäuden und die Gärten nebst einigen Gegenständen städtischer Anlagen (Laternen, Geleise der Pferdebahn usw.). Die Eigentumsgrenzen sind durch stärkere Linien hervorgehoben.

3. Bussolenzüge.

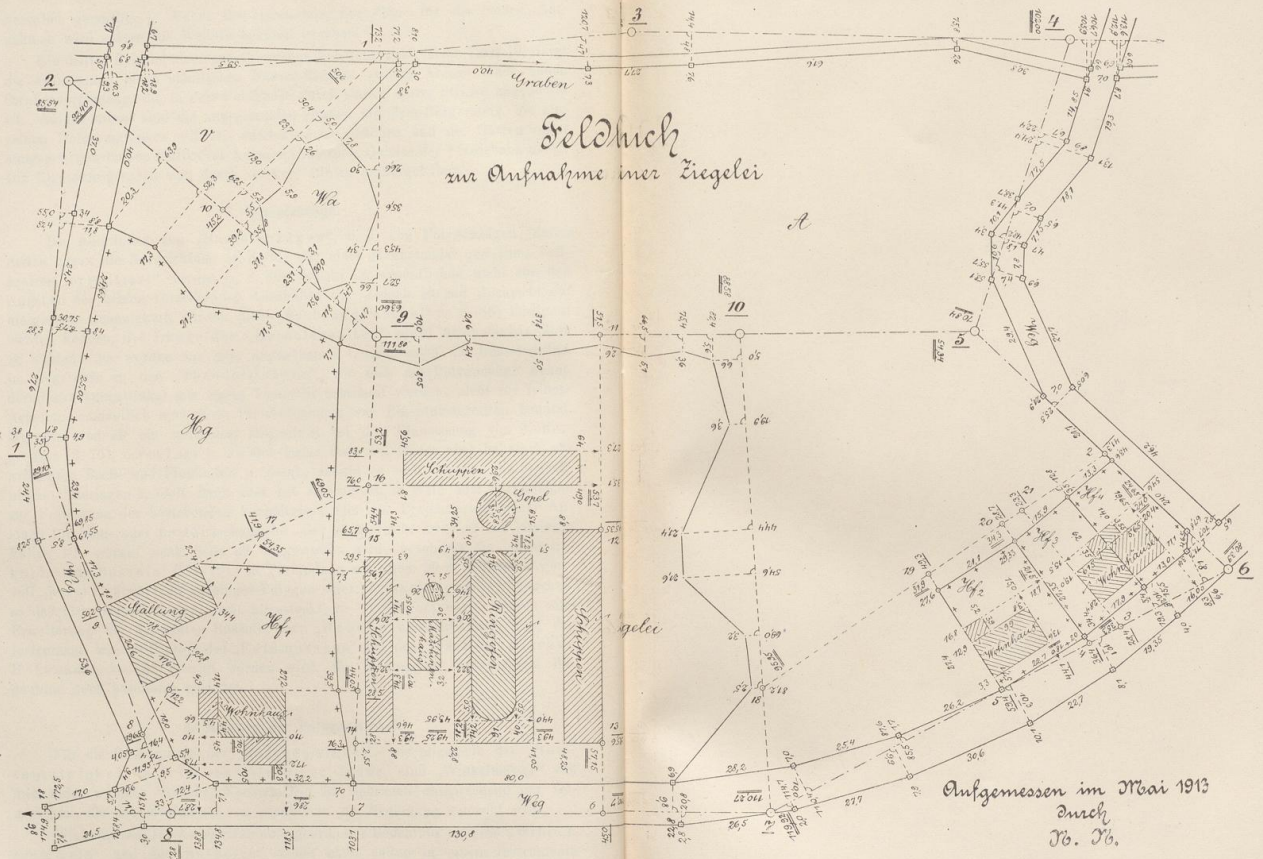
Die Anordnung von „Bussolenzügen“, d. h. von Polygonzügen, deren Seiten gegen die Nordrichtung (s. S. 86) mit einer Magnetnadel und eines Teilkreises „orientiert“ werden (s. S. 86), weicht im wesentlichen nicht von den Angaben der beiden vorstehenden Abschnitte ab. Jedoch ist mit Rücksicht auf die geringe Genauigkeit, mit der diese „Richtungswinkel“ (s. S. 86) bestimmt werden können, die Länge der „Bussolenseiten“ nicht über 60 bis 80 m zu wählen. Es werden aus dem angegebenen Grunde auch die Bussolenzüge, im Gegensatz zu den „Theodolitziügen“, wie man die Polygonzüge nennt, deren Brechungswinkel mit einem Theodolit bestimmt werden, nicht für feinere Arbeiten, namentlich auch nicht für Aufnahmen von Eigentumsgrenzen benutzt. Dagegen sind sie ein wertvolles Hilfsmittel bei der Einmessung von Kultur- grenzen (S. 75), deren Lage ja an sich keine feste ist, ferner aber bei stark gekrümmten Bach- und Flußläufen u. dergl., sobald es sich um rein kulturtechnische Unterlagen handelt, dann auch bei Aufnahmen in Wald oder Parkanlagen zur Festlegung der bestehenden Verhältnisse oder zur Projektierung neuer Anlagen für land- oder forstwirtschaftliche oder gärtnerische Zwecke. In letzteren Fällen ist, worauf noch Seite 92 hingewiesen wird, besonders die „Schmalkaldersche Bussole“ (Fig. 191) in Verbindung mit einem 20 m Meßbande wertvoll, dessen Richtstäbe die jeweiligen Polygon- oder „Bussolenpunkte“ angeben, so daß also letztere vorher nicht abgesteckt zu werden brauchen. Durch eine Erweiterung der genannten Bussole zum „Höhenwinkelmesser“ wird das Instrument, wie im Teile II des „Feldmessens“ bei den „Tachymetrischen Höhenaufnahmen“ gezeigt werden wird, für Messungen von geringer Bedeutung noch besonders geeignet.

4. Messung der Polygonwinkel.

Für die Bestimmung der „Polygonwinkel“, wie allgemein der „Horizontalwinkel“ (s. S. 16) von beliebiger Größe, sind „Winkelmesser“ von mehr oder weniger einfacher Konstruktion im Gebrauch entsprechend der Genauigkeit, die den Messungen von vornherein zur Bedingung gemacht wird.

Winkelmesser für Aufnahmen untergeordneter Bedeutung sind die „Winkeltrommeln“ und die „Bussolen“, beide nicht selten in einem Instrumente vereinigt, während der „Theodolit“ — zur Orientierung der Pläne nach den

Schweizer, Ferdinand J.



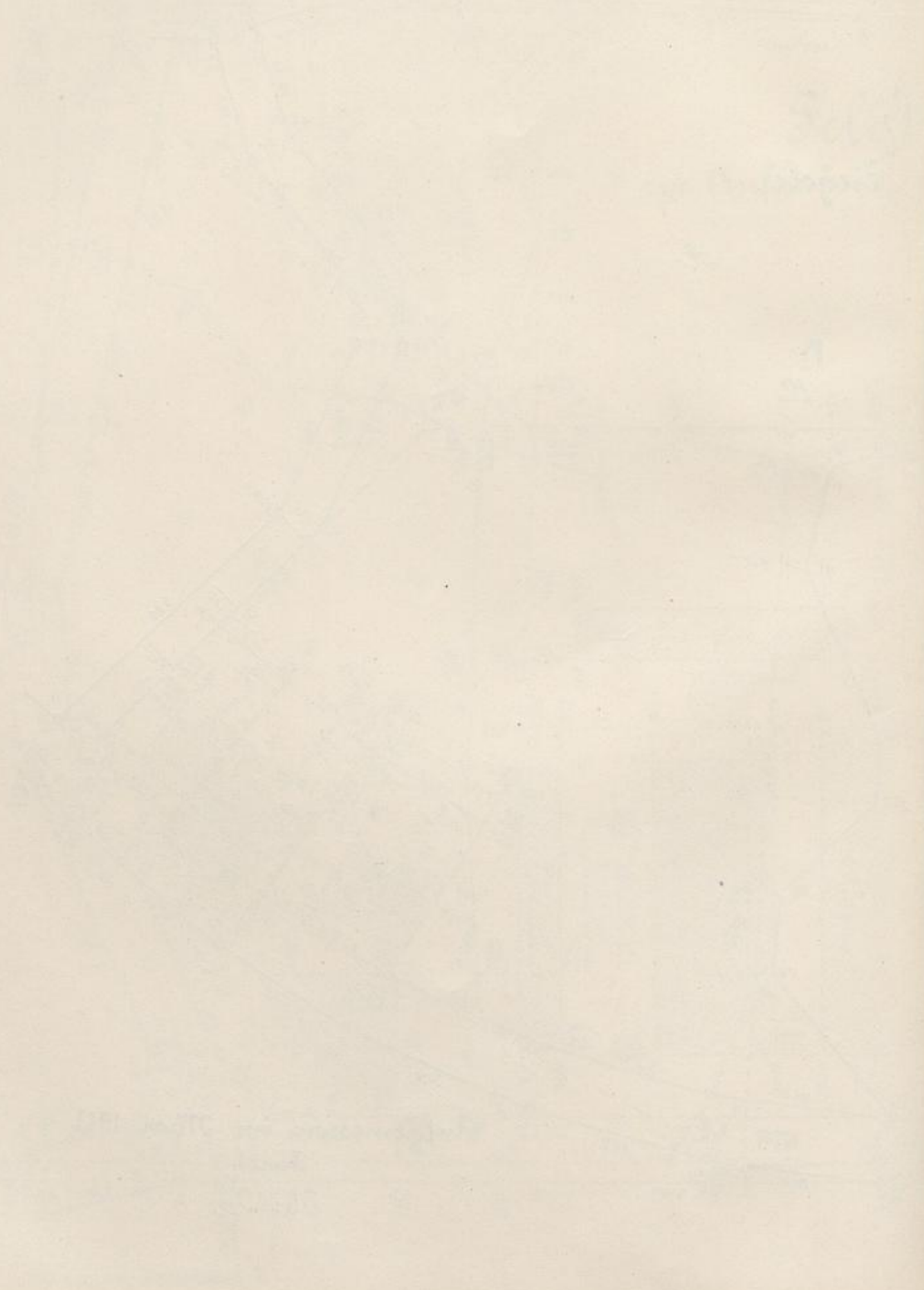
Feldbuch
zur Aufnahme einer Ziegelei

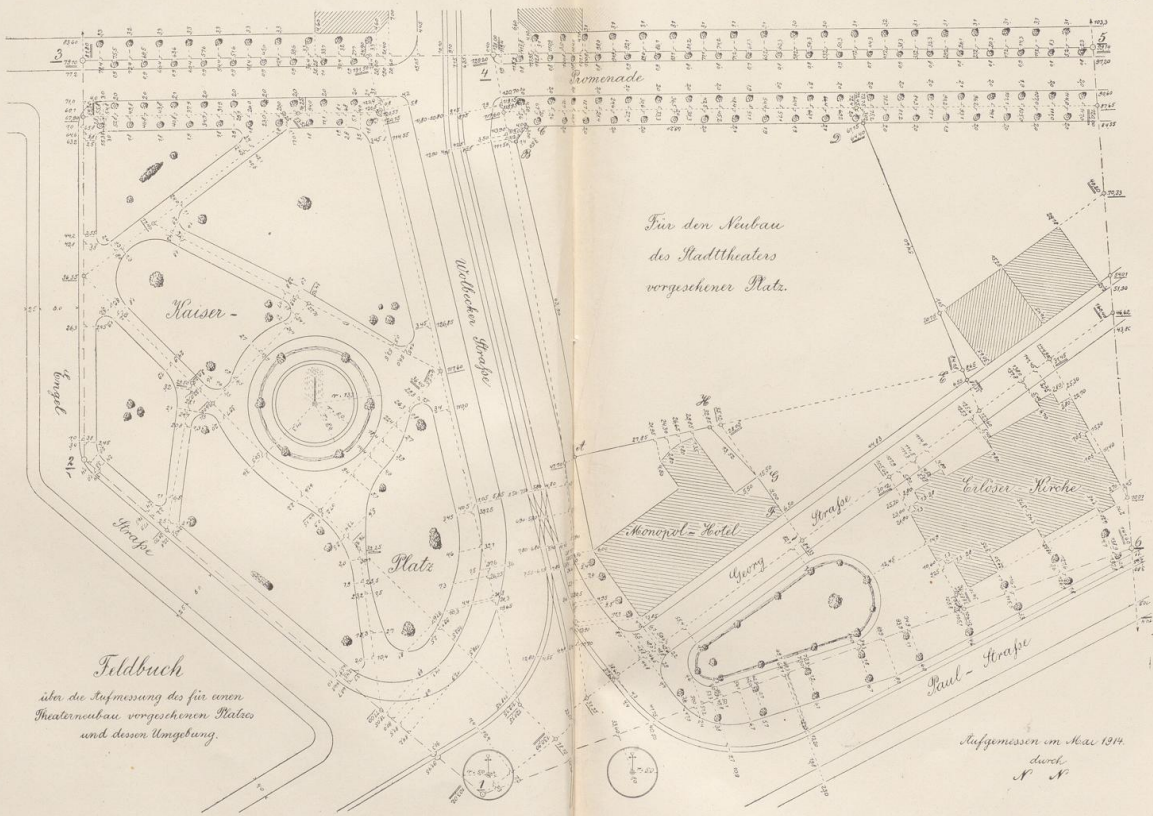
Aufgemessen im Mai 1913
durch
Jb. Jb.

Schewior, Feldmessen I.

11. 21

11. 21





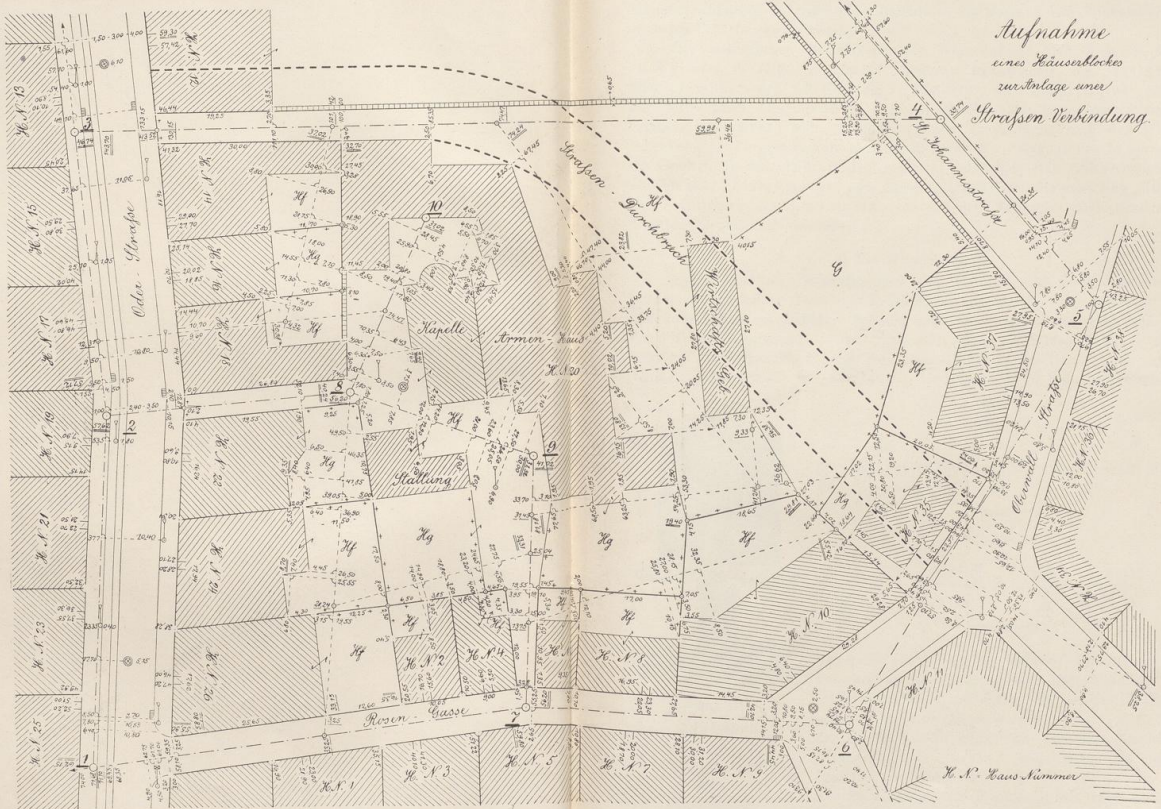
Für den Neubau
des Stadttheaters
vorgesehener Platz.

Feldbuch
über die Aufmessung des für einen
Theaterneubau vorgesehener Platzes
und dessen Umgebung.

Aufgemessen im Mai 1899
durch
K. K.

Schwior, Feldmessen I.

*Aufnahme
eines Häuserblocks
zur Anlage einer
Straßenverbindung.*



Schewior, Feldmessen I.

Himmelsrichtungen mit oder ohne Bussole — die Messung von Winkeln bis zur höchsten Schärfe gewährleistet.

Die wesentlichen Bestandteile der Winkelmesser sind eine im Grade (s. S. 2) oder in Teile von Graden eingeteilte Kreisscheibe, der „Teilkreis“ oder „Limbus“, der mit Hilfe einer „Libelle“, oder eines „Lotes“ parallel zur horizontalen Ausgangsfläche (s. S. 16) gestellt wird, ferner eine Visiervorrichtung, „Dioptr“ oder „Fernrohr“, um die Richtung nach den Winkelschenkeln, bei Polygonwinkeln also die Richtung der Polygonseiten in bezug auf die Gradteilung des Limbus festzulegen, und schließlich eine Ablesevorrichtung, eine einfache „Strichmarke“ oder meist ein „Nonius“ oder auch eine „Skala“ zur Ermittlung der Schenkelrichtungen auf dem Teilkreise nach Graden ($^{\circ}$), Minuten ($'$) und auch Sekunden ($''$).

a) Die Winkeltrommel.

1. Die einfache **Winkeltrommel** (Fig. 173) ist eine konisch abgedrehte, mit einer Gradteilung versehene Kreisscheibe aus Metall, der „Limbus“, auf dem konzentrisch ein drehbarer Zylinder meist mit zwei sich senkrecht schneidenden Visiervorrichtungen — je zwei Spalte oder Spalte und Fäden (S. 22) — aufgesetzt ist. Das doppelte Dioptr dient zum Gebrauche des Instruments auch als Winkelkopf nach Seite 22. Die Teilung der Scheibe ist im Sinne der Uhrzeiger-

Fig. 173.

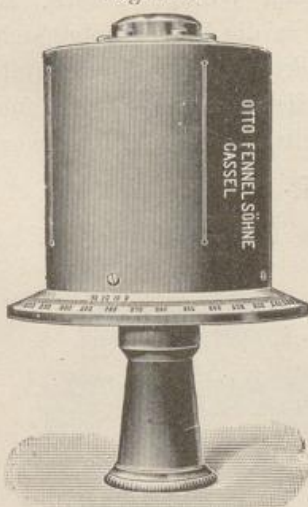


Fig. 174.

Strichmarke

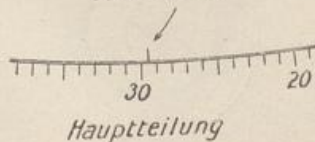


Fig. 175.

Nonius



Nonius

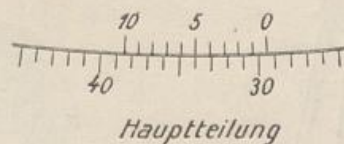


Fig. 176.

bewegung von 10° zu 10° beziffert. Unmittelbar über derselben befindet sich an dem Zylinderaufsatz eine „Strichmarke“, mit deren Hilfe an dem Teilkreise zehntel Grade geschätzt werden können, z. B. $29,6^{\circ}$ der Fig. 174. Zur genaueren Ablesung, bis auf $2'$, wird jedoch ein „Nonius“ angebracht, wie aus der Fig. 173 zu ersehen ist.

Der „Nonius“ ist eine Teilung mit einem kleineren Strichabstände im Vergleich zur Hauptteilung am Limbus. Er liegt längs dieser und ist so eingerichtet, daß $(n - 1)$ Teile des Limbus (L) entsprechen n Teilen des Nonius (N), d. h. also:

$$(n - 1)L = n \cdot N.$$

Hiernach fallen nach Fig. 175 29 Teile des Limbus mit 30 Teilen des Nonius zusammen, weiter in Fig. 176 9 L mit 10 N.

Rechnet man nach:

$$(n-1) \cdot L = n \cdot N$$

$$nL - L = nN$$

$$n(L-N) = L$$

und

$$L-N = \frac{L}{n},$$

so ist $L-N$ der „Wert des Nonius“ oder die „Noniusangabe“ a , demnach:

$$a = \frac{L}{n} = \frac{\text{Wert des Limbusteiles}}{\text{Anzahl der Nonienteile}}.$$

Da die Winkeltrommeln in 360 Grade (s. S. 2) geteilt sind, ist hier $L = 1^\circ$. Der in der Fig. 175 dargestellte Nonius hat 30 Teile, die „Noniusangabe“ beträgt demnach:

$$a = \frac{L}{n} = \frac{1^\circ}{30} = \frac{60'}{30} = 2'.$$

$$\text{In Fig. 176 ist dagegen } a = \frac{L}{n} = \frac{1^\circ}{10} = \frac{60'}{10} = 6',$$

d. h. auch $0,1^\circ$ wie nach Fig. 174, jedoch wird mit dem Nonius die Ablesung sicherer erhalten als mit der einfachen Strichmarke.

Das Instrument ruht beim Gebrauche mit einer Hülse auf einem Stabe (s. Fig. 65), der in dem Scheitelpunkt des zu messenden Winkels gesetzt, sodann mit Hilfe eines Fadenlotes (s. Fig. 56 a b e und d) in die Lotrichtung (siehe Seite 19) gestellt wird. Hierdurch bringt man den Teilkreis in die Horizontale, d. h. parallel zu der Ausgangsfläche nach Fig. 52. Die Horizontallage wird auch durch Anwendung einer „Dosenlibelle“ auf der Winkeltrommel erhalten, wozu

Fig. 177.

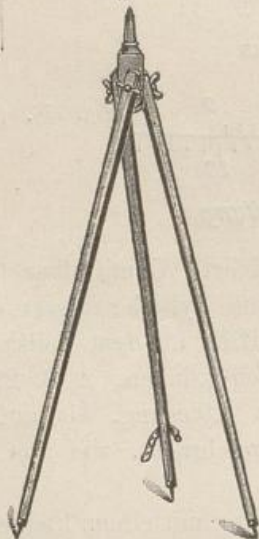


Fig. 178.

Aufsicht



Fig. 179.



Querschnitt

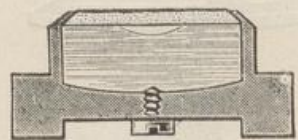
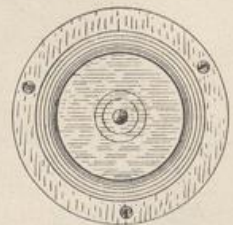


Fig. 179 a.



noch der Vorteil kommt, daß die geforderte Stellung des Instrumentes während des ganzen Messungsvorganges leicht überwacht werden kann. In diesem Falle läßt sich die Winkeltrommel auch auf einem einfachen Dreifuß (Fig. 177) be-

nutzen. Die Dosenlibelle (Fig. 178) ist ein niedriges zylindrisches Metallgefäß, das mit einem innen kugelförmig geschliffenen Glasdeckel (nach Art eines Taschenuhrglases) geschlossen ist und mit Weingeist oder Schwefeläther bis auf einen kleinen Raum, den man „Blase“ nennt, gefüllt wird. In neuerer Zeit werden die Dosenlibellen, abgesehen von einer Metallfassung, ganz aus Glas (Fig. 179) hergestellt, um das lästige Ausdünsten der Flüssigkeit zu verhindern, die sonst durch eine mit einer Schraube zu schließende Oeffnung am Boden der Libelle (Fig. 178) eingeführt wird.

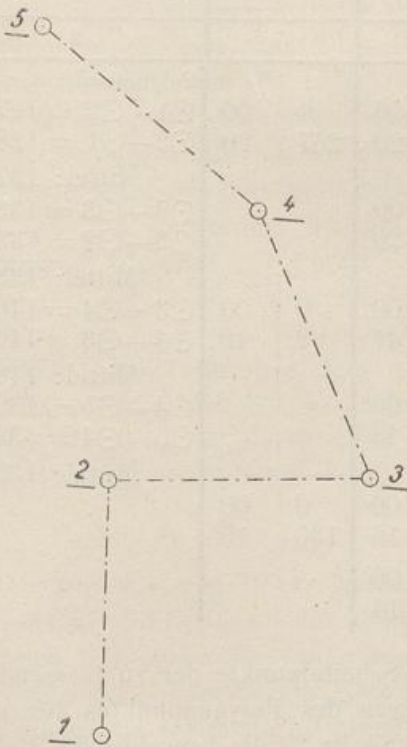
Mitten auf dem Glasdeckel des Libellenkörpers werden als Einstellmarken für die runde Blase ein oder mehrere Ringe mit gleichem Mittelpunkte (Fig. 178 links und 179a) eingeätzt, die man als „Spielpunkt“ bezeichnet. „Spielt die Blase ein“, d. h. bleibt auch bei der Drehung des Instrumentes, hier des oberen Teiles der Winkeltrummel, die Blase konzentrisch zu den Ringen, so liegt der Teilkreis horizontal. Zeigt jedoch die Blase, nachdem sie in der Anfangslage eingespielt, bei der Drehung einen merklichen Ausschlag nach einer Seite, so muß eine Berichtigung mit Hilfe der drei seitlich angebrachten Schraubchen (Fig. 179a) vorgenommen werden, mit denen die Libelle, auf einer dreilappigen Blattfeder ruhend, mit der Winkeltrummel verbunden ist. Dies geschieht in der Weise, daß die Hälfte des Ausschlages durch Ein- oder Herausschrauben der passend gelegenen Berichtigungsschraubchen

beseitigt wird. Wird hiernach die Libelle durch Neigung des Stabes wieder zum „Einspielen“ gebracht und das Instrument gedreht, so wird die Blase den Spielpunkt nicht verlassen, es sei denn, daß der Fehler nicht ganz beseitigt ist. Erforderlichenfalls ist der angegebene Vorgang zu wiederholen.

Zur eigentlichen Messung des Winkels, z. B. des Polygonwinkels $\odot 2$ der Fig. 180, wird die Visiervorrichtung zunächst in die Richtung des linken Winkelschenkels eingestellt, hier nach dem Polygonpunkt $\odot 1$, der wie $\odot 3$ durch einen lotrecht aufgestellten Fluchtstab sichtbar gemacht wird; sodann wird die Stellung an dem Teilkreise mit Hilfe des Nonius abgelesen. Man verfolgt hierzu die Hauptteilung (indem man die Zahl der Grade abliest) bis zum 0-Striche der Noniusteilung, springt auf diese über und sucht denjenigen Teilstrich, der mit einem Teilstriche der Hauptteilung zusammenfällt. Wäre es der 5. des Nonius der Fig. 175, die einen Nonius der Winkeltrummel vergrößert darstellt, so ist bei $n = 30$ und $L = 1^\circ$ der noch zu 84° (Fig. 175) zuzuzählende Winkelbetrag:

6*

Fig. 180.



$$5 \cdot \frac{L}{n} = 5 \cdot \frac{60'}{30} = 10'$$

oder, da $\frac{L}{n} = a = 2'$ (Seite 82) sofort der Betrag $5 \cdot 2' = 10'$, also die eingestellte Richtung

$$84^\circ 10'$$

Wenn, was die Regel ist, zwei Nonien vorhanden sind, die gegeneinander unter einem Winkel von 180° angebracht sind und mit I und II oder A und B bezeichnet werden, so sind dem zweiten Nonius nur die Minuten ($'$) zu entnehmen.

Nach Beobachtung der Richtung des linken Winkelschenkels wird dieselbe Visiervorrichtung durch Drehung auf den rechten Schenkel, hier also auf den Polygonpunkt $\odot 3$ eingestellt, hierauf, wie vor, zuerst am Nonius I, dann am Nonius II abgelesen.

Die Messungen werden in ein „Winkelbuch“ von nachstehendem Muster eingetragen.

Winkelbuch. (Muster für Winkeltrommel).

(Zu Figur 180).

Standpunkt	Zielpunkt	Ableseungen			Gemittelte Ableseung		Die Anfangsrichtung auf $0^\circ 00'$ zurückgeführt		Mittel der wiederholten Messungen		Bemerkungen
		Nonius I	Nonius II								
1	2	3	4	5	6	7	8			8	
$\odot 2$ 1. Messung	$\odot 1$	84	10	12	84	11	0	00	0	00	Polygoneitenmessung $\odot 1 - \odot 2 = 127,92$ $\odot 2 - \odot 1 = 128,02$ Mittel: 127,97
	$\odot 3$	351	30	32	351	31	267	20	267	20	
2. Messung	$\odot 1$	80	34	36	80	35	0	00			$\odot 2 - \odot 3 = 133,06$
	$\odot 3$	347	54	56	347	55	267	20			$\odot 3 - \odot 2 = 133,08$ Mittel: 133,07
$\odot 3$ 1. Messung	$\odot 2$	35	24	26	35	25	0	00	0	00	$\odot 3 - \odot 4 = 146,54$
	$\odot 4$	118	05	06	118	06	82	41	82	42	$\odot 4 - \odot 3 = 146,48$ Mittel: 146,51
2. Messung	$\odot 2$	110	54	56	110	55	0	00			$\odot 4 - \odot 5 = 139,88$
	$\odot 4$	193	38	38	193	38	82	43			$\odot 5 - \odot 4 = 139,92$ Mittel: 139,90
$\odot 4$ 1. Messung	$\odot 3$	5	16	16	5	16	0	00	0	00	
	$\odot 5$	135	32	32	135	32	130	16	130	15	
2. Messung	$\odot 3$	275	30	28	275	29	0	00			
	$\odot 5$	45	44	42	45	43	130	14			

Als „Standpunkt“ in Spalte 1 gelten die Scheitelpunkte der zu messenden Winkel, im vorliegenden Beispiele die Nummern des Polygonpunktes für die Weegaufmessung in Fig. 171, als „Zielpunkt“ (Spalte 2) die benachbarten Polygonpunkte (vergl. die Fig. 180); in Spalte 3 und 4 werden die Ableseungen an den beiden Nonien, in Spalte 5 ihr Mittel eingetragen. Setzt man in Spalte 6

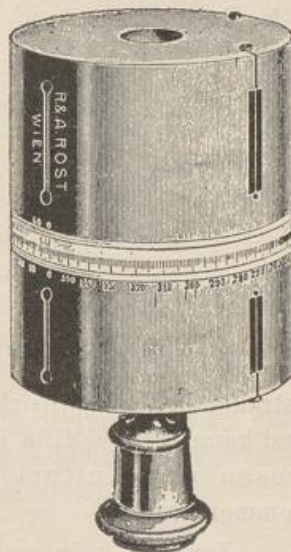
die Richtung des zuerst beobachteten Winkelschenkels zu $0^{\circ}00'$ ein und subtrahiert sie von der des zweiten Winkelschenkels, so erhält man den gesuchten Polygonwinkel, den man gleichfalls in Spalte 6 schreibt; auf Standpunkt $\odot 2$ ist es der Winkel $267^{\circ}20'$. Ist etwa wie bei Standpunkt $\odot 4$ (2. Messung) die abzuziehende Richtungsablesung größer als diejenige des rechten Schenkels, so sind zu letzterer 360° zuzuzählen.

Die Messung kann für jeden Winkel in der geschilderten Weise wiederholt werden, wodurch die Genauigkeit erhöht wird. Es wird hierzu nach Vollendung der Beobachtung für einen Winkel die ganze Winkeltrummel mit der Hülse auf dem Stabe etwas gedreht und nach Prüfung der lotrechten Stellung des Instruments die Messung von neuem durchgeführt, wie aus dem Winkelbuche — Messung 2. — zu entnehmen ist. In solchen Fällen wird das Mittel aus den zwei Beobachtungen in Spalte 7 gebildet.

Das Winkelbuch (Spalte 8) wird auch zur Eintragung der doppelt gemessenen Polygonseiten (siehe S. 76) benutzt, deren Mittel gleichfalls sofort im Felde gezogen werden kann. Ueber die zulässige Abweichung der Längenmessungen ist auf Seite 49 und auch 78 nachzulesen.

2. Anstatt mit der Hülse fest verbunden (s. Fig. 173) wird, wie in Fig. 181, der Teilkreis oder Limbus durch einen niedrigen Zylinder gebildet, der selbst eine Dioptervorrichtung trägt. Diese läuft genau in der Richtung der Teilstriche $0^{\circ} - 180^{\circ}$ (s. Figur) und wird bei der Messung auf den linken Schenkel des zu messenden Winkels eingestellt; mit ihr wird gleichzeitig auch das obere Diopter, das seinerseits genau über den 0-Strichen der Nonien angeordnet ist, auf den linken Winkelschenkel gerichtet. Die erste Ablesung ergibt sich hiernach zu $0^{\circ}0'$ — vorausgesetzt, daß beide Nonien die Ablesung $0'$ zeigen —, so daß die zweite Ablesung sofort den gesuchten Winkel darstellt. Mit Rücksicht auf die angegebene Einstellung des Teilkreises läßt sich auch der untere Teil der Winkeltrummel auf der Hülse mittels einer Schraube (am Boden der Trommel Fig. 181) drehen. Eine Wiederholung der Messung wird in gleicher Weise, wie oben, vorgenommen; die Drehung des Limbus erfolgt aber mit der genannten Schraube.

Fig. 181.



b) Die Bussole.

Die Bussolen dienen im allgemeinen weniger der Messung von Winkeln im Sinne der Fig. 170, wo der Richtungsunterschied der beiden Schenkel durch Vergleich mit einem Teilkreise bestimmt wird, als vielmehr der Ermittlung der Lage einer Linie zu der „magnetischen Nordrichtung“, die durch eine Magnetnadel selbsttätig angezeigt wird. Die für diese Ermittlung verwendeten Instrumente bestehen demnach im besonderen aus einer Magnetnadel zur Angabe der eben genannten magnetischen Nordrichtung, ferner aus einer Visier-

vorrichtung zur Einstellung des Instrumentes in die Linie tritt und aus einem Teilkreise, an welchem der „Magnetische Richtungswinkel“ M (Fig. 182) abgelesen wird. Lagemessungen, bei denen die magnetische Nordrichtung gegen eine Grenzlinie, sei es unmittelbar oder mittelbar wie bei Polygonaufnahmen, festgelegt worden ist, werden hierdurch zu den Himmelsrichtungen „orientiert“ mit einer Abweichung von der wirklichen, „astronomischen Nordrichtung“, die je nach Ort und Zeit der Beobachtung verschieden groß ist. Der Betrag dieser Abweichung wird durch die „magnetische Mißweisung“ angegeben, d. i. der Winkel δ , den die Magnetnadel mit der

Fig. 182.

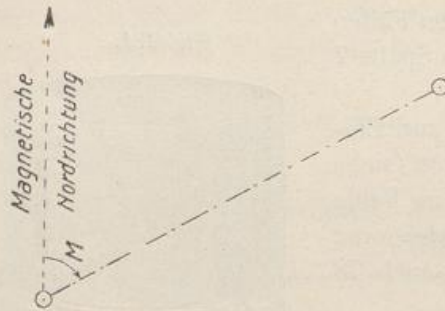
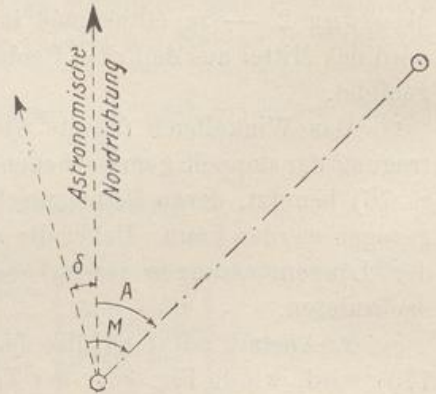


Fig. 183.



astronomischen Nordrichtung bildet. Dieser Winkel wird im voraus berechnet und kann für die Mitte jedes Jahres z. B. dem „Kalender für Vermessungswesen und Kulturtechnik“, Verlag Konrad Wittwer in Stuttgart entnommen werden.

Zurzeit ist in ganz Deutschland die Mißweisung eine „westliche“, was zu bedeuten hat, daß die Magnetnadel nach Westen von der wirklichen Nordrichtung abweicht (s. Fig. 183). In der nachstehenden Tabelle ist der durchschnittliche Betrag für das Jahr 1914 gemäß dem genannten Kalender aufgeführt.

Mißweisung der Magnetnadel in Deutschland.

Die Mißweisung ist westlich, gültig für die Mitte des Jahres 1914.

Breite φ des Beobachtungsortes	Länge λ des Beobachtungsortes östlich von Greenwich										
	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°	22°	24°
46°	12,2°	11,4°	10,6°	9,7°	8,8°	7,9°	7,1°	6,5°	5,4°	4,5°	3,6°
48°	12,5°	11,7°	10,8°	9,8°	8,8°	7,9°	7,0°	6,2°	5,3°	4,4°	3,5°
50°	12,9°	12,1°	10,9°	9,9°	8,9°	7,9°	6,9°	6,0°	5,3°	4,3°	3,3°
52°	13,1°	12,0°	11,0°	10,0°	9,0°	7,9°	6,9°	5,8°	5,2°	4,1°	3,1°
54°	13,4°	12,3°	11,2°	10,1°	9,1°	7,7°	6,5°	5,9°	5,6°	2,2°	2,7°
56°	14,0°	13,0°	11,7°	10,5°	9,5°	8,5°	7,5°	6,5°	5,3°	3,2°	2,4°

Wittwer

Wie die deutsche Seewarte angibt, bleibt man für die folgenden Jahre der Wahrheit ziemlich nahe, wenn man eine jährliche Abnahme der Mißweisung der Tabelle von 7' bis 8' in Rechnung zieht.

Fehlende Zwischenwerte sind in der Tabelle einzurechnen. Die geographische Breite φ und Länge λ eines Beobachtungsortes werden am zweckmäßigsten auf einem „Meßtischblatte“ (siehe **Tafel IX**), unter Abrundung auf $\frac{1}{10}^{\circ}$ bestimmt. Beispielsweise ist für das in der Tafel dargestellte Gebiet mit $\varphi = \text{rd. } 50,0^{\circ}$ und $\lambda = 35,9^{\circ} - 17,7^{\circ} = 18,2^{\circ*}$ die Mißweisung $\delta = 5,9^{\circ}$. Die wirkliche, astronomische Nordrichtung liegt demnach um $\delta = 5,9^{\circ}$ östlich von der durch die Magnetnadel angezeigten Richtung.

Die Beträge der Mißweisung schwanken im Laufe des Tages bis zu etwa 10' im Sommer und 5' im Winter und zwar derart, daß gegen 8 Uhr Vormittags das Nordende der Magnetnadel sich am weitesten nach Osten, gegen 2 Uhr mittags sich am weitesten nach Westen stellt. Es ist leicht einzusehen, daß genaue Beobachtungen von solchen Aenderungen, zu denen noch besondere Störungen hinzutreten können, unter Umständen stark beeinflußt werden. Zur allgemeinen Orientierung der Lagemessungen und für die Ermittlung der „Richtungswinkel“ bei weniger wichtigen Aufnahmen (siehe Seite 80) wird jedoch die Berücksichtigung der durchschnittlichen jährlichen Mißweisung vollständig ausreichen. Eine genaue Festlegung der wirklichen Nordrichtung wird nur mit Hilfe der „Astronomisch-geographischen Ortsbestimmung“ erhalten, wozu im Bedarfsfalle auf das schon genannte Handbuch „Geodäsie“ von Prof. Dr. Ing. Hohenner, Verlag von B. G. Teubner in Leipzig, verwiesen sei.

1. Kleinere Bussolen, für die Orientierung und für wenig wichtige Polygonaufnahmen (s. S. 80) meist hinreichend genau, werden ähnlich den Winkeltrummeln (s. S. 81) angefertigt oder oft mit diesen selbst verbunden.

Die Figur 184 zeigt eine einfache Bussole. In einer mit einer Diopter-Visiervorrichtung versehenen Büchse, die beim Gebrauch mittels einer Hülse auf einem Stabe ruht, befindet sich eine in Grade, seltener in $\frac{1}{2}^{\circ}$ geteilte Kreisscheibe, in deren Mittelpunkt ein spitzer Metallstift, die „Pinne“, eine Magnetnadel trägt. Diese liegt flach oder besser hochkantig auf der Pinne auf und schwingt in einem mit einem Achatplättchen geschlossenen Hütchen, das in der Mitte der Nadel angebracht ist. Das Nordende der Magnetnadel ist irgendwie auffallend gezeichnet. Ist die Bussole außer Gebrauch, so wird die Nadel durch eine Vorrichtung (Fig. 184 durch einen seitlichen Knopf) gegen den Glasdeckel gedrückt, der den Teilkreis nach oben abschließt. Dieses „Ausrücken“ der Nadel ist auch beim Wechseln des

Fig. 184.



*) $35,9^{\circ}$ ist die Länge λ vom Nullgrad Ferro (s. Erläuterung der Taf. IX), auf den die Meßtischblätter bezogen sind; $17,7^{\circ}$ ist der Längen-Unterschied Greenwich-Ferro.

Beobachtungsortes vorzunehmen, dagegen soll man die Nadel frei schwingen lassen, sobald das Instrument für längere Zeit nicht benutzt werden soll, da sonst ihre Richtkraft nachläßt.

Die Bussole wird, wie die Winkeltrommel, im Sinne des Uhrzeigers, von links nach rechts gedreht. Da die Ablesung am Nordende der Nadel geschieht, die beim Drehen des Instruments stehen bleibt, so muß die Bezifferung des Teilkreises, damit die Ablesungen wachsen, linksläufig angebracht sein, wie der geteilte Kreis (Fig. 185) angibt. Hierauf ist beim Erwerb einer Bussole zu achten, weil bei den Fabrikanten vielfach eine entgegengesetzt verlaufende Bezifferung üblich ist (siehe die Figuren 184 und 185a), wodurch nicht der „magnetische Richtungswinkel“, sondern seine Ergänzung zu 360° erhalten wird.

Eine weitere Konstruktion der Bussole zeigt die Figur 185a. Die Diopter sind über dem Teilkreise auf einem Ringe angebracht und lassen sich mit diesem

Fig. 185.

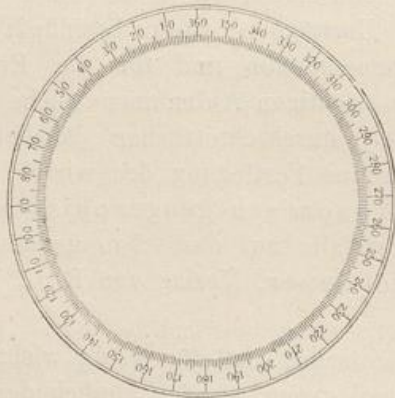
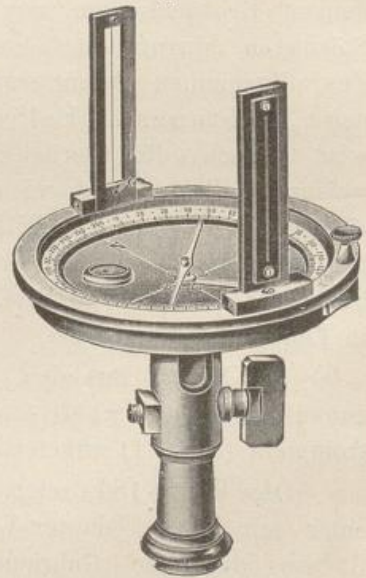


Fig. 185a.

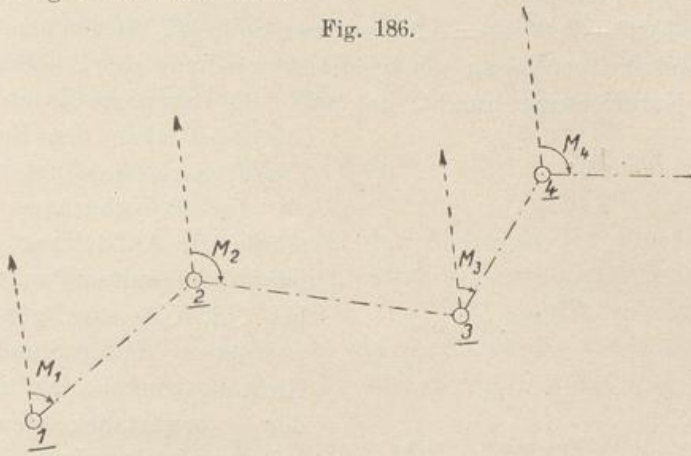


drehen; sie werden beim Gebrauche hochgeklappt. Das Instrument ist mit der Hülse, die gleichfalls auf einen Stab oder auf ein dreifüßiges Stativ aufgesteckt wird, durch ein Kugelgelenk mit Klemmschraube verbunden. Eine Dosenlibelle ist im Innern des Teilkreises zur Horizontierung des Instrumentes eingelassen.

Bei der Messung eines „Richtungswinkels“, z. B. M_1 auf dem Anfangspunkte einer Polygonseite (Fig. 186), wird die Bussole mittels des Stabes oder auf einem einfachen Stativ (siehe S. 82 und Fig. 177) über den Polygonpunkt gestellt, mit einem Fadenlote bzw. einer Dosenlibelle horizontiert, die Nadel durch Lösen der Ausrückvorrichtung auf die Pinne gesenkt und durch vorsichtiges Drehen des Instrumentes auf der Hülse das Nordende der Magnetnadel auf die Ablesung 0° gestellt. Wird nun das Diopter (über $180^\circ-0^\circ$) durch Rechtsdrehen in die Richtung nach $\odot 2$ eingestellt, so ist der am Nordende abgelesene Winkel (M_1 der Fig. 186) der gesuchte „Magnetische Richtungswinkel“. In gleicher Weise werden die Richtungswinkel der weiteren Polygonseiten der Fig. 186 nach $M_2, M_3 \dots$ gemessen, wie auch z. B. der Richtungswinkel der Abscissenlinie (1) (5) der Aufnahme Fig. 187 oder auch nur

einer Grenzlinie, s. Fig. 188 und Tafel I, um die Orientierung nach den Himmelsrichtungen herbeizuführen.

Fig. 186.



Unter Berücksichtigung der „Mißweisung“ kann statt des „Magnetischen Richtungswinkels“ M auch der „Astronomische Richtungswinkel“ A ermittelt werden, indem allgemein für Deutschland (Fig. 183) ist:

Fig. 187.

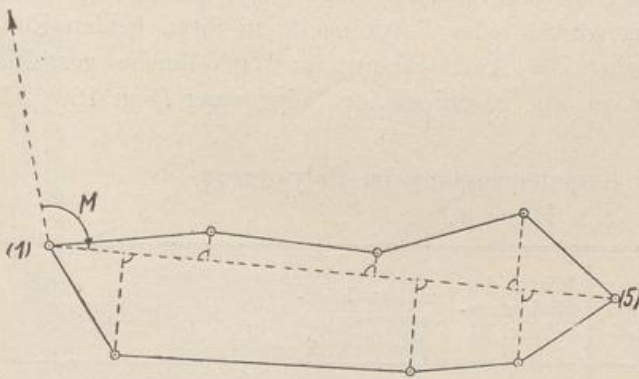


Fig. 188.

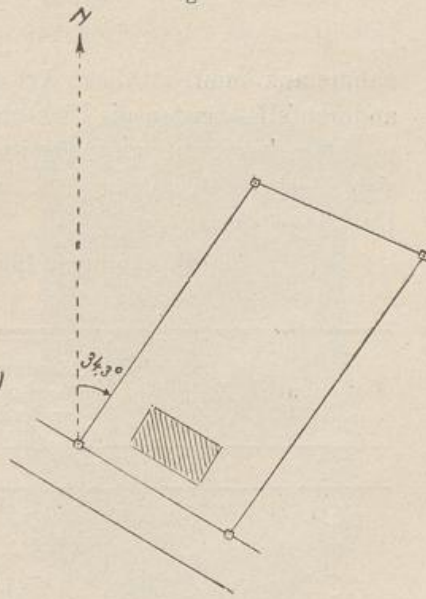
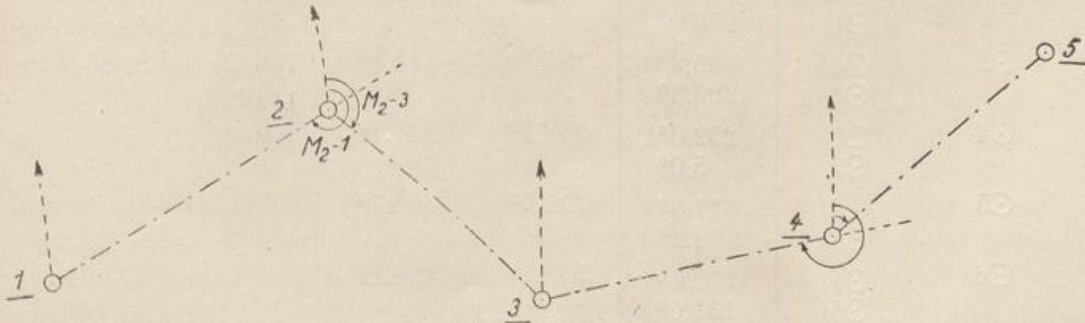


Fig. 189.

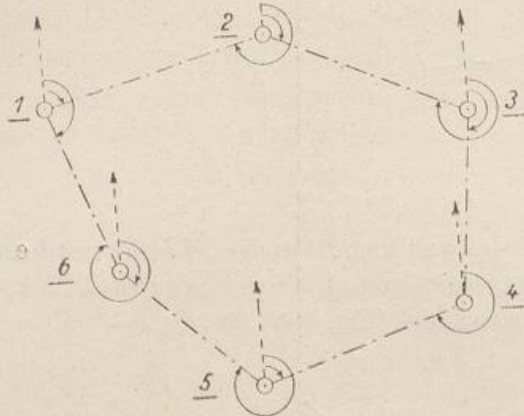


$$A = M - \delta,$$

für die Fig. 188 beispielsweise

$A = 40,2^\circ - 5,9^\circ$ ($\delta = 5,9^\circ$ sei von Seite 87 übernommen) $= 34,3^\circ$,
 wo also der Winkel stets genau genug die Abweichung der Abscissenlinie von
 der wirklichen Nordrichtung angibt, die auf dem Lageplane durch einen Pfeil
 mit oder ohne den Buchstaben N
 (Nord) gekennzeichnet wird.

Fig. 190.



In Polygonzügen (Fig. 189) würde die Aufstellung der Bussole bei jedem zweiten Punkte, hier also bei $\odot 2, \odot 4$ usw. genügen, wenn auf jedem dieser Standpunkte der Richtungswinkel der zurück- wie der vorwärtsliegenden Polygonseite ermittelt würde. Es wäre also auf $\odot 2$ der Richtungswinkel M_{2-3} und M_{2-1} zu messen, wobei dann

$$M_{1-2} = M_{2-1} - 180$$

ist, was unmittelbar aus der Figur folgt. Wo es mehr auf Schnelligkeit, weniger auf die Genauigkeit der Aufnahme ankommt, ist diese Art der Messung, in „Springständen“, zu empfehlen, anderenfalls werden die Richtungswinkel jeder Polygonseite in ihren beiden Endpunkten bestimmt und gemittelt. Die Aufzeichnung im Winkelbuche gestaltet sich hierbei folgendermaßen, wozu ein geschlossener Polygonzug (Fig. 190) als Unterlage dient.

anderefalls werden die Richtungswinkel jeder Polygonseite in ihren beiden Endpunkten bestimmt und gemittelt. Die Aufzeichnung im Winkelbuche gestaltet sich hierbei folgendermaßen, wozu ein geschlossener Polygonzug (Fig. 190) als Unterlage dient.

Winkelbuch für Bussolenmessung im Polygonzug.

(Zu Figur 190).

Standpunkt	Zielpunkt	Ablesung(am Nordende der Nadel)	Mittel der Richtungswinkel M	Astronomischer Richtungswinkel $\Lambda = M - \delta$	Bemerkungen
1	2	3	4	5	6
$\odot 1$	$\odot 2$ $\odot 6$	76,2° 159,2°	76,1°	65,1°	Die „magnetische Mißweisung“ beträgt für $\varphi = 52,0^\circ$ und $\lambda = 8,0^\circ$ nach der Tabelle auf S. 86 $\delta = 11,0^\circ$
$\odot 2$	$\odot 3$ $\odot 1$	115,1° 256,0°	115,2°	104,2°	
$\odot 3$	$\odot 4$ $\odot 2$	185,2° 295,3°	185,1°	174,1°	
$\odot 4$	$\odot 5$ $\odot 3$	252,0° 5,0°	252,1°	241,1°	
$\odot 5$	$\odot 6$ $\odot 4$	311,8° 72,2°	311,7°	300,7°	
$\odot 6$	$\odot 1$ $\odot 5$	339,0° 131,6°	339,1°	328,1°	

Die Spalten 1, 2 und 3 enthalten die Stand- und Zielpunkte, sowie die Ablesungen an dem Nordende der Magnetnadel. In Spalte 4 wird zu jedem Standpunkte (Polygonpunkte) nur der „Magnetische Richtungswinkel“ M für die folgende Polygonseite eingesetzt, der durch Mittelung der zwei zugehörigen Messungen berechnet wurde. Man erhält hiernach:

$$\text{auf } \odot 1 : M_{1-2} = 76,2^\circ$$

$$\text{auf } \odot 2 : M_{1-2} = 256,0^\circ - 180^\circ = 76,0^\circ$$

$$\text{Das Mittel } M_{1-2} = 76,1^\circ,$$

das man in Spalte 4 auf der Zeile für den Zielpunkt $\odot 2$ einträgt.

Für die Ableitung des zweiten gleichen Richtungswinkels sei bemerkt, daß statt der Subtraktion auch die Addition von 180° eintritt, sobald die eigentliche (erste) Ablesung kleiner als 180° ist, wie beispielsweise bei dem Richtungswinkel der Polygonseite $\odot 4 - \odot 5$. Hier ist die zweite Beobachtung auf $\odot 5$ zu berechnen nach:

$$M_{4-5} = 72,2^\circ + 180^\circ = 252,2^\circ$$

dies trifft auch für die Polygonseiten $\odot 5 - \odot 6$ und $\odot 6 - \odot 1$ zu.

Die „Astronomischen Richtungswinkel“ A werden schließlich unter Einsatz von δ (gemäß S. 87) in der Spalte 5 des Winkelbuchs abgeleitet. In Spalte 6 sind auch Messung und Mittelung der Polygonseiten aufzunehmen.

2. Bei der **Schmalkalder** sehen „Patent-Busssole“ (Fig. 191) ist die Magnetnadel mit dem Teilkreise, einer leichten, meist durchbrochenen Metallscheibe,

Fig. 191.

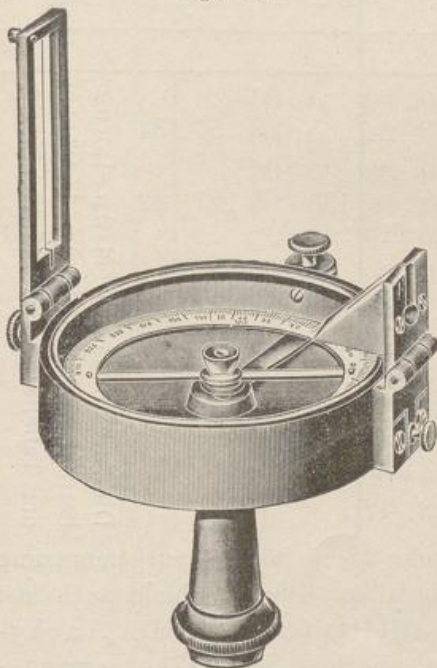
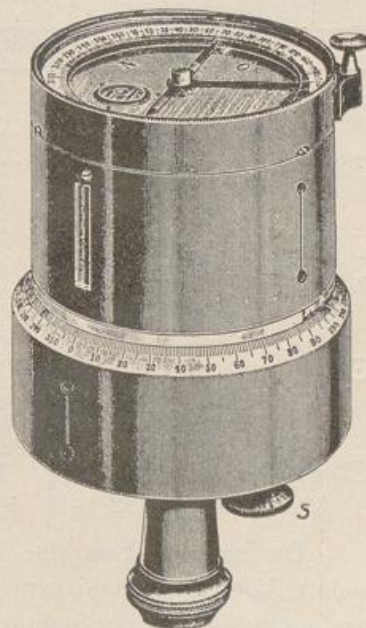


Fig. 192.



fest verbunden und mit dieser zusammen auf der Pinne beweglich. Die Büchse, auf der Hülse drehbar, trägt zwei in der vertikalen Richtung für hohe Sichten verstellbare, im übrigen umlegbare Diopter, von denen das eine (rechts in der Figur) mit einem Glasprisma nach Figur 80 zur Ablesung der Teilscheibe ver-

sehen ist. Die Schmalkaldersche Bussole ist ein wertvolles Hilfsmittel besonders bei raschen Aufnahmen, sie wird auch in großem Umfange bei tachymetrischen Arbeiten (s. Teil II des Werkes) benutzt, wenn keine große Genauigkeit gefordert wird, dann zumeist in Verbindung mit einem Meßbände, auf dessen einen Richtstab das Instrument gesteckt wird (s. a. S. 80). Die störende Unruhe der Nadelscheibe, die hier rechtsläufig beziffert ist (im Gegensatz zu S. 88 oben), kann von außen durch einen leichten Druck auf eine Federschraube (linksseitig in der Figur 191 sichtbar) gemildert werden.

3. Ist die Bussole auf einer Winkeltrommel (Fig. 192 mit Dosenlibelle) angeordnet, dann wird nach Einstellung des Nordendes der Magnetnadel auf 0° die Richtung an dem Teilkreise der Winkeltrommel selbst mit Hilfe der beiden Nonien abgelesen, dann die Visiervorrichtung nacheinander auf die zu beobachtenden Punkte eingestellt und die Ablesungen gemacht. Hiernach würde sich, unter Anwendung auf den offenen Polygonzug (Fig. 189) folgendes Winkelbuch ergeben.

Winkelbuch für Bussolenmessung.
(Bussole auf einer Winkeltrommel).
(Hierzu Figur 189).

Standpunkt	Zielpunkt	Ablesung			Auf $0^{\circ} 00'$ der Anfangsrichtung zurückgef.		Mittel der magnetisch. Richtungswinkel M		Astron. Richtungswinkel $A = M - \delta$		Bemerkung	
		Nonius I	Nonius II	Mittel	0	'	0	'	0	'		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
⊙1	Magn. Nord.	10	30	32	10	31	0	00	0	00	Die „magnetische Mißweisung“ beträgt bei $\varphi = 51,0^{\circ}$, $\lambda = 15,0^{\circ}$ nach der Tabelle S. 86 $\delta = 7,4^{\circ} = 7^{\circ} 24'$.	
	⊙2	75	54	56	75	55	65	24	65	18		57	54
⊙2	Magn. Nord.	21	22	22	21	22	0	00	0	00		
	⊙3	156	22	22	156	22	135	00	135	06		127	42
⊙3	⊙1	266	34	34	266	34	245	12				
	Magn. Nord.	0	10	12	0	11	0	00	0	00		
⊙4	⊙4	78	52	54	78	53	78	42	78	36	71	12
	⊙2	315	24	22	315	23	315	12				
⊙4	Magn. Nord.	101	10	10	101	10	0	00	0	00		
	⊙5	149	28	28	149	28	48	18	48	15	40	51
⊙5	⊙3	359	40	40	359	40	258	30				
	Magn. Nord.	54	28	32	54	30	0	00				
	⊙4	282	40	44	282	42	228	12				

Da nach obigem die Teilung der Bussole nicht weiter zur Benutzung kommt, könnte diese bis auf den Nullstrich fortfallen. Dies geschieht auch fast regelmäßig in der Verbindung mit einem „Theodolit“ (s. S. 115) oder „Tachymeter“ (s. Teil II des Werkes), wo die Bussole, wie hier, als „Orientierungsbusssole“ nur zur Angabe der magnetischen Nordrichtung dient, während die Winkelmessung selbst mit dem Limbus der genannten Instrumente erfolgt.

4. Feinere Bussolen, „Fernrohrbussolen“ (Fig. 193 und 193a) ruhen auf einem Dreifuß, auf diesem drehbar mit Hilfe einer Klemm- und Feinschraube

(s. S. 97), und werden beim Gebrauch durch eine Schraubenstange (b Fig. 199) mit einem festen dreibeinigen Stativ (Fig. 196) verbunden. Die bisherige ein-

Fig. 193.

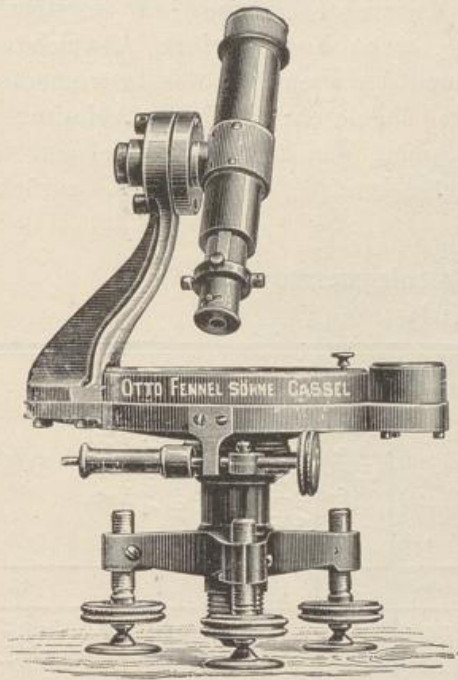


Fig. 193a.

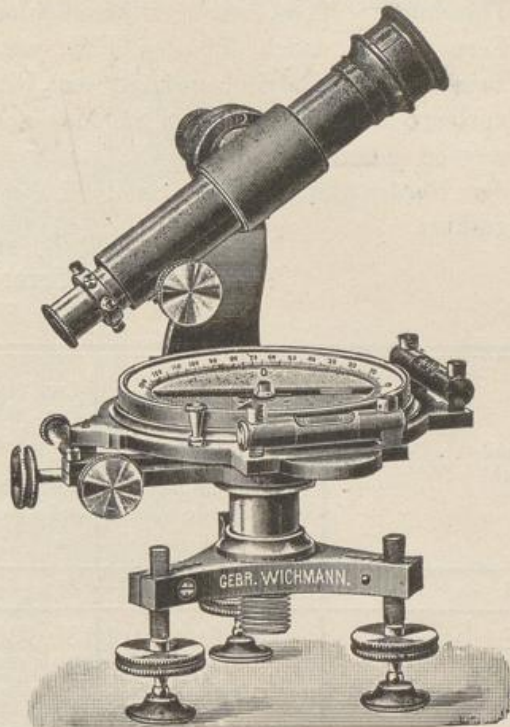
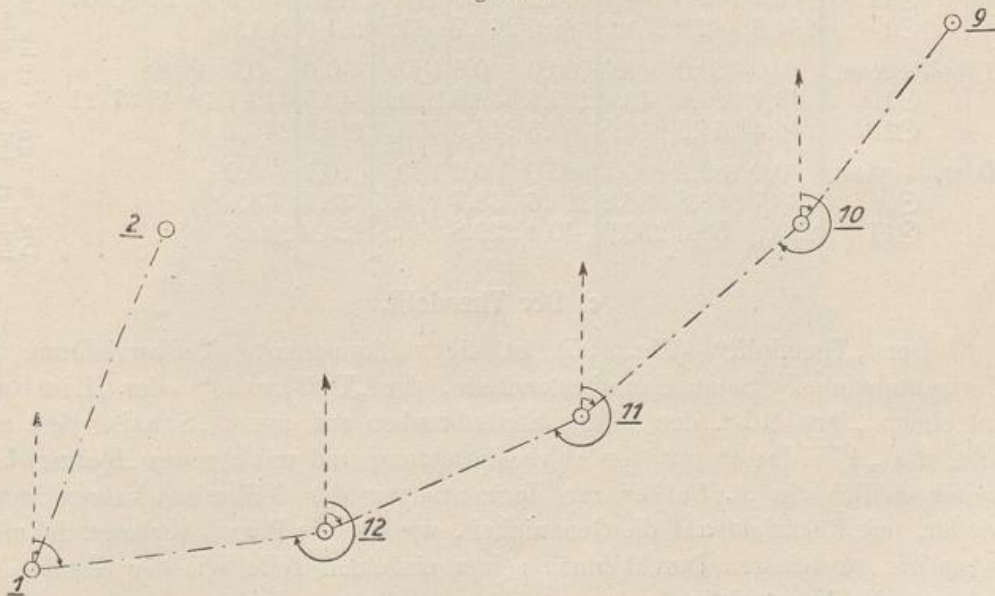


Fig. 194.



fache Dioptervorrichtung wird durch ein Fernrohr (s. hierüber S. 102) ersetzt. Die Horizontalstellung des Teilkreises erfolgt bei Fig. 193 mit Hilfe einer Dosenlibelle, bei Fig. 193a mit zwei Röhrenlibellen (Kreuzlibellen) s. S. 109.

Die Messung der Richtungswinkel ist im wesentlichen die gleiche, wie bei der einfachen Bussole unter 1. (S. 90); abweichend ist jedoch die Beobachtung in zwei Lagen des Fernrohrs (siehe hierüber die Angaben beim Theodolit S. 118), um gewisse Fehler der Fernrohreinrichtung zu beseitigen. Ferner wird, auch für den Fall, daß eine, wenn auch geringe Abweichung zwischen der zentrischen Lage der „Pinne“ und der Drehachse des Instrumentes vorliegt, am Nord- und am Südende der Nadel abgelesen; die beiden Ablesungen werden gemittelt und für die weitere Berechnung der Richtungswinkel auf 0° der Nordrichtung, siehe Spalte 10 des nachstehenden Winkelbuches, zurückgeführt.

Winkelbuch für Fernrohr-Bussolenmessungen.
(Zu Figur 194)

Standpunkt	Zielpunkt	Erste Fernrohr-lage. Ablesung an der Magnetnadel			Zweite Fernrohr-lage. Ablesung an der Magnetnadel			Mittel aus Spalte 5 u. 8	Auf 0° der Nordrichtung zurückgeführt	Mittel der magnetischen Richtungswinkel M	Astron. Richtungswinkel $\Delta = M - \delta$	Bemerkung
		Nord-ende o	Süd-ende o	Mittel o	Nord-ende o	Süd-ende o	Mittel o					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
⊙1	Magn. Nord.	0,0	180,2	0,1	180,0	359,8	179,9	0,0	0,0	0	00	Die „magnetische Mißweisung“ beträgt bei $\varphi = 52,5^\circ$ und $\lambda = 5,5^\circ$ nach der Tabelle Seite 87 $\delta = 12,4^\circ = 12^\circ 24'$
	⊙2	19,1	199,3	19,2	199,1	18,9	199,0	19,1	19,1			
	⊙12	81,7	261,9	81,8	261,7	81,5	261,6	81,7	81,7	81	45 69 21	
⊙12	Magn. Nord.	0,0	180,3	0,2	180,0	359,9	180,0	0,1	0,0	0	00	
	⊙11	66,3	246,5	66,4	246,2	66,5	246,4	66,4	66,3	66	21 53 57	
	⊙1	261,8	82,0	261,9	82,0	261,7	81,9	261,9	261,8			
⊙11	Magn. Nord.	0,0	180,0	0,0	180,0	0,0	180,0	0,0	0,0	0	00	
	⊙10	49,7	229,6	49,6	229,8	49,8	229,8	49,7	49,7	49	45 37 21	
	⊙12	246,4	66,6	246,5	66,3	246,3	66,3	246,4	246,4			
⊙10	Magn. Nord.	0,0	180,2	0,1	180,0	0,2	180,1	0,1	0,0			
	⊙9	38,7	218,8	38,8	218,6	38,7	218,6	38,7	38,6			
	⊙11	229,9	50,0	230,0	49,8	229,8	49,8	229,9	229,8			

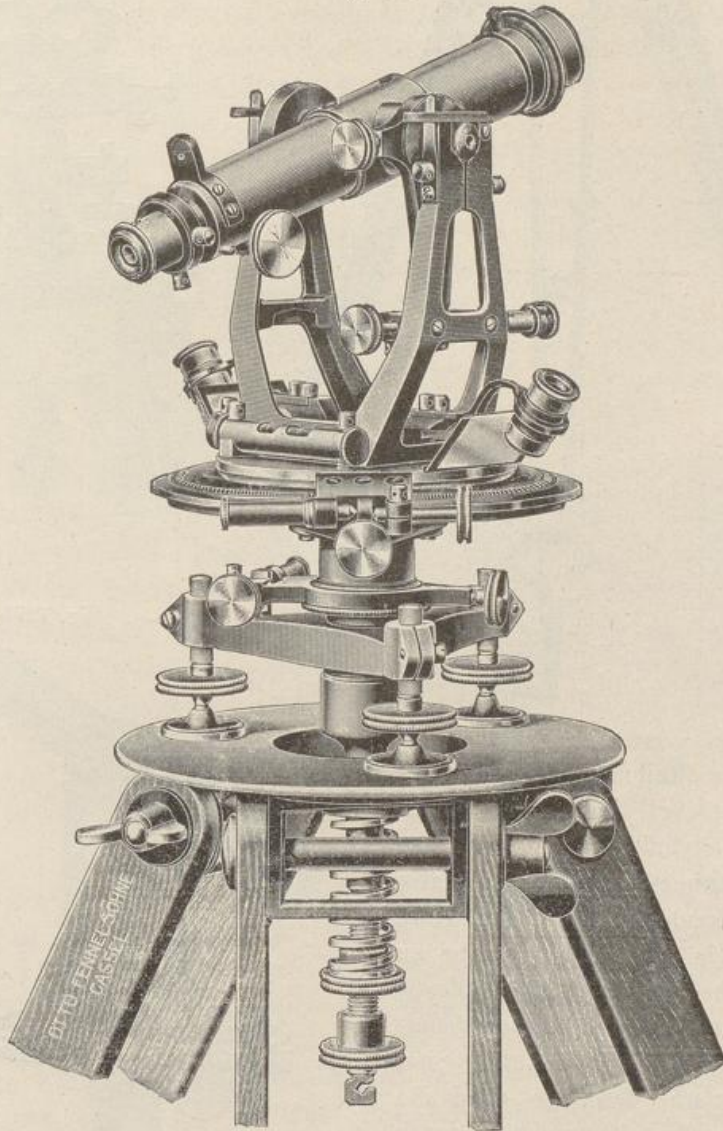
c) Der Theodolit.

Der „Theodolit“ (Fig. 195) ist die vollkommenste Meßvorrichtung für Horizontalwinkel. Seine Hauptbestandteile, der „Teilkreis“ oder „Limbus“ auf einem „Dreifuß“, der mittels Stellschrauben auf einem „Stativ“ fest aufricht, die „Alidade“ mit der Ableseeinrichtung und mit ihr das „Fernrohr“, weiter endlich die „Libelle“ zur Horizontierung des Teilkreises kehren immer wieder, mit Rücksicht auf die Genauigkeit, wie sie die Praxis verlangt, in mehr roher bis zur feinsten Durchbildung seiner einzelnen Teile wie der Gesamt-Anordnung der Konstruktion.

1. Das Stativ. Das aus festem, meist Eschenholz bestehende Stativ (Fig. 196) hat drei durchbrochene Beine, die aus je zwei Längsleisten mit Querstücken zusammengesetzt sind und an dem unteren, spitz zulaufenden Ende

einen kräftigen eisernen Schuh tragen. Ein kurzer Ansatz dient dazu, durch Eintreten der Beinenden in den Boden das Stativ unverrückbar aufzustellen. Die drei Beine laufen im Stativkopfe zusammen, am besten einem Gußstück aus Bronze (Eisen rostet leicht), dessen kreisrunde Oberfläche eben abgeschliffen ist. Ihre

Fig. 195.



Verbindung mit dem Stativkopfe geschieht durch Bolzen mit Flügelschrauben a_1 bzw. a_4 (Fig. 206), durch die beim Anziehen der Schrauben die Beine an den Stativkopf geklemmt werden.

2. Der Dreifuß. Der eigentliche winkelmessende Teil des Theodolits ruht auf einem Dreifuße c (Fig. 199 und 206), d. h. einer einige cm langen Drehbuchse c_{10} , an der seitlich unter Winkeln von 120° drei kurze Arme c_7 mit je einer Stellschraube c_1 ansitzen. Die Stellschrauben sind durch ein Kugelgelenk mit runden Unterlegplatten c_4 verbunden, in deren Boden vielfach zur Ver-

Fig. 196.

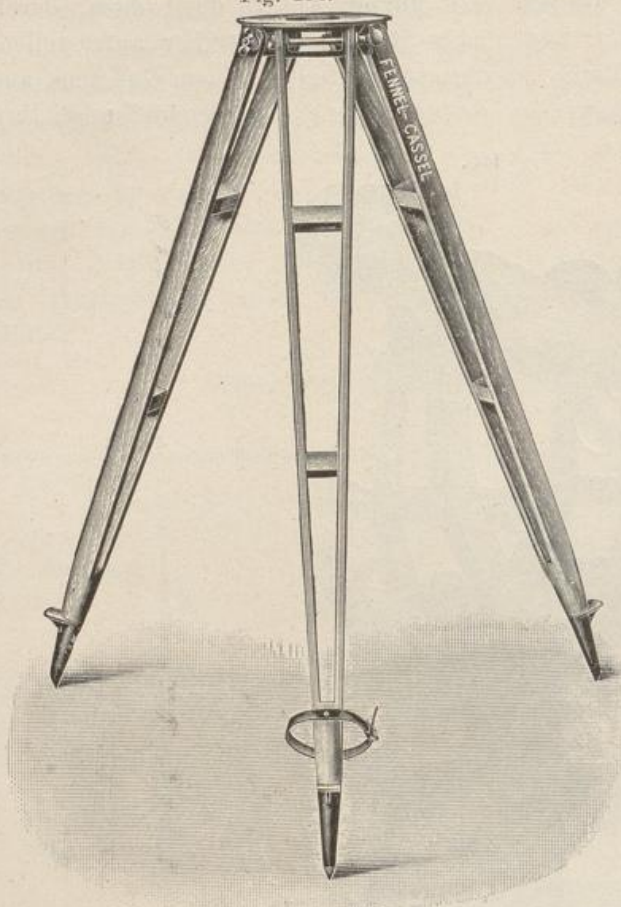


Fig. 197 a.

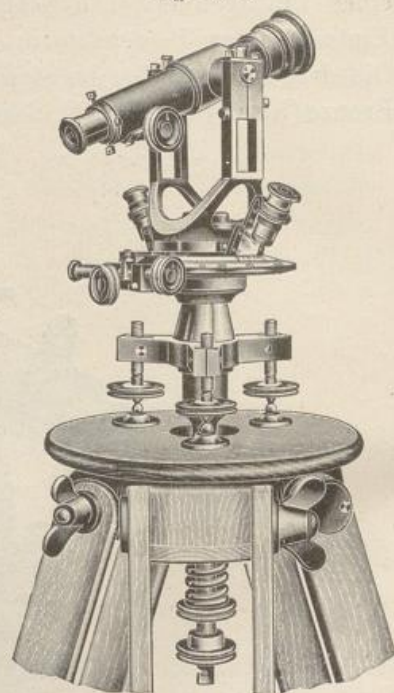
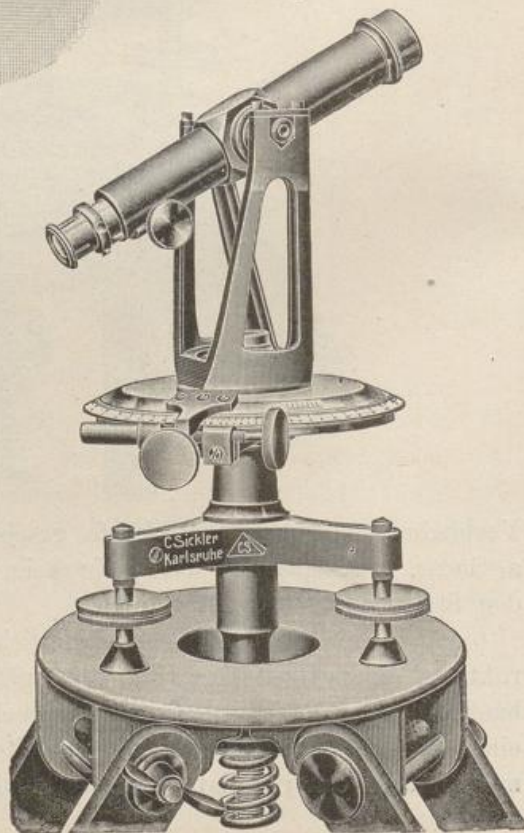


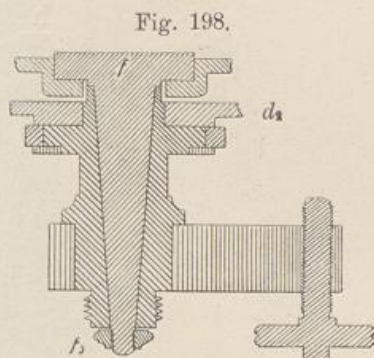
Fig. 197 b.



stärkung der Reibung harte Leder-
scheiben eingefügt sind. Zur Befesti-
gung des Dreifußes und damit des
ganzen Instrumentes auf dem Stativ
dient die Schraubenstange b (Fig. 199),
die sich mittels einer Herzschaube an
der Drehbuchse des Dreifußes befesti-
gen läßt; hierbei wird die feste Rändel-
scheibe b_2 als Handhabe benutzt. Sitzt
die Herzschaube fest, so wird die
Spiralfeder b_3 (Fig. 199 und 206) durch
Drehung der Mutter b_1 gespannt, wo-
durch die halbkugelförmig abgedrehte
Scheibe b_4 (Fig. 199) und mit ihr das
sogen. Stativdreieck b_5 (Fig. 199) gegen
den Stativkopf gepreßt wird. Diese
Verbindung ist, wie ohne weiteres er-
sichtlich, keine durchaus starre; mit
Hilfe der Stellschrauben des Dreifußes,

deren Gang durch die Schrauben c_9 (Fig. 206) geregelt wird, kann vielmehr der obere, winkelmessende Teil des Instruments nach Maßgabe einer Libelle (s. S. 101) noch für sich eingestellt werden.

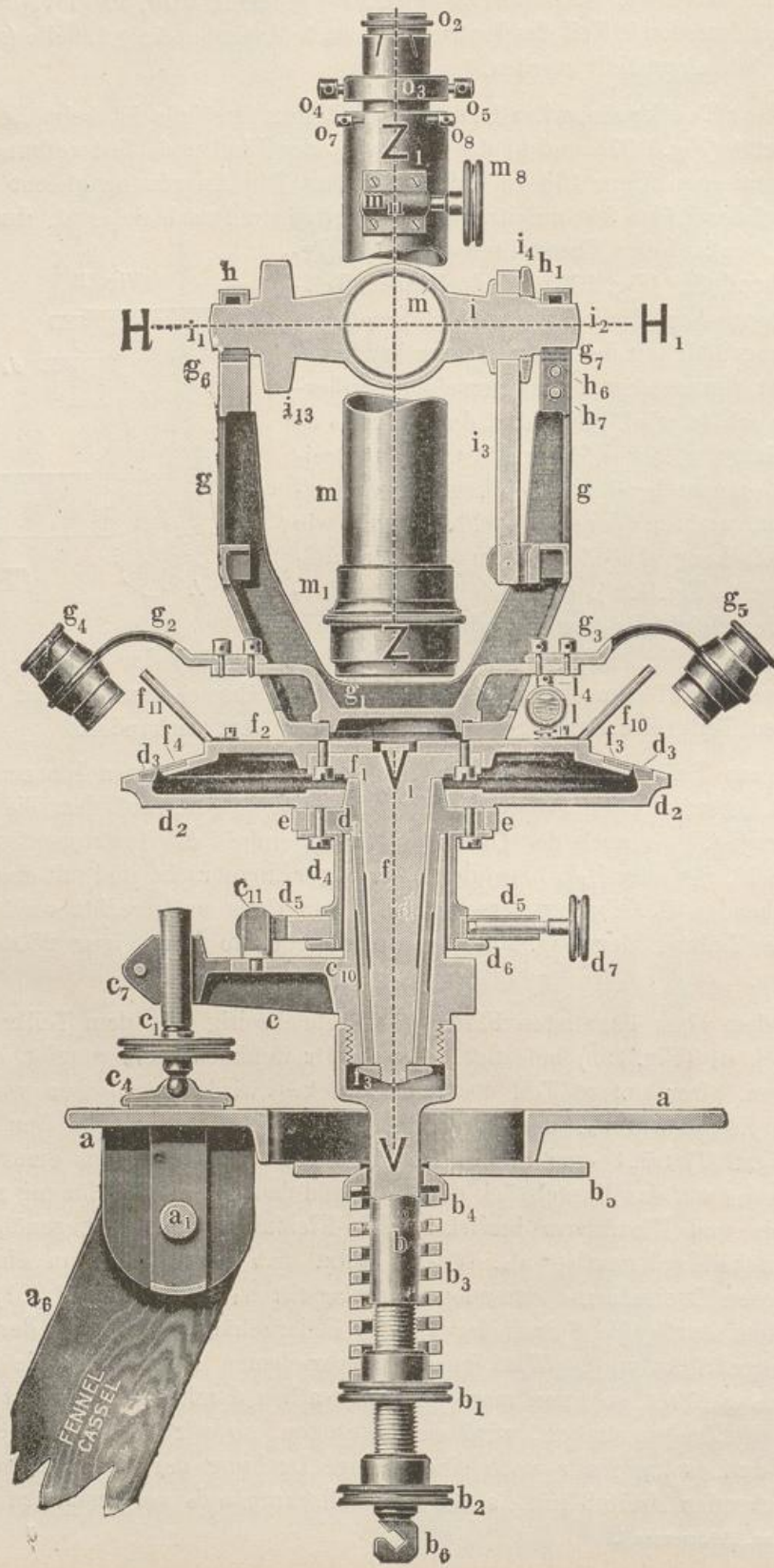
3. Der Teilkreis oder Limbus. Mit dem Dreifuße ist beim „**einfachen Theodoliten**“ (Fig. 197a und b) der Teilkreis oder Limbus d_2 fest verbunden, wie der schematischen Figur 198 zu entnehmen ist. Die Anordnung gleicht der einfachen, auf der Hülse fest aufsitzenden Winkeltrommel nach Seite 81. Im Gegensatz zum „einfachen“ Theodoliten steht der „**Repetitionstheodolit**“ (Fig. 195) mit drehbarem Teilkreis (entsprechend Winkeltrommel S. 85), wodurch die Leistungsfähigkeit des Instrumentes bei kaum in Betracht kömmdem Preisunterschiede außerordentlich erhöht wird. Hier sitzt der Teilkreis d_2 fest auf einer Hohlachse (d Fig. 199), die der Dreifußbuchse entsprechend schwach kegelförmig hergestellt ist und in deren Durchbohrung, wie beim „einfachen“ Theodoliten in der Dreifußbuchse direkt (Fig. 198), die noch weiter zu beschreibende, gleichfalls konisch zulaufende Alhidadenachse f (Fig. 199) steckt. Die Achse d (Fig. 199) des Limbus liegt mit einem Flansche auf dem oberen Ende der Dreifußbuchse c_{10} auf und ist mit dem eigentlichen Teilkreise durch Schrauben (Fig. 199) fest verbunden.



In dem Teilkreise ist an dem nach außen abgeschrägten Innenrande ein Ring aus Argentan oder Silber d_3 (Fig. 199) eingelassen, auf dem die Teilung aufgetragen ist. Je nach der Größe und der Feinheit des Instrumentes ist die Teilung in 1° , $\frac{1}{2}^\circ$ oder $\frac{1}{3}^\circ$, bisweilen noch enger angebracht und mit einer leicht zu übersehenden Bezifferung versehen, die von links nach rechts verläuft, wie die offene Teilung der Fig. 200a und die gedeckte der Figur 200b veranschaulichen.

An dem oben genannten Flansche ist gleichzeitig mit dem Teilkreise ein Mantelstück d_4 (Fig. 199) befestigt, das die Dreifußbuchse c_{10} umgibt, ohne sie zu berühren. Der untere Teil des Mantelstückes wird umschlossen von einem drehbaren Klemmarm d_5 , der durch den Ring d_6 gehalten wird. Der Klemmarm (s. Fig. 201) trägt eine „Klemmschraube“ d_7 , die mittels eines Bremsklötzchens d_{13} auf das Mantelstück d_4 drückt und dadurch eine Hemmung zwischen Mantelkreis und Klemmarm bewirkt. Der Klemmschraube d_7 gegenüber liegt die „Feinstellschraube“ d_9 . Diese stützt sich gegen einen in einem der drei seitlichen Dreifußarme sitzenden Anschlagstift c_{11} (Fig. 199 und 201), gegen den sie stets durch die Spiralfeder d_{11} im Federgehäuse d_8 mittels der Federhülse d_{12} gedrückt wird. Wird in der beschriebenen Einrichtung die Klemmschraube d_7 gelüftet, so kann man die Limbusachse d mit dem Mantelstück frei in der Dreifußbuchse drehen, wird sie angezogen, so wird die freie Bewegung gehemmt, und es kann nur noch eine geringe Drehung der Limbusachse gegen den feststehenden Dreifuß mittels der Feinstellschraube d_9 vorgenommen werden.

Fig. 199.



4. Die Alhidade. Die „Alhidade“, eine kleinere Kreisscheibe (f_2 der Fig. 199, 200a und 206) als der Limbus, dem sie sich anschmiegt, steckt mit

Fig. 200a.

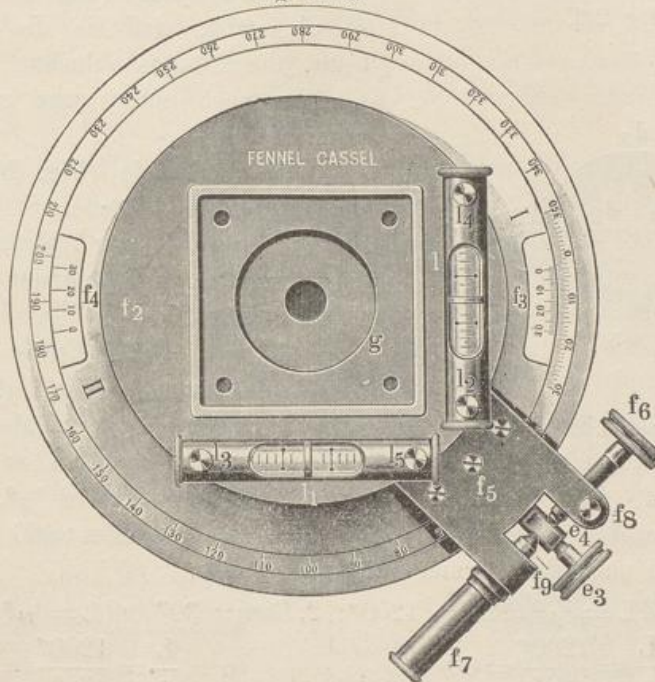
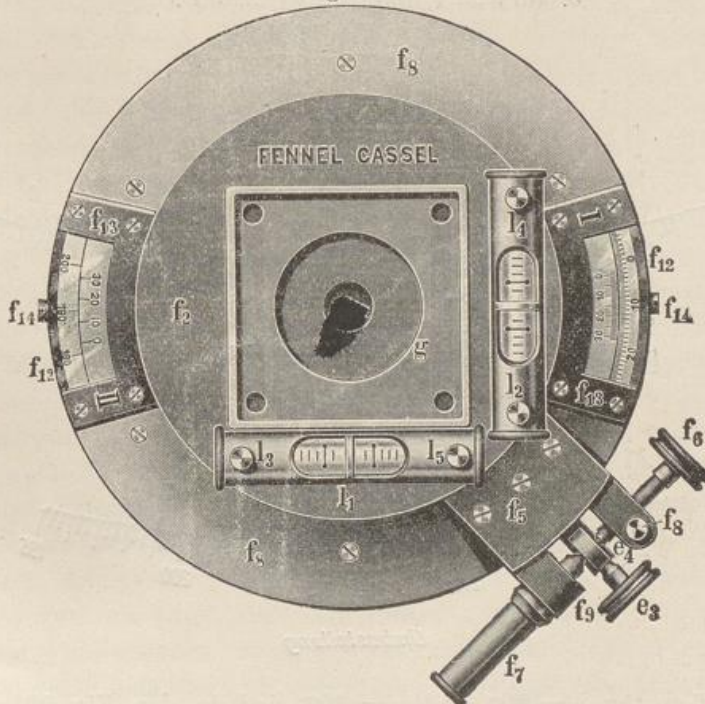


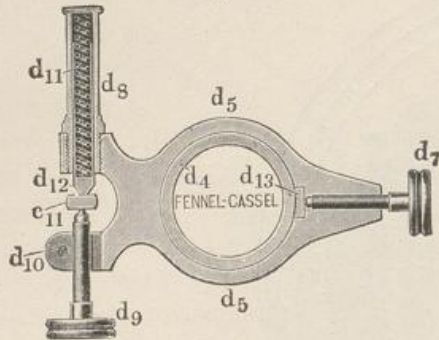
Fig. 200b.



ihrer schwach konisch zulaufenden Achse f beim „einfachen Theodoliten“ direkt in der Dreifußbuchse (Fig. 198), beim „Repetitionstheodoliten“ in

der Limbushohlachse (Fig. 199 f in d), wo sie auf dem ringförmigen Rande der Limbusachse d (Fig. 199) aufliegt. Eine Schraubenmutter f_3 am unteren Ende der Alhidadenachse (Fig. 198 und 199) ist so abgepaßt, daß sie die Dreifußbuchse bzw. die Limbushohlachse nicht berührt, sondern noch einen ganz geringen Spielraum frei läßt.

Fig. 201.



Die Alhidade (Fig. 200a) trägt an zwei gegenüberliegenden Stellen die „Nonien“ f_3 und f_4 zur Ablesung der Kreisteilung und Bestimmung der gesuchten Horizontalwinkel.

Ueber die Einrichtung des Nonius ist bereits das Erforderliche auf S. 81 gesagt worden. Hier ist nur noch nachzutragen, daß die Noniusangabe bei besseren Theodoliten zu $a = 20''$ oder $30''$, bei kleineren Instrumenten zu $a = 60'' = 1'$ eingerichtet wird. Der Limbus ist hierbei fast durchweg in $\frac{1}{3}^\circ$, bei $a = 1'$ in $\frac{1}{2}^\circ$ geteilt. Dieser Teilung entsprechen dann am Nonius $n = 60$ und 40 , bzw. 30 Striche, denn nach der Formel auf Seite 82 ist:

1. für $a = 20''$ und $L = \frac{1}{3}^\circ = 20' = 1200''$: | 2. für $a = 30''$ und $L = \frac{1}{3}^\circ = 20' = 1200''$:

$$n = \frac{L}{a} = \frac{1200''}{20''} = 60 \quad \left| \quad n = \frac{L}{a} = \frac{1200''}{30''} = 40$$

3. für $a = 1'$ und $L = \frac{1}{2}^\circ = 30'$:

$$n = \frac{L}{a} = \frac{30'}{1'} = 30$$

Fig. 201 a.

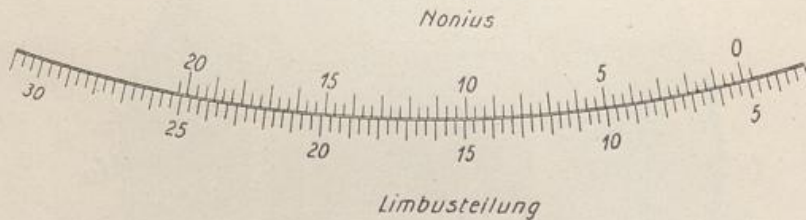


Fig. 201 b.



Die Nonien für $a = 20''$ und $a = 30''$ sind in den Fig. 201a und 201b, mit den Ablesungen $5^\circ 7' 40''$ und $199^\circ 29' 00''$, zu sehen; einen Nonius mit der Angabe von $1'$ siehe Figur 200a und 200b rechts.

Die Nonien haben in der Regel einen Vor- und Nachstrich, um die Ablesungen am Anfange und Ende der Nonienteilung zu erleichtern. Die Zählung der Striche gilt aber zwischen dem Null- und Endstriche, was stets zu beachten ist. Unterstützt wird die Ablesung durch zwei gewöhnliche Lupen (Fig. 197a und g_4 und g_5 in Fig. 199*), die auf dem Alhidadenkreise mittels zweier Arme g_2 und g_3 angebracht sind und entsprechend der Beschaffenheit des Auges des Beobachters sich in Hülsen verschieben lassen.

Mitten auf der Alhidade ist für die Horizontierung des Instrumentes in der Regel auch die „Dosenlibelle“ angeordnet, mit der Alhidade durch drei Schrauben und dazwischenliegender dreilappiger Feder (s. a. S. 82) verbunden; die Dosenlibellen sind in den Figuren 197a und 197b zu sehen. Bei dem vorbeschriebenen Repetitionstheodoliten von Fennel***) werden statt der Dosenlibelle zwei „Röhrenlibellen“ als „Kreuzlibellen“ mit der Alhidade verbunden, von denen die eine parallel, die andere rechtwinklig zur Kipp- oder Horizontalachse des Fernrohres (s. unten) gelagert wird (siehe die Figuren 199, 200 und 206.)

Die „Röhrenlibelle“ ist ein tonnenförmig (Fig. 202 und 203) ausgeschliffenes, an beiden Enden zugeschmolzenes Glasrohr, das bis auf eine „Blase“

Fig. 202.

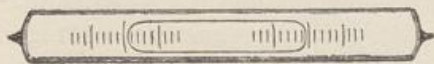
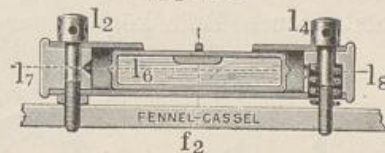


Fig. 203.



(S. 82) mit Schwefeläther oder Weingeist gefüllt ist und eine Strichteilung (Fig. 200 und 202) trägt. Die Röhrenlibelle ist in einer Metallfassung befestigt, die an einer Seite durchbrochen ist und die Teilung sehen läßt (Fig. 200). Die Verbindung der Libellen mit der Alhidade erfolgt durch die beiden Befestigungsschrauben l_2 und l_3 (Fig. 200 und 203) und durch die beiden Richtschrauben l_4 und l_5 , denen je eine Spiralschraube l_8 (Fig. 203) entgegenwirkt.

Der Alhidadenkreis trägt noch ein Ansatzstück f_5 (Fig. 200) mit der „Feinstellschraube“ f_6 und dem Federgehäuse f_7 mit dem Federstift f_9 . Die Spitze der Feinstellschraube f_6 lehnt sich gegen den Ansatz e_4 (Fig. 200 und 206) eines weiteren Klemmarmes e (Fig. 199 und 206), der über den früher genannten Flansch (s. S. 97) geschoben ist und nach Anzug der „Klemmschraube“ e_3 (Fig. 206 und 200) mittels des Druckstiftes e_2 und des Bremsklötzchens e_1 gegen den Flansch festgelegt werden kann. Ist die Klemmschraube e_3 gelüftet, so läßt sich die Alhidade mit ihrer Achse f (Fig. 199) und dem ganzen Oberteil des Instrumentes samt dem Klemmarm e herumdrehen. Im anderen Falle wird der Klemmarm mit der Limbusachse d (Fig. 199) fest verbunden, und man vermag nur mittels der Feinstellschraube f_6 (Fig. 200) die Alhidade gegen den Limbus um ein Geringes zu drehen.

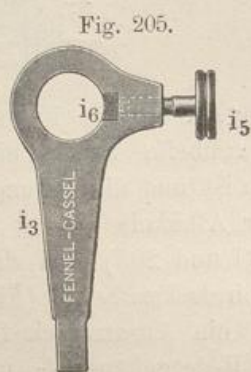
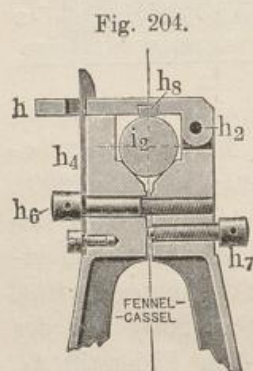
Aus dem Vorstehenden ist zu ersehen, daß beim „Repetitionstheodoliten“ sowohl die Alhidade gegen den Limbus, wie auch die Alhidade zusammen

*) Bei dem Theodoliten Figur 197b wird eine einfache Handlupe benutzt.

**) Siehe Adolf Fennel-Cassel: Geodätische Instrumente, Heft II, Nonientheodolite, Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart 1911.

mit dem Limbus sich gegen den Dreifuß grob und fein verstellen läßt. Beim „einfachen Theodoliten“ (Fig. 197 und 198) ist eine Drehung der Alhidade nur gegen den Limbus möglich, ein Verstellen des Limbus auf dem Stativ ist nur nach Lüftung der Schraube b_1 an der Schraubenstange b (siehe die Fig. 206) durchführbar, also gleichzeitig mit dem Dreifuße.

5. Die Fernrohrträger und das Fernrohr. Seitlich symmetrisch zur Mitte der Alhidade, wenn eine Dosenlibelle inmitten angebracht ist (Fig. 197), oder auf der Mitte selbst erheben sich, mit der Alhidade durch kräftige Schrauben verbunden, zwei „Fernrohrträger“ g (Fig. 199 und Fig. 197), die an den oberen Enden zu einem y-förmigen Lager (Fig. 204) für die „Horizontal- oder Kippachse“ i (Fig. 199 und i_2 204) des „Fernrohrs“ m (Fig. 199) ausgebildet sind. Die Lager werden durch aufklappbare (h Fig. 204) oder aufschraubbare Deckel geschlossen. Beim Schließen (nach Fig. 204) dringt die Schnappfeder h_4 durch die Oeffnung im Lagerdeckel h hindurch und hält denselben fest. Die Schrauben h_6 und h_7 der Fig. 204 dienen zur geringen Hebung und Senkung eines in den Lagern ruhenden zylindrischen Zapfens der Kippachse des Fernrohrs. Zu diesem Zwecke ist das eine Fernrohrlager (Fig. 199 rechts) durch einen senkrechten Schnitt (Fig. 204) geteilt, und die so entstandenen Teile können durch die beiden Schrauben (h_6 und h_7) auseinander-



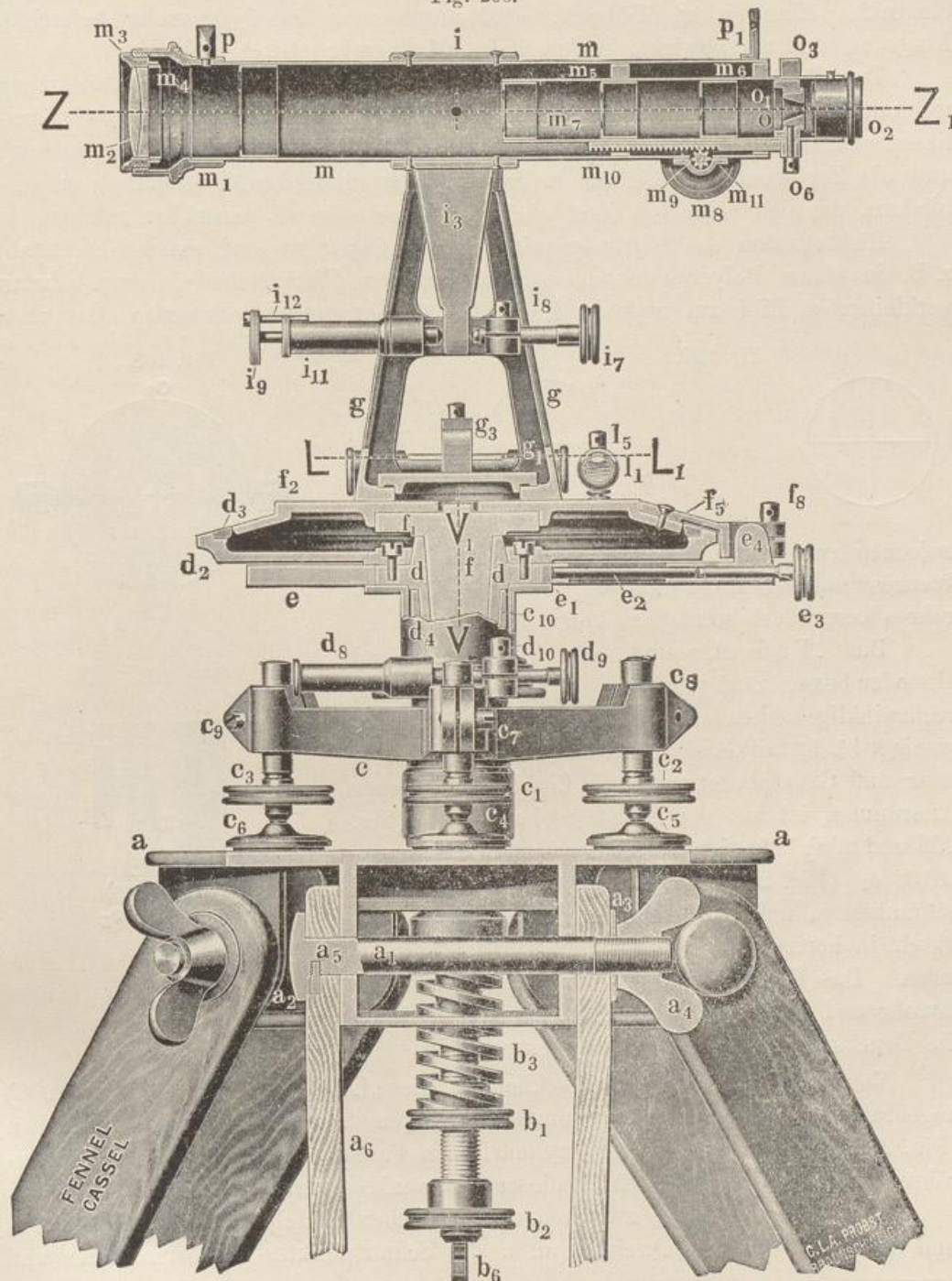
gedrückt oder zusammengezogen werden. Durch Lüftung der Schraube h_7 und Anziehen der Schraube h_6 wird das Lager enger und dadurch der Achszapfen i_2 gehoben, umgekehrt wird durch Lüften von h_6 und Anziehen von h_7 das Lager weiter, und der Achszapfen senkt sich.

Das wiederholt genannte „Fernrohr“ m (Fig. 199 und 206) ist durch die in ihrer Mitte zylindrisch gestaltete Kippachse (Fig. 199) und mit dieser durch Schrauben (Fig. 206) oder in anderer Weise verbunden und läßt sich auf der Kippachse in den oben beschriebenen Lagern der beiden Fernrohrträger „kippen“ d. h. vertikal drehen.

Für die sichere Einstellung auf einem Zielpunkt (Polygonpunkt usw.) ist, wie vor für die Alhidaden- und Limbusachse, gleichfalls eine Klemm- und Feinstellvorrichtung in Gestalt eines „Klemmhebels“ i_3 (Fig. 205) vorgesehen. Der Klemmhebel ist auf einer Seite der Kippachse aufgesteckt (Fig. 199) und wird dort durch eine Scheibe i_4 gehalten. Eine „Klemmschraube“ i_5 (Fig. 205) — in Fig. 199 nicht sichtbar — drückt auf das Bremsklötzchen i_6 und damit auf die Kippachse und hält so das Fernrohr fest, während der untere Teil des Hebels zwischen der „Feinstellschraube“ i_7 (Fig. 206) und einem Federstift in dem Federgehäuse i_{11} sitzt. Der Federstift kann mit der Scheibe i_9 zurückgezogen und außer Tätigkeit gesetzt werden, indem man ihn etwas dreht, so daß der Stift i_{12} (Fig. 206) nicht durch die seitliche Einkerbung am Federgehäuse gleitet,

sondern sich gegen den Rand des Federgehäuses stützt. Diese Einrichtung kommt in Gebrauch beim Ein- und Aussetzen des Fernrohrs, das im Transportkasten des Instrumentes (Fig. 210) einen besonderen Platz erhält.

Fig. 206.



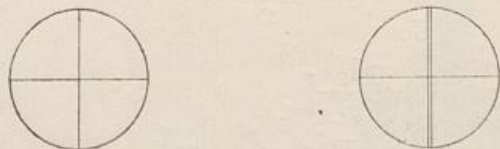
Das Fernrohr selbst ist in einer Ansicht (Fig. 199) und in einem Längenschnitt (Fig. 206) dargestellt. Es besteht aus zwei Metallröhren, dem „Ob-

ektivrohr“ m und dem „Okularrohr“ m_7 , von denen das letztere sich gegen das erstere verschieben läßt. Die Verschiebung erfolgt mittels einer Trieb- schraube m_8 , die am Okularrohr durch eine Kappe m_{11} festgehalten wird und mit dem Getriebe m_9 in eine längs des Okularrohrs befestigte Zahnstange m_{10} eingreift. Eine sichere Führung wird durch zwei im Ojektivrohr befestigte Ringe m_5 und m_6 bewirkt, in denen das Okularrohr gleitet.

Das Objektivrohr endet in dem Objektivkopfe m_1 , in dem das „Objektiv“ m_2 mit der Fassung m_3 eingeschraubt ist. Das Objektiv ist aus zwei Glas- linsen zusammengesetzt, um eine Verzerrung des Bildes (sphärische Abweichung) und die Zerlegung des Lichtes in Farben (achromatische Abweichung) zu ver- hindern, die sich beide bei einer einfacher Linse störend bemerkbar machen.

Richtet man das Fernrohr mit seinem „Objektiv“ auf einen Fluchtstab, z. B. in einem Polygonpunkte, so wird von dem Fluchtstabe ein umgekehrtes verkleinertes Bild am anderen Ende des Objektivrohres entworfen, das man

Fig. 207.



zwischen zwei vertikal stehende Fäden des „Faden- kreuzes“ auffangen und mit der „Lupe“ des Okular- rohres vergrößert betrachten kann.

Das „Fadenkreuz“, ein horizontaler und ein oder besser zwei parallele auf dem horizontalen rechtwinklig stehende Spinnfäden (Fig. 207) oder weniger häufig auf Glas geritzte und dann geschwärzte oder auf Glas photographierte Linien in gleicher Anordnung, ist auf der „Fadenblende“ o (Fig. 206 und 208) befestigt, die selbst in dem Führungs- stück o_1 (Fig. 206 und 208) mit Hilfe der Richt- schrauben o_4 und o_5 durch den Okularring o_3 hin- durch in horizontaler Richtung verschoben werden kann. Das Führungsstück o_1 steckt in dem Oku- larrrohr und wird dort samt dem Fadenkreuz durch die Druckschraube o_6 (Fig. 208) festgehalten.

Vor dem Fadenkreuz ist schließlich die „Lupe“ o_2 (Fig. 199 und 206) angebracht, in der Regel eine Zusammensetzung mehrerer Linsen nach Ramsden (Fig. 209), die in einer kurzen zylindrischen Fassung in das Ende des Okular- rohres eingepaßt ist und sich in dieser um wenig verschieben läßt.

Die Verbindungslinie zwischen dem optischen Mittelpunkt*) des Objektivs und der Mitte des Fadenkreuzes, d. h. des Schnittpunktes der horizontalen und

*) Ueber die Theorie der Linsen gibt jedes Handbuch über Physik hinreichende Auskunft.

Fig. 208.

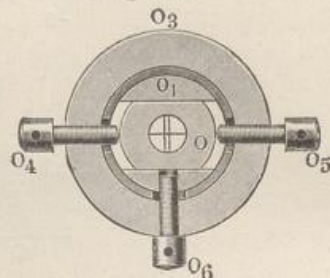
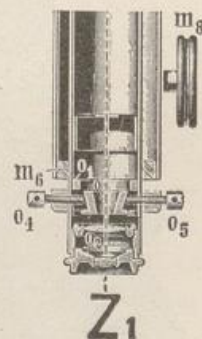


Fig. 209.



der Mittellinie der beiden auf dieser rechtwinklig stehenden Fäden, bildet die für die Einstellung des Fernrohrs auf einem Meßpunkt erforderliche „Ziellinie“ oder „Visierachse“, die in den Figuren 199 und 206 durch die Linie $Z - Z_1$ angegeben ist. Die Einstellung ist einwandfrei, wenn einmal das (umgekehrte) Bild des anvisierten Punktes genau mit der Fadenkreuzebene zusammenfällt, das ist die Ebene, in der die Fäden liegen, und wenn zweitens das Fadenkreuz für das Auge des Beobachters in deutliche Sehweite der Lupe gebracht wird.

Der letzteren Forderung ist leicht nachzukommen, indem man das Fernrohr gegen den freien Himmel kippt und die Lupe in ihrer Fassung o_2 (Fig. 199 oder 206) durch vorsichtiges Drehen im Okularrohr verschiebt, bis das Fadenkreuz scharf und tiefschwarz dem Auge erscheint. Wird hierauf das Fernrohr auf den Meßpunkt (Fluchtstab) gerichtet und das Okularrohr zusammen mit dem Fadenkreuz und der Lupe mittels der Triebsschraube m_s (Fig. 206) gegen das Objektiv verschoben, bis das Bild des Fluchtstabes zwischen den beiden aufrecht stehenden Fäden des Fadenkreuzes deutlich zu sehen ist, dann ist auch die erste Forderung erfüllt. Ob in letzterem Falle eine wirklich gute Deckung des Bildes und der Fadenkreuzebene stattfindet und nicht noch eine Abweichung, eine „Parallaxe“, vorliegt, kann man daran erkennen, daß beim Hin- und Herbewegen des Auges vor der Lupe, dem „Okular“, das Fadenkreuz sich gegen den Fluchtstab zu verschieben scheint.

Die Lage der Lupe zum Fadenkreuz bleibt für denselben Beobachter dieselbe, dagegen ist für wechselnde Entfernungen der zu beobachtenden Meßpunkte vom Instrumente die Einstellung von Okular zum Objektiv gemäß dem optischen Vorgange bei letzterem immer wieder von neuem vorzunehmen.

Das Aufsuchen des anzuzielenden Punktes wird durch eine Dioptereinrichtung auf dem Fernrohr, die niemals fehlen sollte, sehr erleichtert. Am Objektivkopfe ist ein dachförmig zulaufender Stift p (Fig. 206) angebracht, das andere Ende des Objektivrohres trägt ein aufstehendes Plättchen p_1 mit einem kleinen Schauloch.

6. Erfordernisse eines Theodolits. Ein Theodolit ist zur Messung von Horizontalwinkeln geeignet, sobald die drei früher genannten Achsen, die Alhidadenachse (S. 97), die Kippachse (S. 102) und die Visierachse (S. 105) eine bestimmte Lage zueinander haben. Es muß:

1. Die Alhidadenachse $V - V_1$ (Fig. 199) lotrecht stehen.
2. Die Kippachse $H - H_1$ (Fig. 199) horizontal liegen, damit also rechtwinklig zur Alhidadenachse.
3. Die Visierachse $Z - Z_1$ (Fig. 199) die Kippachse rechtwinklig schneiden.
4. Die Alhidadenachse, die Kippachse und die Visierachse sich in einem Punkte schneiden, siehe den gekreuzten Punkt unter i in Fig. 206.
5. Der Teilkreis rechtwinklig zur Limbusachse liegen und auch zur Alhidadenachse, da beide in inniger Verbindung stehen.
6. Bei der Drehung der Alhidade der Mittelpunkt des Alhidadenkreises mit dem des Teilkreises zusammenfallen.

Auf die gestellten Bedingungen und ihre Erfüllung durch Berichtigung des Instrumentes soll hier nicht näher eingegangen werden. Die Instrumente

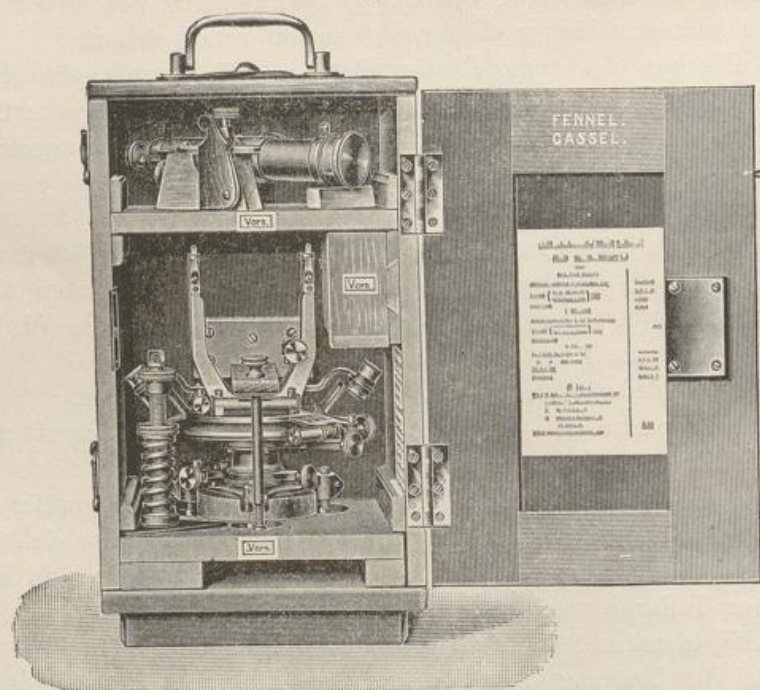
werden vom Fabrikanten, der auch insbesondere die gewünschte genaue rechtwinklige Stellung des Limbus zu dessen Achse bzw. der Alhidadenachse (s. Forderung unter 5.) geben kann, gut berichtet geliefert, vor allem aber werden die entstehenden Fehler durch die in dem folgenden Abschnitte 7 angegebenen Messungsmethoden beseitigt, indem:

- a) Die **Alhidadenachse** mit Hilfe der „Libelle“, Dosen- oder Röhrenlibelle, **genau in die Lotrechte gestellt wird**,
- b) an **zwei gegenüberliegenden Nonien** der Albidade **abgelesen**,
- c) die Beobachtung in **zwei Fernrohrlagen** durchgeführt wird.

Im Bedarfsfalle benutze man die zum Theodolite gehörende „Berichtigungsanweisung“, die beim Ankaufe jedem Instrumente beigelegt wird.

7. Aufstellung und Gebrauch des Theodolits. Der Theodolit wird, wie schon gesagt wurde (s. S. 94), in Verbindung mit einem Stativ benutzt. Man stellt nach Lüftung der Flügelschrauben den runden Ausschnitt (Fig. 196) des nach Augenmaß horizontal gehaltenen Stativkopfes möglichst lotrecht über dem Scheitelpunkte des zu messenden Winkels auf, drückt die Schuhspitzen in den Boden und zieht wieder die Flügelschrauben, jedoch nicht zu stark an. Der Theodolit wird sodann dem Transportkasten (Fig. 210) entnommen und mit der Schraubenstange b (Fig. 199), der gleichfalls im Kasten aufbewahrt wird (Fig. 210 links) oder an dem Stativ befestigt ist, zunächst unter kaum merklicher Anspannung der Spiralfeder b_3 mit dem Stativkopfe verbunden.

Fig. 210.



Ist das Fernrohr besonders im Kasten untergebracht, was für den Transport (s. u.) sehr zu empfehlen ist, so wird dieses in das Lager der Fernrohrträger gelegt und nach Schließen der Deckel h (Fig. 204) der Federstift i_9 (Fig. 206)

gegen den Klemmhebel i_3 (Fig. 206) geführt. Es folgt hierauf die erste (rohe) Einstellung der Alhidadenachse in die Lotrechte mit Hilfe der Dosenlibelle (s. u.) oder der Kreuzlibellen (s. u.) unter Benutzung der Stellschrauben des Dreifußes

Fig. 211.

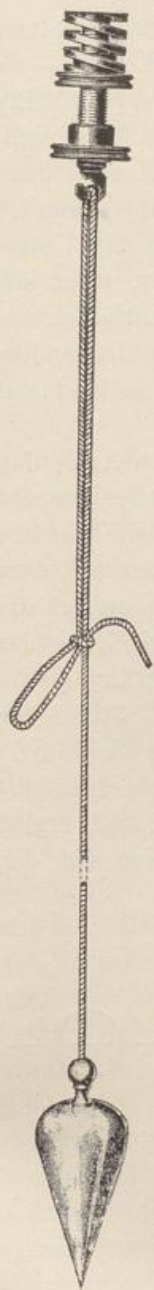
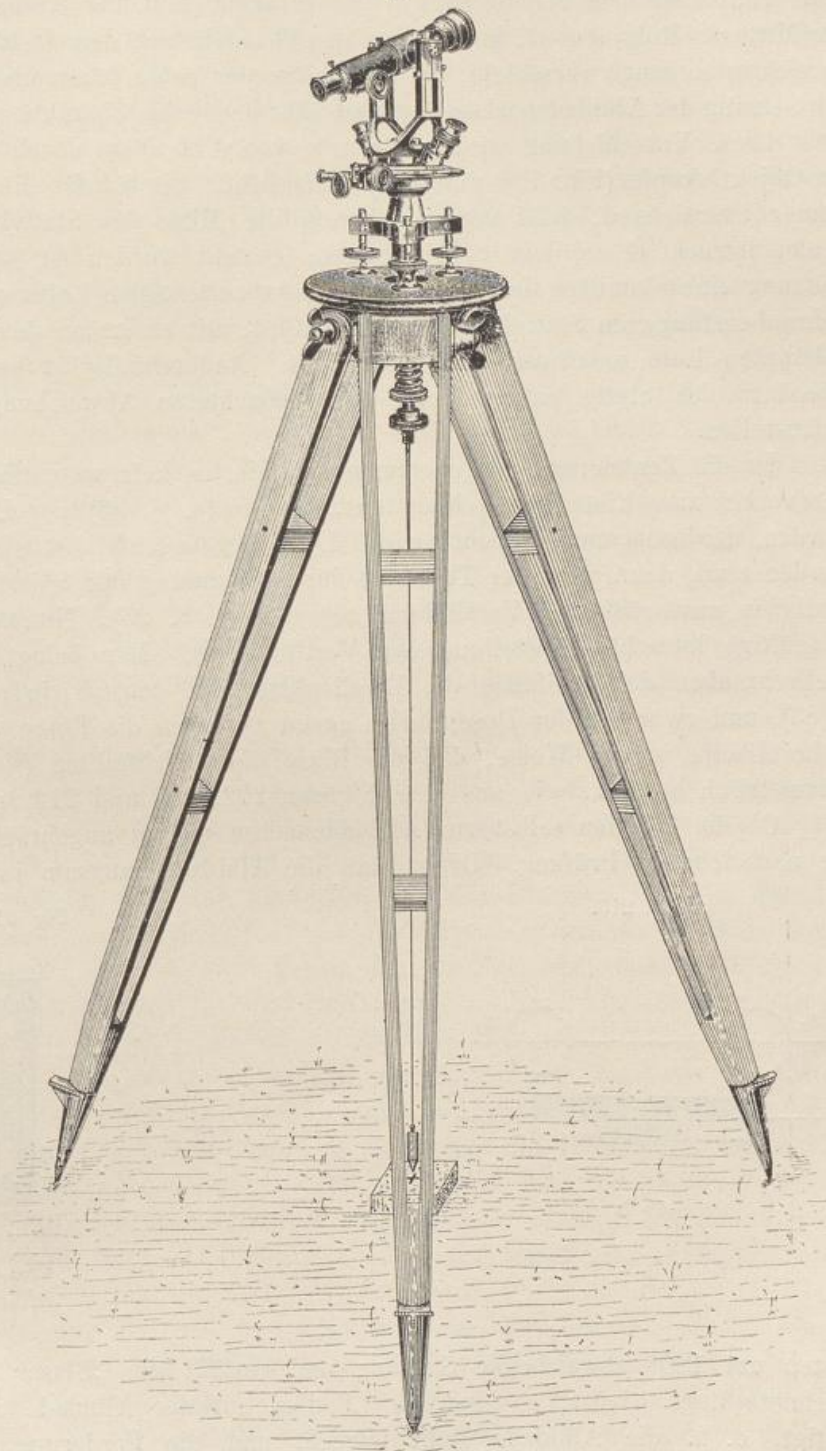


Fig. 212.



(s. S. 95), nachdem an den Lothaken b_6 (Fig. 199) das „Zentrierlot“, ein einfaches Fadenlot (Fig. 56) in einer Schlinge (Fig. 211) aufgehängt wurde, mittels der der Lotkörper gehoben oder gesenkt werden kann. Das Lot dient zur „Zentrierung“ des Mittelpunktes des Limbus, also auch der Alhidadenachse $V-V_1$ (Fig. 199) über dem Scheitelpunkte des Winkels (z. B. der Kreuzmarke Fig. 14, der Mitte des Rohres usw), indem man den Theodolit auf dem feststehenden Stativ vorsichtig so lange verschiebt, bis die Spitze des ruhig hängenden Lotes — als Fortsetzung der Alhidadenachse — genau über dem Scheitelpunkte steht (Fig. 212).

Diese Verschiebung wird in Grenzen von 4 bis 5 cm durch den Ausschnitt im Objektivkopfe (Fig. 196 und 199) ermöglicht. Sie ist für die „Zentrierung“ immer ausreichend, falls von vornherein die Mitte des Stativkopfes ziemlich genau lotrecht über dem Scheitelpunkte gestellt worden ist, was mit Unterstützung eines inmitten des Ausschnittes herabzulassenden Lotes oder, wenn die Schraubenstange am Stativkopfe angebracht ist, mit einem an dem Lothaken angehängten Lote unschwer zu erreichen ist. Anderenfalls ist bei aufruhendem Theodolit das Stativ entsprechend der beobachteten Abweichung noch einmal aufzustellen.

Ist die Zentrierung vorgenommen und hierbei kein wesentlicher Ausschlag der vorher zum Einspielen gebrachten „Blase“ (s. S. 83) der Libelle bemerkt worden, der sonst unter Beachtung des Lotes gegebenenfalls wiederholt beseitigt werden muß, dann wird der Theodolit durch Spannung der Spiralfeder mit dem Stativ in unverrückbare Verbindung gebracht (s. S. 96). Nunmehr erfolgt die endgültige lotrechte Einstellung der Vertikalachse. Man bringt mit Hilfe der Stellschrauben des Dreifußes die Libellenblase auf den „Spielpunkt“ (siehe S. 83), und zwar bei der Dosenlibelle genau zwischen die Ringe (S. 83) bei der Röhrenlibelle in der Weise, daß die Blase die Strichteilung (siehe Seite 101) symmetrisch bespült, wie aus den Figuren 202, 213 und 214 zu ersehen ist.

Ob die Libellen selbst zur Alhidadenachse richtig angebracht sind, ergibt die nachstehende Prüfung. Dreht man die Alhidade langsam in eine von der

Fig. 213.

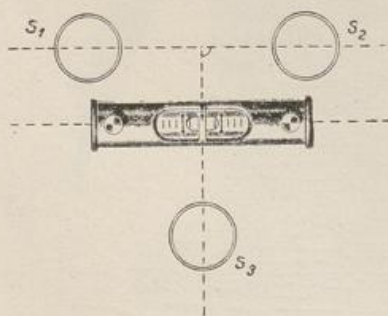
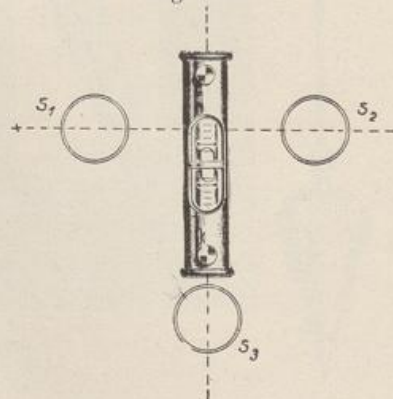


Fig. 214.



ersten um 180° abweichende Stellung und verläßt die „Blase“ die oben bezeichnete Lage nicht, so sind die Libellen auf der Alhidade zutreffend befestigt, d. h. die Alhidade steht lotrecht und die Forderung unter 1. auf

Seite 105 ist erfüllt. Im anderen Falle ist eine Berichtigung der Libellen vorzunehmen.

Handelt es sich um eine Dosenlibelle, so wird der halbe größte Ausschlag durch die an der Libellenfassung sich befindlichen drei Richtschrauben beseitigt. Wird hierauf durch die Stellschrauben des Dreifußes die Libelle zum „Einspielen“ gebracht, dann steht die Alhidadenachse lotrecht. Eine sich zeigende, wesentlich kleinere Abweichung der Blase bei erneuter Drehung um 180° wird in gleicher Weise, nötigenfalls durch Wiederholung des Verfahrens, gänzlich beseitigt.

Die Berichtigung der Kreuzlibellen erfolgt einzeln. Man stellt die eine von ihnen durch Drehung der Alhidade parallel zu zwei Stellschrauben des Dreifußes s_1 und s_2 der Fig. 213 und bringt durch letztere (s_1 oder s_2) die Blase zum Einspielen. Hierauf dreht man die Alhidade um 180° , beseitigt die Hälfte des sich zeigenden Ausschlages mit Hilfe der Richtschraube der Libellenfassung l_4 (Fig. 203) und bringt die Blase in dieser neuen Stellung mit Hilfe der Stellschrauben (s_1 oder s_2) wieder zum Einspielen. Nun stellt man die Röhrenlibelle über die dritte Stellschraube s_3 (Fig. 214) und läßt mit dieser die Blase auf den „Spielpunkt“ einspielen. Ist der geschilderte Vorgang einwandfrei durchgeführt worden, dann steht die Alhidadenachse lotrecht und die Libellenblase bleibt bei beliebiger Drehung der Alhidade auf dem Spielpunkte stehen. In der Regel muß die Berichtigung, wenn sie einmal notwendig wird, in der angegebenen Weise wiederholt werden.

Die andere der beiden Kreuzlibellen erhält die gewünschte Lage, wenn sie nach Lotrechtstellung der Alhidadenachse durch die berichtigte erste Libelle unter Benutzung ihrer Richtschraube l_4 (Fig. 203) einmal genau zum „Einspielen“ gebracht wird.

Sobald nach Obigem die Alhidadenachse zentrisch und lotrecht aufgestellt ist, kann mit der Winkelmessung begonnen werden; dabei wird vorausgesetzt, daß die beiden Endpunkte der Winkelschenkel durch eingelotete Fluchtstäbe (s. S. 83) gut sichtbar gemacht sind. Man richtet das Fernrohr unter Benutzung der Dioptervorrichtung $p p_1$ der Figur 206 auf den Fluchtstab, stellt dasselbe mit der Klemmschraube i_5 (Fig. 205) auf der Kippachse und die Alhidade durch die Klemmschraube e_3 (Fig. 206) gegen den Dreifuß fest und dreht die bezüglichen Feinstellschrauben i_7 (Fig. 206) bzw. f_6 (Fig. 200), bis der (umgekehrt gesehene) Fluchtstab genau mitten zwischen den beiden Fäden des Fadekreuzes erscheint oder, wenn er in geringer Entfernung liegt, bis die Mittellinie der Fäden die Mittellinie des Fluchtstabes trifft. Dann ist die Schenkelrichtung gegen den Limbus festgelegt und man kann die Ablesung an den beiden Nonien der Alhidade vornehmen. In gleicher Weise wird die zweite Schenkelrichtung oder, falls mehrere Schenkel (Fig. 224) in einem Scheitelpunkte zusammenstoßen, auch eine dritte, vierte . . . Richtung nacheinander (im Sinne des Uhrzeigers) eingestellt und am Teilkreise abgelesen.

Zur Beseitigung der aus der Nichterfüllung der Forderungen 2. bis 4. auf Seite 105 entstehenden Fehler wird die Messung in zwei Fernrohrlagen durchgeführt, indem man nach der angegebenen Beobachtung das Fernrohr um 180° „kippt“ (s. S. 102) und die Messung, am besten in umgekehrter Reihen-

folge (von rechts nach links), wiederholt. Ueber die Niederschrift der Beobachtungen im einzelnen und die Berechnung berichtet eingehend der weiter folgende Abschnitt 10.

Ist auf mehreren Punkten, z. B. Polygonpunkten, die Winkelmessung nach einander durchzuführen, so wird der Theodolit zum Transport auf dem Stativ belassen. Nach Abnahme des Lotes und nach Lösung der Flügelschrauben hebt man das Stativ vom Boden, legt die Stativbeine zusammen und trägt das Instrument, den Stativkopf mit dem Theodolit nach oben gerichtet, vorsichtig zum nächsten Punkte.

Wird der Theodolit zum Transporte verpackt, so ist die vorgeschriebene Lage der Instrumententeile in dem Kasten (Fig. 210) genau zu beachten. Bei dem hier beschriebenen Theodoliten von Fennel in Cassel, dessen Verpackung im wesentlichen derjenigen anderer Firmen entspricht, wird der Dreifuß auf einem Schiebebrett von unten durch eine Schraubenmutter, die in das Gewinde der Dreifußbuchse eingreift, festgeschraubt. Durch eine keilförmige auf dem Boden des Kastens befindliche Holzleiste wird verhindert, daß durch Stöße während des Transports sich diese Mutter löst. Zur Sicherung des Dreifußes mit der Alhidade ist weiter ein federnder Holzbügel angebracht, der sich mit einem Ende gegen einen Ansatz an der Rückwand des Kastens stützt. Seine Mitte drückt zwischen den beiden Fernrohrträgern zentrisch auf die Alhidadenachse, sobald eine lange Klemmschraube, deren Muttergewinde sich in dem genannten Schiebebrett (Fig. 210) befindet, am vorderen Ende des Holzbügels sanft angezogen wird. Bei diesen zwei Befestigungen des unteren Teiles des Theodolits werden auch starke Stöße beim Transport ohne Schaden des Instruments bleiben. Das Fernrohr wird für sich auf einem besonderen Schiebebrett gelagert und durch Ueberfälle und Anschlagklötzchen festgehalten. Hierbei wird eine Belastung der Fernrohrträger ganz ausgeschaltet und die beim Transportieren von Theodoliten mit nicht abnehmbarem Fernrohr vorkommenden Verbiegungen an Instrumententeilen sind hier fast ausgeschlossen.

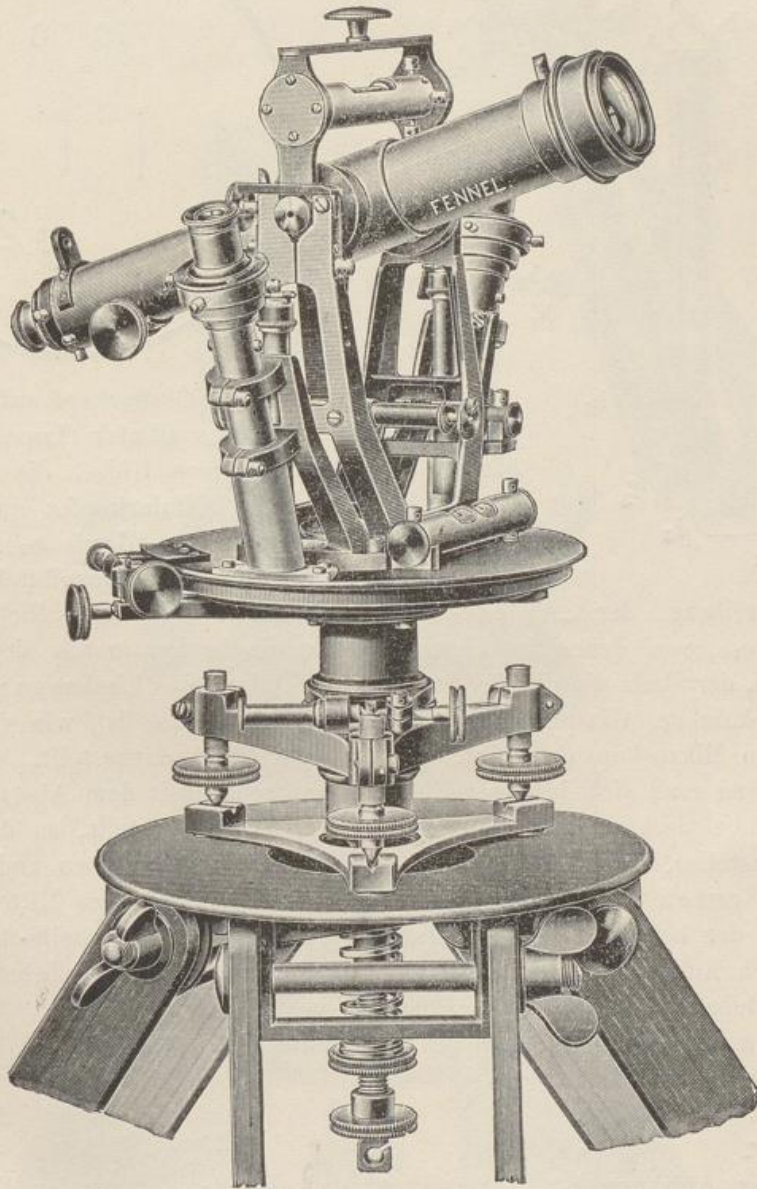
8. Mikroskop-Theodolite. Kleinere und mittlere Theodolite werden außer mit den auf S. 100 usw. beschriebenen „Nonien“ mit sehr praktischen Ablesevorrichtungen, mit „Skalen-Mikroskopen“ und „Nonien-Mikroskopen“ ausgestattet, die im allgemeinen bequemer und genauer, wenn auch etwas teurer als einfache Nonien sind.

Die Bauart solcher Theodolite stimmt mit dem oben beschriebenen Instrumente, wie schon der Anblick der weiteren Abbildungen zeigt, im wesentlichen überein. Statt eines Nonius (Fig. 200 a und 200 b), der an der Kreisteilung entlang läuft, sind hier, siehe Fig. 215 und 217*), die beiden Lupen (Fig. 199) zu Mikroskopen ausgebildet, deren Längsschnitt in Fig. 216 dargestellt ist. Es ist d_2 der Teilkreis, d_3 die Silbereinlage mit der Teilung und f_2 die Alhidade. Mit letzterer fest durch Schrauben verbunden ist der Mikroskop-

*) Die auf der „Kippachse“ der Theodolite Fig. 215 und 217 aufgesetzte Röhrenlibelle, eine „Reiterlibelle“, dient (wie die beiden Kreuzlibellen) zur genaueren Einstellung der Alhidadenachse in die Lotrechte, ferner auch zur Justierung des Instrumentes gemäß den Forderungen auf Seite 105.

halter h und seine zwei ringförmigen Ansatzstücke h_1 und h_2 , in die das Mikroskoprohr o gesteckt wird. Durch die Schraube h_3 und h_4 wird das Rohr in den Ansatzstücken festgeklemmt. Auf der Alhidade sitzt ferner eine Hülse h_5 , um störendes Seitenlicht von der Kreisteilung fern zu halten und diese möglichst staubsicher zu verdecken. Die Hülse umschließt das Objektiv o_2 des Mikro-

Fig. 215.



skops und trägt auf einem hohlen Ansatz das Leuchtrohr h_6 , das mit einem Glasscheibchen h_{10} abgeschlossen ist. Um das Ende dreht sich eine kurze Hülse h_7 — durch die Schraube h_9 gegen den Leuchtrohrkopf gesichert — und ist mit einem auf- und niederklappbaren Reflektor h_8 versehen. In dem äußeren Mikroskoprohr o verschiebbar ist das innere Rohr o_1 mit der Objektivfassung

o_2 und dem Objektiv o_3 angebracht. Eine Verschiebung der beiden Rohre wird gehindert durch zwei Schraubchen o_{13} und o_{14} (s. Fig. 215), deren Lage in Fig. 216 nur für o_{13} zu erkennen ist. Auf dem oberen Ende des äußeren

Fig. 216.

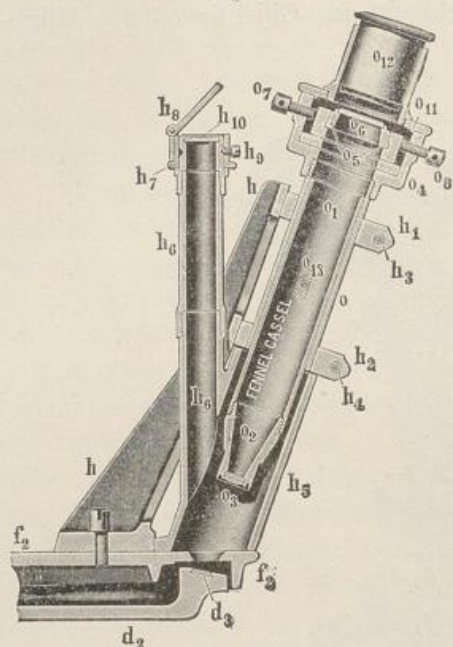
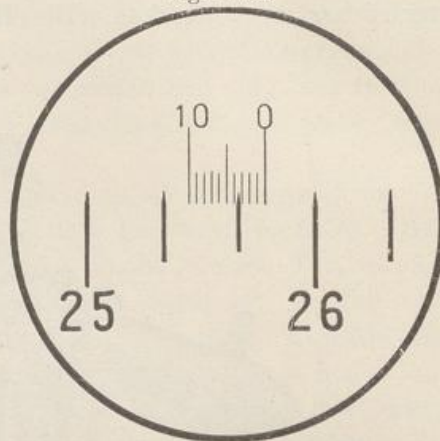


Fig. 216 a.



Rohres o ist der Okularkopf aufgeschraubt. Dieser trägt das Okular (Lupe) o_{12} , verschiebbar in einer Hülse, die auf einem Ringe o_{11} des Okularkopfes aufsitzt, und eine Doppelschlitten-Blende o_5 , auf deren oberen Schlitten ein Glasplättchen o_6 mit

der Ablese-Teilung, der „Ablese-Skala“ befestigt ist. Vier Richtschrauben o_7, o_8, o_9, o_{10} , von denen in Figur 216 nur die beiden ersten sichtbar sind, dienen dazu, der Skala die richtige Stellung zur Teilung des Limbus zu geben (s. u.)

Die Skala des Glasplättchens o_6 und die Kreisteilung ist, wie sie dem Beobachter im Mikroskop erscheint, in der Figur 216a dargestellt. Erstere ist zehnteilig und muß sich in ihrer Gesamtlänge genau mit dem Abstände zweier Kreisteilstriche decken. Der Limbus ist in $\frac{1}{3}^\circ = 20'$ geteilt, so daß Zehntel eines Limbusteiles, also Doppel-Minuten, unmittelbar abgelesen und Zehntel-Doppel-Minuten geschätzt werden können. Die Bildung des Mittels aus den Ablesungen der beiden Mikroskope (s. Spalte 3 und 4 des Winkelbuches S. 122) erfolgt durch Addition der abgelesenen Doppel-Minuten (d) und Zehntel-Doppel-Minuten. Beispielsweise gibt die Ablesung in der Figur 216a:

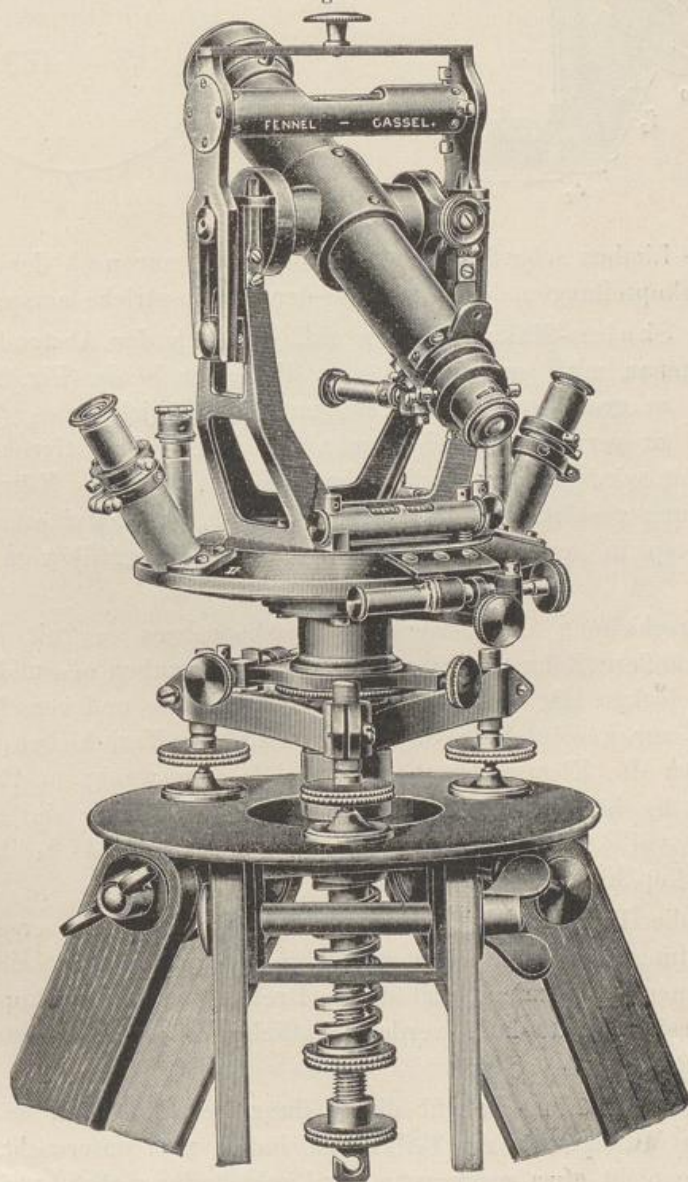
25° 23,4d	
Wäre in dem anderen Mikroskop des Theodolits abgelesen	23,5d
	25° 46,9
so ist der gesuchte Wert	25° 46' 54"
oder	
da $0,1' = 6''$.	

Bei der Ablesung ist zu beachten, daß die Bezifferung der Kreisteilung von links nach rechts, die Bezifferung der Mikroskop-Skala von rechts nach links verläuft (Fig. 216a).

Die Einrichtung der „Nonien-Mikroskop-Theodolite“ ist fast die gleiche wie vor; die Mikroskope sind etwas kürzer, wie aus der Figur 217 und dem Längsschnitt durch das Mikroskop (Fig. 217a) zu ersehen ist. Ein Glas-

plättchen n_8 der Fig. 217 a trägt gemäß der Fig. 218 die Teilung eines Nonius, der bei einer Kreisteilung von $\frac{1}{12}^\circ = 5'$ eine unmittelbare Ablesung von $\frac{1}{2}' = 30''$ zuläßt. Der Fig. 218 ist die Einstellung zu $162^\circ 11' 30''$ leicht zu entnehmen. Die Striche der Nonien greifen etwas über die Limbusstriche hinweg, wodurch eine sehr scharfe Ablesung ermöglicht wird. Diese ist auch viel zuverlässiger und strengt das Auge weit weniger an als der Nonius der gewöhnlichen Art (s. Fig. 100). Dazu ist das Gesichtsfeld des Mikroskop-Nonius wegen seiner Kürze übersichtlicher als das der sonstigen Nonien, so daß die Arbeit schneller von statten geht.

Fig. 217.



Bei Verwendung der Mikroskop-Ablesevorrichtungen ist zunächst darauf zu achten, daß die Teilung auf dem Glasplättchen möglichst scharf zu sehen ist,

Schewior, Feldmessen I.

Man sorgt durch den Reflektor (h_8 der Fig. 215 a bzw. v_2 der Fig. 217 a) dafür, daß die Skala bzw. der Nonius gut hell erscheint und verschiebt das Okular (o_{12} bzw. n_{10}) entsprechend dem Auge des Beobachters, bis das Bild der Teilung völlig deutlich erscheint. Sind dann in dem Mikroskope gleichzeitig auch die

Fig. 217 a.

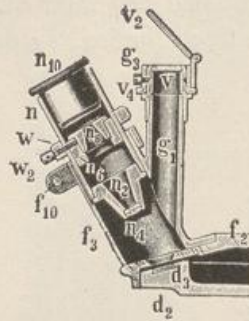
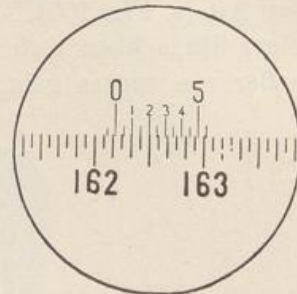


Fig. 218.



Teilstriche des Limbus scharf zu sehen, so bedarf es nur noch der Untersuchung, ob die Mikroskopteilungen dem Abstände der Limbusstriche entsprechen.

Bei den Skalen-Mikroskopen muß hiernach der Abstand der Limbusstriche sich genau mit der zur Ablesung dienenden Skala (Fig. 216 a) decken. Ist die Skala zu groß, so ist die Entfernung des Objektivs o_3 (Fig. 216) von der Skala o_6 zu vergrößern, indem man das innere Objektivrohr nach unten schiebt. Damit wird aber auch die scharfe Einstellung des Mikroskops gegen die Limbusteilung gestört, und diese wird nur dadurch wieder erhalten, daß das ganze Mikroskop in den Ringansätzen h_1 und h_2 (Fig. 216) vom Limbus entfernt wird.

Die Verschiebung des inneren Mikroskoprohres o_1 mit dem Objektiv o_3 gegen das äußere Rohr o wird mit Hilfe der Schrauben o_{13} und o_{14} bewerkstelligt. Man löckert die Schrauben, faßt an ihre Köpfe und verschiebt das Rohr vorsichtig bis zur gewünschten Stellung. Geht das Verschieben sehr schwer, dann sind auch die Klemmschrauben h_3 und h_4 ein wenig zu lüften, da die Ringe h_1 und h_2 beide Rohre o_1 und o umschließen und sie gegeneinander pressen. Bei vollständiger Lösung der Schrauben h_3 und h_4 läßt sich das ganze Mikroskop hin- und herschieben.

Stimmt die Teilung des Limbus mit der Skala überein, erscheinen Skala und Limbusteilung dem Auge völlig scharf und verlaufen die Striche der Skala parallel zu denen des Limbus, was durch Drehung des Mikroskopes um seine Längsachse erreicht wird, dann werden sämtliche vorher gelockerten Schrauben wieder angezogen.

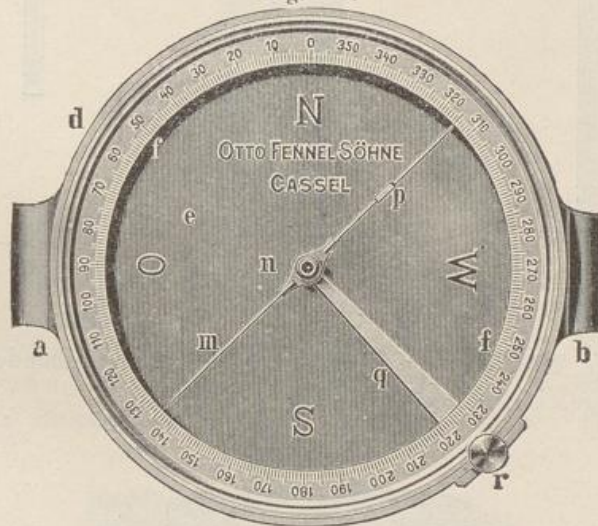
Eine weitere Prüfung betrifft die Stellung der Skalen in den beiden Mikroskopen zum Mittelpunkte des Teilkreises, indem man untersucht, ob von den Skalen die eine nicht etwa weiter von der Limbusteilung absteht als die andere. Eine Abweichung wird durch Verschieben des Schlittens mit der Skala unter Benutzung der Richtschrauben o_7 und o_8 beseitigt, derart, daß die Striche beider

Skalen gleichmäßig ein wenig in die Limbusteilung eingreifen, wie der Abbildung Fig. 216 a zu entnehmen ist.

Schließlich ist festzustellen, ob die Lage der beiden Skalen einem Winkelunterschied von 180° entspricht. Stellt man hierzu das Mikroskop I mit dem Nullstrich der Skala auf Null der Limbusteilung und liest am Mikroskop II einen gegen 180° unterschiedlichen Winkelwert ab, so ist die Skala tangential zur Limbusteilung mittels der Richtschrauben o_9 und o_{10} (in der Fig. 216 nicht sichtbar) um diesen Betrag zu verschieben.

9. Theodolit mit Bussole. Für die Ermittlung der magnetischen und hierdurch auch der astronomischen Nordrichtung (s. S. 89 usw.) wird dem Theodolit eine Bussole beigefügt, entweder in Gestalt einer „Büchsenbusssole“, bei der die Magnetnadel in einem vollen Teilkreise schwingen kann, oder aber als „Kastenbusssole“, die zur Orientierung des Teilkreises vollständig ausreicht und nur mit je einer Strichmarke für die beiden Nadelenden versehen ist.

Fig. 219.



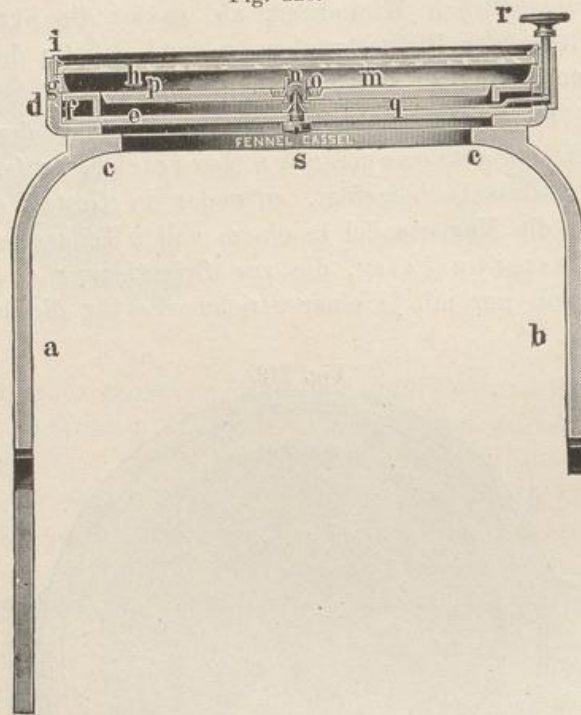
Die Bussolen werden in der Regel erst beim Gebrauche auf die Kippachse des Fernrohres aufgesetzt und sind zweckmäßig so eingerichtet, daß die Verbindungslinie der Teilstriche 0° bis 180° der „Büchsenbusssole“ bzw. der beiden Strichmarken der „Kastenbusssole“ nahezu in der Kippebene oder nahezu parallel zur Kippebene des Fernrohres verläuft.

a) Büchsenbusssole. Die Figuren 219, 220 und 221 zeigen die Aufsicht, den Schnitt und die Ansicht einer Büchsenbusssole. Die Busssole wird auf der Kippachse des Fernrohres mittels der Füße a und b (Fig. 220) aufgesetzt, siehe Fig. 221. Der Fuß a ist länger als der Fuß b und umschließt mit seinem unteren gabelförmigen Ende ein am Fernrohrträger befestigtes rundes Führungsstück (Fig. 221), das ein Kippen der Busssole auf der Achse des Fernrohres verhindert.

Die Füße a und b sitzen an einem Ringe c (Fig. 220), auf dem die Büchse d der Busssole aufgeschraubt ist. In letztere ist die Bodenplatte e

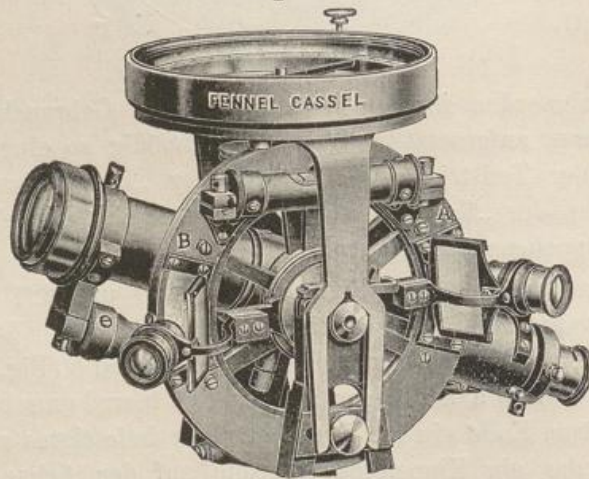
(Fig. 219 und 220) eingepaßt, ferner der Teilkreis f sowie die beiden Ringe g und i als Auflage und Befestigung des Deckglases h. Die „Pinne“ s ist zentrisch zum Teilkreise in den Boden eingeschraubt und trägt die Magnetnadel m. Diese ruht auf der Pinne mittels des Hütchens n, das in einer Fassung o an-

Fig. 220.



gebracht ist. Die Höhlung des meist aus Achat bestehenden Hütchens ist trichterförmig ausgeschliffen und sorgfältig poliert.

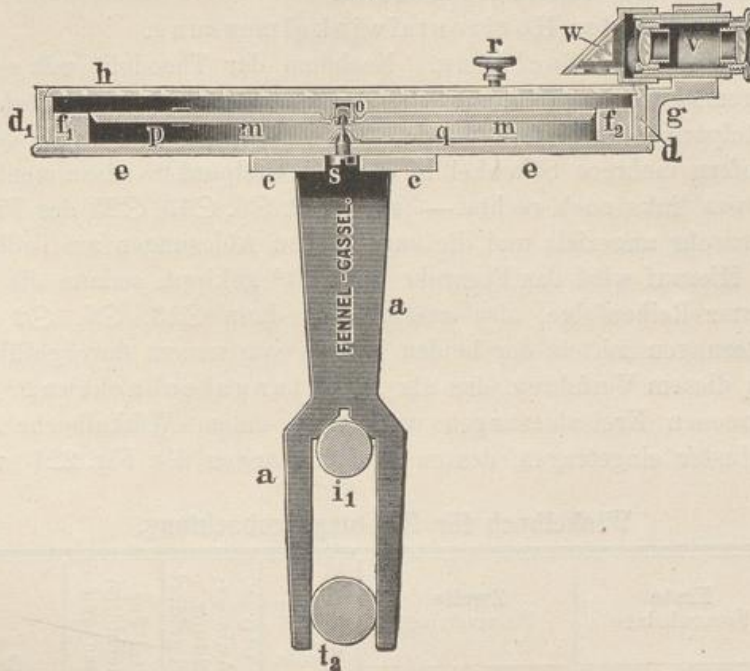
Fig. 221.



Die Magnetnadel ist hochkantig gestellt, wodurch eine erwünschte Dämpfung der Schwingungen und mit den dünnen in eine stumpfe Spitze auslaufenden Enden eine scharfe Ablesung an dem in Grade geteilten Teilkreise erreicht wird.

Das Südende der Nadel trägt ein verschiebbares kleines Gewicht p (Fig. 219), mit dem das Gleichgewicht der Nadel gegenüber der „Inklination*“) hergestellt wird.

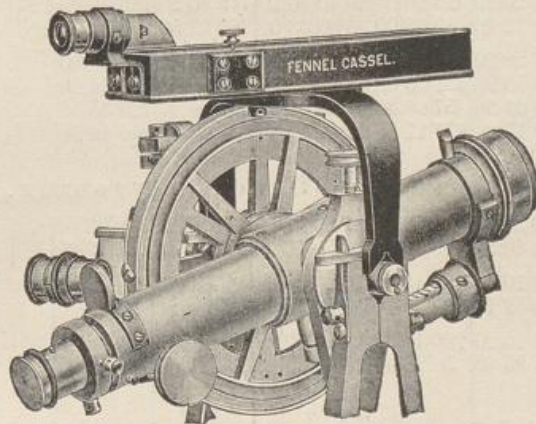
Fig. 222.



Wenn die Magnetnadel außer Gebrauch ist (s. a. S. 87), wird sie durch den federnden doppelarmigen Hebel q mittels der Druckschraube r von der Pinne gehoben und sanft an das Deckglas gedrückt.

β) Kastenbussole (Fig. 222 und 223). Die Aufsatzvorrichtung und die wesentlichen Bestandteile sind die gleichen wie bei der Büchsenbussole.

Fig. 223.



Auf dem Boden e des länglichen Metallkastens, der durch das Fenster h geschlossen ist, befinden sich die beiden Metallklötzchen f_1 und f_2 , deren ver-

*) „Inklination“ ist die Abweichung der Magnetnadel von der horizontalen Ebene.

silberte Oberflächen je eine feine Strichmarke tragen. Zur genauen Einstellung der Magnetnadel vom Okular des Fernrohrs aus (Fig. 223) ist über dem Südeude der Nadel ein rechtwinkliges Glasprisma w (s. a. S. 91) und eine Lupe v (s. S. 104) mittels des Halters g angebracht.

10. Methoden der Horizontalwinkelmessung.

α) Richtungsbeobachtung. Nachdem der Theodolit mit seiner Alhidadenachse gemäß den Angaben auf Seite 106 usw. zentrisch und lotrecht über dem Winkelscheitelpunkte aufgestellt worden ist, werden die Endpunkte der Winkelschenkel, sofern mehrere Schenkel in dem Scheitelpunkte zusammentreffen, der Reihe nach von links nach rechts — (z. B. ⊙2, ⊙6, ⊙13, ⊙25 der Fig. 224) — mit dem Fernrohr angezielt und die zugehörigen Ablesungen am Teilkreise vorgenommen. Hierauf wird das Fernrohr um 180° gekippt, sodann die Zielpunkte in umgekehrter Reihenfolge, also zuerst ⊙25, dann ⊙13, ⊙6, ⊙2 eingestellt und die Ablesungen mittels der beiden Nonien von neuem durchgeführt.

Die in diesem Verfahren, das als „Richtungsbeobachtung“ bezeichnet wird, gewonnenen Kreisablesungen werden in einem Winkelbuche von nachstehendem Muster eingetragen, dessen Aufzeichnungen der Fig. 224 entsprechen.

Winkelbuch für Richtungsbeobachtung.

Standpunkt	Zielpunkt	Erste Fernrohrlage			Zweite Fernrohrlage			Mittel aus Spalte 5 u. 8	Auf 0° 0' 0" der Anfangsrichtung zurückgeführt	Mittel der wiederholten Messungen	Bemerkungen
		Nonius I	Nonius II	Mittel	Nonius I	Nonius II	Mittel				
		o' " "	o' " "	o' " "	o' " "	o' " "	o' " "				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

1. Richtungsbeobachtung zu Fig. 224.

1. Messung	⊙1	⊙2	22 44 00	44 00 44 00	202 43 40	44 20 44 00	22 44 00	0 00 00	0 00 00	Beobachtet mit einem Theodoliten von Fennel-Cassel. Noniuseinheit a = 20"
	⊙6	84 10 40	10 20 10 30	264 10 00	10 20 10 10	84 10 20	61 26 20	61 26 30		
	⊙13	149 20 00	20 40 20 20	329 20 00	20 40 20 20	149 20 20	126 36 20	126 36 08		
2. Messung	⊙25	269 32 40	32 40 32 40	89 33 00	33 00 33 00	269 32 50	246 48 50	246 48 50		
	⊙2	110 28 20	28 20 28 20	290 28 40	29 00 28 50	110 28 35	0 00 00			
	⊙6	171 55 00	55 40 55 20	351 55 00	55 20 55 10	171 55 15	61 26 40			
	⊙13	237 04 40	04 20 04 30	57 04 40	04 20 04 30	237 04 30	126 35 55			
	⊙25	357 17 00	17 40 17 20	177 17 20	17 40 17 30	357 17 25	246 48 50			

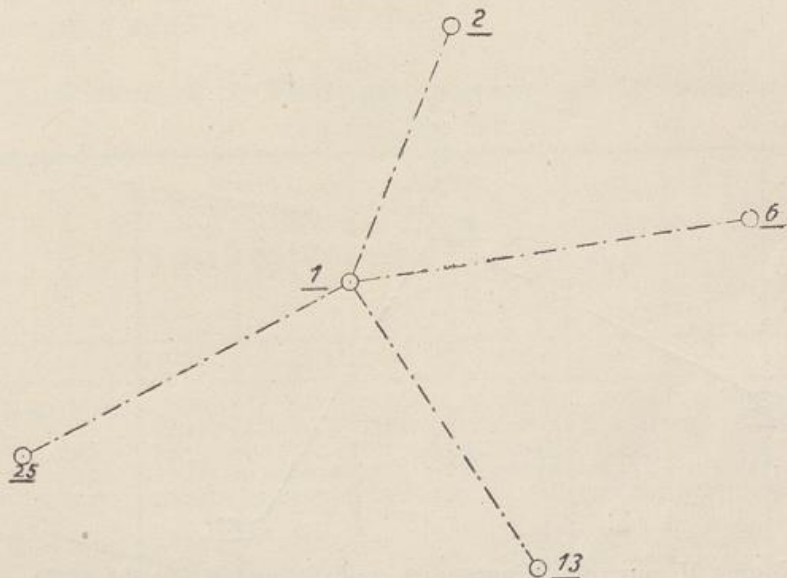
2. Winkelmessung zum offenen Polygonzug, Fig. 180.

⊙2	⊙1	12 21 20	21 40 21 30	192 21 00	21 20 21 10	12 21 20	0 00 00	Polygonseiten: ⊙1—⊙2 = 127,97
	⊙3	279 40 40	40 20 40 30	99 40 50	40 50 40 50	279 40 40	267 19 20		⊙2—⊙3 = 133,07
⊙3	⊙2	45 10 20	10 00 10 10	225 10 40	10 20 10 30	45 10 20	0 00 00	⊙3—⊙4 = 146,51
	⊙4	127 52 00	52 20 52 10	307 52 40	52 20 52 30	127 52 20	82 42 00	⊙4—⊙5 = 139,90
⊙4	⊙3	100 10 20	10 20 10 20	280 10 40	10 40 10 40	100 10 30	0 00 00	übernommen aus d. Winkelbuch S. 84.
	⊙5	230 25 20	25 40 25 30	50 25 40	25 40 25 40	230 25 35	130 15 05	

In der Regel wird man zur Erhöhung der Genauigkeit der Winkelmessung und zum Schutze gegen Ablesefehler eine nochmalige Beobachtung anordnen, wie aus dem obigen Winkelbuche für die Figur 224 zu entnehmen ist.

Steht nur ein „einfacher Theodolit“ (Fig. 197) zur Verfügung, so wird nach Lüftung der Spiralfeder an der Schraubenstange das Instrument auf dem festbleibenden Stativ um etwa 90° gedreht und nach lotrechter wie zentrischer Einstellung der Alhidadenachse und Spannung der Spiralfeder von neuem in der

Fig. 224.



oben angegebenen Weise beobachtet. Dagegen wird bei einem „Repetitions-theodoliten“ nur die Klemmschraube d_7 (Fig. 199) für den Teilkreis gelöst, die Alhidade bei festgespannter Klemmschraube e_3 (Fig. 206) um 90° gedreht, hierauf die Klemmschraube d_7 wieder angezogen und nach Ueberprüfung der lotrechten Stellung der Alhidadenachse die zweite Beobachtung vorgenommen.

Die Art der Eintragung der Winkelmessergebnisse ist deutlich aus dem Winkelbuche (S. 118) zu ersehen. Zu bemerken ist nur, daß die Spalte 10 (s. a. S. 92) durch Abzug des Mittels (Spalte 9) der ersten Schenkelrichtung von den anderen Richtungen entstanden ist. Hierdurch wird erstere zu $0^\circ 00' 00''$ erhalten, und man kann die 2. Messung (siehe das Winkelbuch) und die 1. Messung leicht in einem endgültigen Mittel (Spalte 11) zusammenfassen. Aus der Spalte 11 läßt sich dann jeder Winkel durch entsprechenden Abzug entnehmen. Beispielsweise ist

Fig. 224 a.

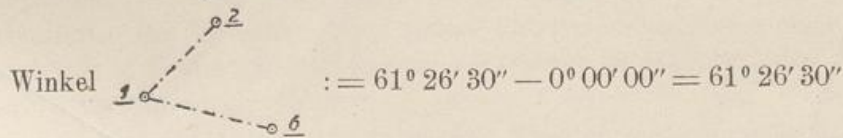
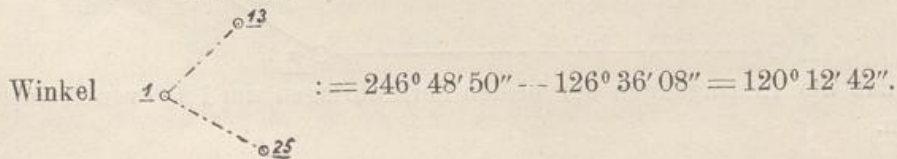
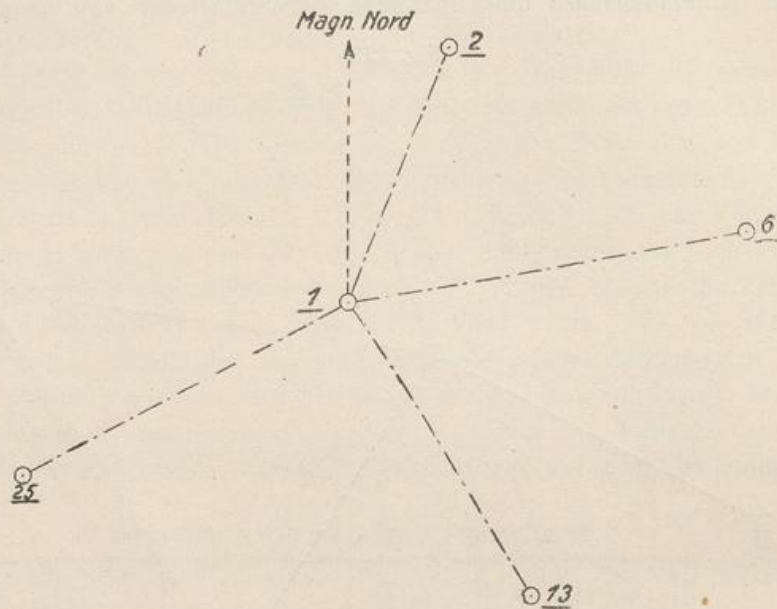


Fig. 224 b.



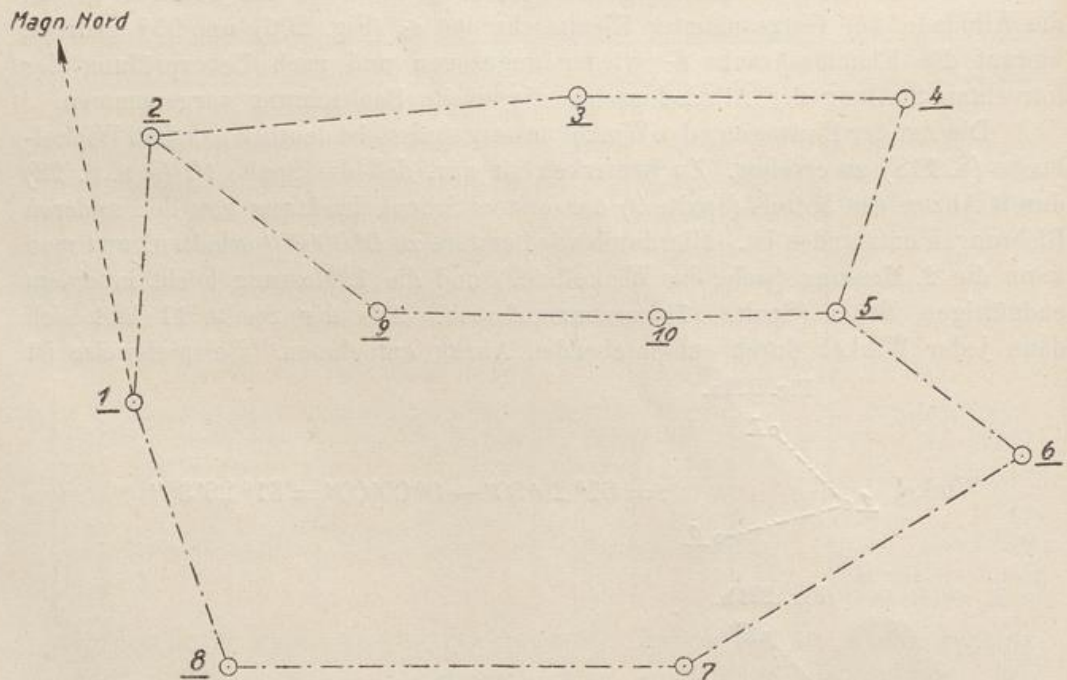
Für die Mittelbildung in Spalte 9 werden die Gradzahlen einer Fernrohr-
lage, etwa der ersten, beibehalten; aus dem Winkelbuche ist auch ersichtlich,

Fig. 225.



daß am Nonius II nur die Minuten (') und Sekunden (") abgelesen und einge-
tragen werden. Eine Probe für die richtige Ablesung der Grade (°) besteht

Fig. 226.



darin, daß die Eintragungen der beiden Fernrohrlagen um 180° voneinander ab-
weichen.

Soll gleichzeitig mit der Winkelmessung die magnetische Nordrichtung durch die Büchsen- oder Kastenbussole festgelegt werden, so wird für die erste Ablesung am Teilkreis die Richtung „Magn. Nord.“ (Magnetische Nordrichtung) eingestellt, indem man die Magnetnadel auf 0° der Büchsenbussole oder auf eine Strichmarke der Kastenbussole durch vorsichtige Drehung der Alhidade genau einspielen läßt. Die obige Winkelmessung würde hiernach folgendermaßen ausfallen:

Winkelbuch für Richtungsbeobachtung mit Büchsenbussole.
(Zu Fig. 225 und 224).

Standpunkt	Zielpunkt	Erste Fernrohrlage			Zweite Fernrohrlage			Mittel aus Spalte 5 u. 8	Auf $0^\circ 0' 0''$ d. Anfangsrichtung zurückgeführt	Mittel der wiederholten Messungen	Bemerkungen
		Nonius I	Nonius II	Mittel	Nonius I	Nonius II	Mittel				
		o' '' "	o' '' "	o' '' "	o' '' "	o' '' "	o' '' "				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Mes- sung	⊙1 Magn. Nord.	2 05 00	05 20	05 10	182 05 40	05 20	05 30	2 05 20	0 00 00	0 00 00	
	⊙2	22 44 00	44 00	44 00	202 43 40	44 20	44 00	22 44 00	20 38 40	20 35 38	
	⊙6	84 10 40	10 20	10 30	264 10 00	10 20	10 10	84 10 20	82 05 00	82 02 08	
	⊙13	149 20 00	20 40	20 20	329 20 00	20 40	20 20	149 20 20	147 15 00	147 11 45	
	⊙25	269 32 40	32 40	32 40	89 33 00	33 00	33 00	269 32 50	267 27 30	267 24 28	
2. Mes- sung	⊙1 Magn. Nord.	89 55 40	55 40	55 40	269 56 00	56 40	56 20	89 56 00	0 00 00	0 00 00	
	⊙2	110 28 20	28 20	28 20	290 28 40	29 00	28 50	110 28 35	20 32 35		
	⊙6	171 55 00	55 40	55 20	351 55 00	55 20	55 10	171 55 15	81 59 15		
	⊙13	237 04 40	04 20	04 30	57 04 40	04 20	04 30	237 04 30	147 08 30		
	⊙25	357 17 00	17 40	17 20	177 17 20	17 40	17 30	357 17 25	267 21 25		

Die für die Zielpunkte ⊙2, ⊙6, ⊙13 und ⊙25 in Spalte „Mittel aus allen Beobachtungen“ berechneten Mittel ergeben direkt die auf Seite 89 genannten „Magnetischen Richtungswinkel“ M, unter Berücksichtigung der „Mißweisung“ (s. S. 86) weiter auch die „Astronomischen Richtungswinkel“ A.

Bei Verwendung einer „Kastenbussole“ kann, wie leicht einzusehen ist, nur in einer Fernrohrlage eingestellt und abgelesen werden.

Als größeres Beispiel der Richtungsbeobachtung möge die im folgenden Winkelbuche eingetragene Polygonwinkelmessung für Fig. 226 gelten. Sie ist für die auf Seite 78 zur Tafel II beschriebene Polygonaufnahme durchgeführt und auf dem Polygonpunkte ⊙1 gegen die magnetische Nordrichtung orientiert. Die Messung ist auf jedem Polygonpunkte nur einmal vorgenommen worden. In Spalte „Bemerkungen“ ist, wie früher (S. 85), die Längenmessung der Polygonseiten eingetragen.

β) Repetitionsmessung. Zur Messung eines Winkels durch „Repetition“ ist ein Repetitionstheodolit (S. 97) erforderlich. Das Fernrohr des zentrisch und lotrecht gestellten Theodolits wird zunächst auf den Zielpunkt des linken Schenkels L (Fig. 227) eingestellt; der an den beiden Nonien abgelesene und gemittelte Wert sei zu l_1 gefunden. Hierauf wird nach dem rechten Schenkel R gezielt, wo gleichfalls die Ablesung erfolgt und zwar zu r_1 , so daß der ge-

Winkelbuch zur Polygonaufnahme.
(Tafel II und Fig. 226.)

Standpunkt	Zielpunkt	Erste Fernrohrlage				Zweite Fernrohrlage				Mittel aus Spalte 5 und 8		Auf (o) der Anfangsrichtung zurückgeführt	Mittel der wiederholten Messungen	Bemerkungen
		Nonius I	Nonius II	Mittel		Nonius I	Nonius II	Mittel		9	10			
⊙1	Magn. Nord.	14 10 00	10 20 10	10 10 10	194 10 00	10 20 10	10 10 10	14 10 10	0	00 00				
⊙2	⊙2	29 02 40	02 40 02	02 40 02	209 02 00	02 40 02	02 20 02	29 02 30	14	52 20				
⊙8	⊙8	216 54 40	55 00 54	54 50	36 54 40	55 00 54	54 50	216 54 50	202	44 40				
⊙1	⊙1	25 05 00	05 20 05	05 10	205 05 20	05 40 05	05 30	25 05 20	0	00 00				
⊙3	⊙3	286 51 20	51 40 51	51 30	106 51 20	51 40 51	51 30	286 51 30	261	46 10				
⊙9	⊙9	330 08 20	08 40 08	08 30	150 08 40	09 00 08	08 50	330 08 40	305	03 20				
⊙2	⊙2	15 20 00	20 20 15	20 10	195 20 00	20 20 15	20 10	15 20 10	0	00 00				
⊙4	⊙4	200 24 40	25 00 24	24 50	20 24 40	25 00 24	24 50	200 24 50	185	04 40				
⊙3	⊙3	40 12 00	12 20 40	12 10	220 12 00	12 20 40	12 10	40 12 10	0	00 00				
⊙4	⊙4	327 23 00	23 20 23	23 10	147 23 00	23 20 23	23 10	327 23 10	287	11 00				
⊙5	⊙5	54 16 00	16 20 54	16 10	234 16 20	16 40 16	16 30	54 16 20	0	00 00				
⊙6	⊙6	169 00 40	01 00 00	00 50	349 01 00	01 20 01	01 10	169 01 00	114	44 40				
⊙10	⊙10	304 53 40	54 00 30	53 50	124 54 00	54 20 54	54 10	304 54 00	250	37 40				
⊙6	⊙6	65 27 20	27 40 65	27 30	245 27 20	27 40 65	27 30	65 27 30	0	00 00				
⊙7	⊙7	354 28 20	28 40 35	28 30	174 28 40	29 00 28	28 50	354 28 40	289	01 10				
⊙6	⊙6	100 25 00	25 20 100	25 10	280 25 20	25 40 25	25 30	125 25 20	0	00 00				
⊙8	⊙8	308 46 00	46 20 30	46 10	128 46 20	46 40 46	46 30	308 46 20	208	21 00				
⊙7	⊙7	95 27 20	27 40 95	27 30	275 27 20	27 40 95	27 30	95 27 30	0	00 00				
⊙1	⊙1	346 34 00	34 00 34	34 00	166 34 00	34 00 34	34 00	346 34 00	251	06 30				
⊙2	⊙2	151 17 00	17 20 15	17 10	331 17 00	17 20 15	17 10	151 17 10	0	00 00				
⊙10	⊙10	293 27 40	28 00 29	27 50	113 27 40	28 00 29	27 50	293 27 50	142	10 40				
⊙9	⊙9	23 15 00	15 20 23	15 10	203 15 20	15 40 23	15 30	23 15 20	0	00 00				
⊙5	⊙5	200 40 40	41 00 20	40 50	20 40 40	41 00 20	40 50	200 40 50	177	25 30				

Die „magnetische Mißweisung“ beträgt für den Ort, der Aufnahme nach S. 86 $d = 10,9^\circ = 10^\circ 54' 00''$. Demnach ist (s. S. 90 u. 147) $A = \alpha = 14^\circ 52' 20'' - 10^\circ 54' 00'' = 3^\circ 58' 20''$. Die Winkel sind beobachtet mit einem Theodoliten von Breithaupt u. Sohn in Cassel. Nonuseinheit $a = 20''$.

Polygonseitenmessung:

- ⊙1 - ⊙2 = 85,54 ⊙7 - ⊙8 = 147,28
- ⊙2 - ⊙1 = 85,62 ⊙8 - ⊙7 = 145,36
- Mittel = 85,58 Mittel = 145,32
- ⊙2 - ⊙3 = 134,72 ⊙8 - ⊙1 = 89,10
- ⊙3 - ⊙2 = 134,76 ⊙1 - ⊙8 = 89,12
- Mittel = 134,74 Mittel = 89,11
- ⊙3 - ⊙4 = 102,00 ⊙2 - ⊙9 = 92,40
- ⊙4 - ⊙3 = 102,08 ⊙9 - ⊙2 = 92,52
- Mittel = 102,04 Mittel = 92,46
- ⊙4 - ⊙5 = 70,84 ⊙9 - ⊙10 = 88,58
- ⊙5 - ⊙4 = 70,86 ⊙10 - ⊙9 = 88,62
- Mittel = 70,85 Mittel = 88,60
- ⊙5 - ⊙6 = 80,39 ⊙10 - ⊙5 = 54,33
- ⊙6 - ⊙5 = 80,43 ⊙5 - ⊙10 = 64,34
- Mittel = 80,41 Mittel = 54,34
- ⊙6 - ⊙7 = 119,92
- ⊙7 - ⊙6 = 120,00
- Mittel = 119,96

messene Winkel sich zu $\alpha = r_1 - l_1$ ergibt. Nun wird nach Festklemmung der Alhidade und Lösung der Limbusklemme das Fernrohr durch linksläufige Drehung der Limbus samt Alhidade auf L zurückgeführt, hier der Limbus geklemmt, die Alhidadenklemme gelöst, das Fernrohr nach rechts geführt, auf R eingestellt, wo die Ablesung r_2 den Winkel α noch einmal und zwar nach $\alpha = r_2 - r_1$ oder auch nach $\alpha = \frac{r_2 - l_1}{2}$ ergeben würde. Die Ablesung r_2 erfolgt aber nur für den Fall, daß der Winkel durch zweimalige „Repetition“ gemessen werden soll. Der Vorgang wird jedoch meistens öfter wiederholt, wodurch schließlich die letzte Ablesung (bei R) minus der ersten Ablesung (bei L), dividiert durch die Anzahl der Wiederholungen, den gesuchten Winkel in der einen Fernrohrlage angibt.

Zur Messung in der zweiten Fernrohrlage wird das Fernrohr um 180° gekippt und mit der Alhidade bei unverändertem Limbus auf den Schenkel R eingestellt, hierauf wird an den beiden Nonien abgelesen. Die weiteren Einstellungen erfolgen nun in umgekehrter Reihenfolge, also durch Drehung der Alhidade von rechts nach links, des Limbus von links nach rechts, und zwar in gleicher Anzahl der Wiederholungen wie in der ersten Lage des Fernrohrs. Die Ablesung auf L bei der erstmaligen Einstellung kann hier unterbleiben, dagegen sind am Schlusse bei der Einstellung auf L beide Nonien abzulesen.

Werden die Anfangs- und Schlußablesungen aus den beiden Fernrohrlagen für die Schenkel L und R zu M_l und M_r ermittelt, wird weiter ihre Differenz $M_r - M_l$ gebildet und durch die Zahl der Wiederholungen dividiert, so erhält man den gesuchten Winkel α (Fig. 227).

Fig. 227.

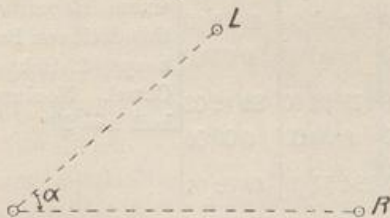
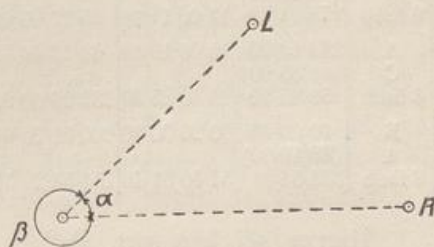


Fig. 228.



Die rasch sich vollziehende Repetitionsmessung eines Winkels kann 4 bis 8 mal vorgenommen werden, wodurch eine sehr genaue Messung des Winkels (auf einige Sekunden) erzielt wird, vorausgesetzt, daß der Theodolit gut zentrisch steht und die Fluchtstäbe an den Schenkelenden den Meßpunkt scharf bezeichnen. Um den Einfluß einer Abweichung des mit einem Fadenlote lotrecht gestellten Fluchtstabes von der wirklichen Lotrechten möglichst gering zu halten, werden die Fluchtstäbe hier, wie auch bei der „Richtungsbeobachtung“, unmittelbar über dem Erdboden angezielt.

Man sieht leicht ein, daß durch Messung der Ergänzung des Winkels α zu 360° , also des Winkels β in Figur 228, nicht nur eine Probe für die Richtigkeit der Beobachtung gewonnen, sondern auch die Genauigkeit gesteigert wird, wenn die Winkel α und β auf 360° abgeglichen werden.

Wäre nach Figur 228:

$$\begin{aligned}\alpha &= 301^{\circ} 05' 35'' \\ \beta &= 58^{\circ} 54' 11'' \\ \hline \alpha + \beta &= 359^{\circ} 59' 46''\end{aligned}$$

so ist die Differenz: $360^{\circ} - 359^{\circ} 59' 46'' = +14''$ zur Hälfte auf α und β zu verteilen, so daß die endgültigen Werte sich ergeben zu:

$$\begin{aligned}\alpha &= 301^{\circ} 05' 35'' + 7'' = 301^{\circ} 05' 42'' \\ \beta &= 58^{\circ} 54' 11'' + 7'' = 58^{\circ} 54' 18'' \\ \hline \alpha + \beta &= 360^{\circ} 00' 00''\end{aligned}$$

Beispiel. Für die Bestimmung einer Brückenweite nach Seite 59 und Figur 147 sind die Winkel α , β und γ je in 6facher Repetition zu messen. Die Eintragung der Beobachtung erfolgt im gleichen Muster der Richtungsbeobachtung, Seite 118, wie nachstehendes Winkelbuch zeigt.

Winkelbuch für Repetitionsmessung.

(Zu Fig. 147).

Standpunkt	Zielpunkt	Erste Fernrohrlage			Zweite Fernrohrlage			Mittel aus Spalte 5 u. 8	Auf 0° 0' 0'' der Anfangsrichtung zurückgeführt	Mittel der wiederholten Messungen	Bemerkungen
		Nonius I	Nonius II	Mittel	Nonius I	Nonius II	Mittel				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	C	25 17 00	17 00	17 00	205 17 40	17 20	17 30	25 17 15	0 00 00	0 00 00	Beobachtet mit einem Repetitions-theodolit von Breithaupt & Sohn in Cassel. Noniuseinheit $a = 20''$
	B	(66 56 00)									
	6 fach	275 11 20	11 00	11 10	95 12 00	12 00	12 00	275 11 35	249 54 20	41 39 03	
B	A	244 13 20	13 00	13 10	64 13 40	14 00	13 50	244 13 30	0 00 00	0 00 00	
	C	(333 35 00)									
	6 fach	59 25 20	25 40	25 30	239 26 00	26 20	26 10	59 25 50	175 12 20	89 12 03	
C	B	40 00 40	00 20	00 30	220 01 20	01 40	01 30	40 01 00	0 00 00	0 00 00	
	A	(89 10 00)									
	6 fach	334 54 04	54 40	54 40	154 55 20	55 40	55 30	334 55 05	294 54 05	49 09 01	

Hierzu sei bemerkt, daß in Spalte 2 die Anzahl der Repetitionen, hier „6fach“, vermerkt wird. Die für die „Erste Fernrohrlage“ in Spalte 3 eingeklammerte Ablesung gilt für die erste Einstellung auf dem rechten Schenkel. Sie dient zur Berechnung der ungefähren Größe des gesuchten Winkels, da bei größeren Winkeln oft zur letzten Ablesung das Vielfache von 360° hinzuge-rechnet werden muß. Für Punkt B des Dreiecks (Fig. 147) ist z. B. die ungefähre Winkelgröße $333^{\circ} - 244^{\circ} = 89^{\circ}$; das „6fache“ von 89° gibt 534° , da-raus folgt, daß zu dem nach Spalte 10 erhaltenen Winkelwerte $175^{\circ} 12' 20''$ ein Vollkreis $= 360^{\circ}$ zu addieren ist. Aus $\frac{175^{\circ} 12' 20'' + 360^{\circ}}{6} = \frac{535^{\circ} 12' 20''}{6}$ erhält man den endgültigen Wert zu $89^{\circ} 12' 03''$ der Spalte 11.

F. Herstellung der Lagepläne.

I. Maßstabsverhältnis.

Bevor an die Auftragung oder Kartierung einer Lagemessung herangetreten wird, muß das Verhältnis der Länge in der Zeichnung zu der natürlichen Länge bestimmt oder, wie man zu sagen pflegt, der „Maßstab“ des Planes festgelegt werden.

Bei **Grundstücksplänen** wird, wenn viele Einzelheiten vorkommen, besonders also auch bei Hofräumen in Ortschaften und bei Stadtaufnahmen in der Regel der Maßstab 1:500 gewählt, in Feldlagen mit zahlreichen Kulturarten (siehe S. 75) 1:1000, bei umfangreichen Ländereien 1:2000, seltener und dann höchstens bei wenig wertvollen Flächen der Maßstab 1:4000, was also nichts anderes bedeutet, als daß $\frac{1}{500}$ bzw. $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{2000}$, $\frac{1}{4000}$ des tatsächlichen Längenmaßes gezeichnet werden soll.

Baupläne — sogen. Situationspläne — für bauliche Anlagen kleinen Umfangs werden meist in großen Maßstäben 1:1000, 1:500, 1:250, auch wohl 1:100 gefordert.

Für **Landes-Meliorationen**, wie Bewässerungs- und Entwässerungsanlagen, Graben-, Bach- und Flußregulierungen sind, wenn nicht, was meist der Fall ist, die vorhandenen Katasterkarten (s. Kap. H. I. 1.) als Unterlage dienen, die nach den hierfür erlassenen Vorschriften angegebenen Maßstabsverhältnisse ausschlaggebend.

Die „Anweisung für die technischen Vorarbeiten bei Landesmeliorationen“ vom 15. August 1872 nebst dem ergänzenden Erlaß vom 28. März. 1879 bezeichnet für ausführliche Lagepläne (Spezialkarten) als gewöhnlichen Maßstab 1:5000; als Uebersichtsplan ist eine Reduktion (s. Kap. G. II.) der Spezialkarten auf den Maßstab 1:10000 anzufertigen, oder aber es sind die Meßtischblätter der Landesaufnahme im Maßstabe 1:25000 (s. Kap. H. IV. 1.) zu verwenden.

Ein eingehender Auszug der Anweisung befindet sich in des Verfassers: Die Bodenmelioration Teil III, Band X des vorliegenden „Handbuchs des Bauingenieurs“, Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig, Kreuzstr. 1^c.

Speziell für Entwürfe von Drainagen gilt die „Anweisung zur Aufstellung von Vorentwürfen für die Bildung von Drainagegenossenschaften“ vom 25. Febr. 1895 mit der Ergänzung vom 22. Juni 1906 und die „Anweisung für die Aufstellung und Ausführung von Drainageentwürfen“ vom 1. Januar 1893 (Ausgabe 1911 erschienen im Verlage von Julius Springer, Berlin), die beide im Teile II der genannten Bodenmelioration und in einem besonderen Handbuche: „Die Drainage“ des Verfassers, gleichfalls im Verlage von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig, zu finden sind. Für die Drainagepläne ist möglichst der Maßstab 1:2000 zu wählen, für Uebersichts-

karten die Meßtischblätter 1:25000, bei Aufstellung der Vorentwürfe nicht kleiner als 1:5000 bzw. 1:25000.

Die „Vermessung und Kartierung von **Wasserstraßen**“ wird durch die Allgemeine Verfügung vom 22. März 1906 geregelt. Die Grundkarten werden meist im Maßstabe 1:1000 hergestellt; Flußkarten bei größeren Strömen sind in 1:5000, bei mittleren Flüssen in 1:2500, bei Kanälen in 1:1000 zu zeichnen, während der Maßstab der Uebersichtskarten sich nach der Größe des Wasserlaufes richtet.

Ueber **Kunststraßen** liegt vor die „Instruktion zur Aufstellung der Projekte und Kostenanschläge für den Bau der Kunststraßen“ vom 17. Mai 1871. Diese fordert für Entwurfspläne allgemein den Maßstab 1:5000, für die Darstellung besonders schwieriger Teile z. B. bei Durchgängen durch Ortschaften den Maßstab 1:1000 bis 1:625; Bauzeichnungen sind in 1:100 zu entwerfen. Als Uebersichtskarten sind die Meßtischblätter oder Karten der Landesaufnahme in noch kleineren Maßstabsverhältnissen zu verwenden.

In Ortschaften gilt, worauf besonders hingewiesen sei, das „Gesetz betreffend die Anlegung und Veränderung von Straßen und Plätzen in Städten und ländlichen Ortschaften“ vom 2. Juli 1875 und die „Vorschriften für die Aufstellung von Fluchtlinien- und Bebauungsplänen“ vom 28. Mai 1876 mit den ergänzenden Ministerialerlassen vom 20. Dez. 1906, betreffend die „Grundsätze für die Aufstellung von Bebauungsplänen“ und „die Ausarbeitung neuer Bauordnungen“ und vom 3. Mai 1910 betreffend „die Feststellung und Aufstellung eines Bebauungsplanes für einen Gutsbezirk“.

Eisenbahntwurfszeichnungen werden nach den „Vorschriften über allgemeine Vorarbeiten für Eisenbahnen“ (preußisch-hessische Staatsbahnen) vom 1. August 1911 angefertigt, ferner nach den „Bestimmungen für die Aufstellung der technischen Vorarbeiten zu Eisenbahnanlagen“ im Königreich Preußen vom Oktober 1871 und nach den „Vorschriften für das Vermessungswesen im Bereiche der Preußisch-Hessischen Eisenbahngemeinschaft“, gültig vom 1. Januar 1913.

Für allgemeine Vorarbeiten sind als Uebersichtskarten Generalstabskarten 1:100000 usw. zu benutzen, für Lagepläne genügen vielfach die Meßtischblätter (1:25000). Ausführlichen Vorarbeiten liegen Lagepläne 1:2500 zugrunde, wenn nicht Katasterkarten als Unterlage dienen. Die notwendigen Grunderwerbsskizzen (für den Grunderwerb bei Eisenbahnlinien, Linienverlegungen und Umbauten) sollen, soweit wie möglich, den einheitlichen Maßstab 1:2000 haben. Streckenkarten, d. h. Lagepläne mit allen Einzelheiten der Bahnanlage, werden im Maßstabe 1:2000 oder 1:1000 hergestellt, wenn nicht in einzelnen Fällen ein noch größeres Maßstabsverhältnis zweckmäßig ist.

Pläne für den **städtischen Tiefbau** unterliegen meist besonderen Bestimmungen der einzelnen Stadtverwaltungen und sind nach diesen zu behandeln.

II. Zeichengeräte.

Zur Auftragung einer Länge bedient man sich eines „**Anlegemaßstabes**“ mit Millimetereinteilung, den man in Holz (Fig. 229) oder in Metall (Fig. 230) mit sorgfältiger Teilung im Handel erhält.

Ist das Maß 22,50 m zu zeichnen, so erhält man beispielsweise:

$$\begin{aligned} \text{bei } 1:100 & \quad \frac{1}{100} \cdot 22,50 = \frac{1000 \text{ mm}}{100} \cdot 22,50 = 225,0 \text{ mm} \\ 1:500 & \quad \frac{1}{500} \cdot 22,50 = \frac{1000 \text{ mm}}{500} \cdot 22,50 = 45,0 \text{ mm} \\ 1:1000 & \quad \frac{1}{1000} \cdot 22,50 = \frac{1000 \text{ mm}}{1000} \cdot 22,50 = 22,5 \text{ mm} \\ 1:2000 & \quad \frac{1}{2000} \cdot 22,50 = \frac{1000 \text{ mm}}{2000} \cdot 22,50 = 11,25 \text{ mm} \end{aligned}$$

so daß hiernach 225,0 mm bzw. 45,0, 22,5 oder 11,25 mm in der Zeichnung abzutragen wären.

Fig. 229.

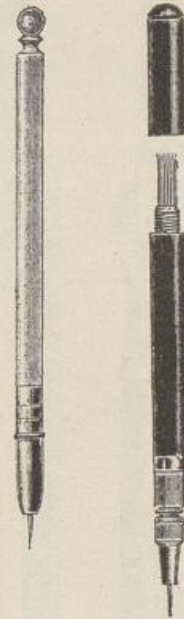


Fig. 230.



Fig. 231.

Fig. 232.

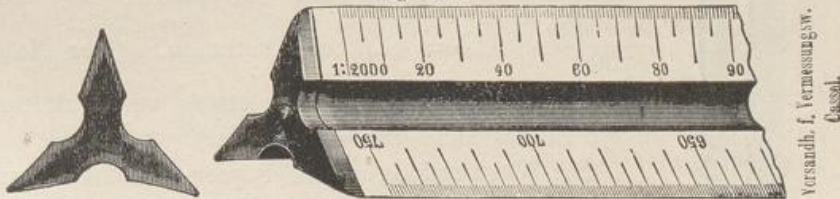


Zum „Anlegemaßstabe“ gehört eine „Zeichennadel“ (Fig. 231 u. 232), mit der die Längen auf dem Zeichenpapier gestochen werden. Für letzteres ist das sogen. „Büttenpapier“ sehr geeignet, das als „Wathmann-Papier“ von jedem Papiergeschäft geliefert wird; bei voraussichtlich starkem Gebrauche der Zeichnung ist das Papier auf Leinwand aufgezogen sehr zu empfehlen.

Um die obige ziemlich lästige Maßstabsumrechnung zu sparen, werden auch Anlegemaßstäbe mit beliebigen Verhältnissen, Fig. 233 z. B. mit 6 verschiedenen Maßstabsverhältnissen, angefertigt.

Neben Anlegemaßstäben und Zeichennadel, die das beste Kartierungsgerät bilden, werden noch in großem Umfange „Transversalmaßstäbe“ (Fig. 234) gebraucht, die man selbst in beliebigen Maßstabsverhältnissen auf festem Papier herstellen oder weit besser das Stück zu 10 Pfg.

Fig. 233.

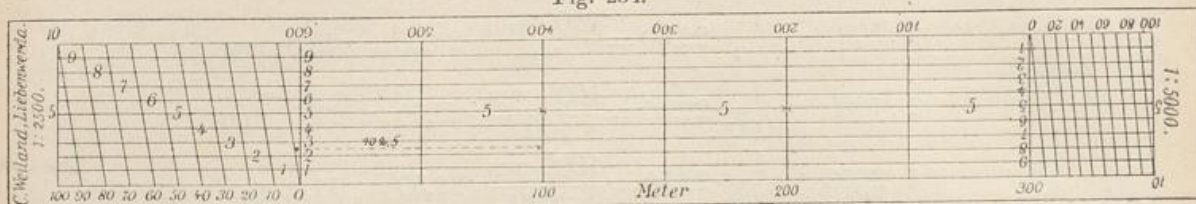


Versandh. f. Vermessungsw.
Cassel.

beziehen kann. Am empfehlenswertesten sind jedoch solche Maßstäbe aus Messing oder Neusilber, weil sie dauerhafter und auch in ihrer Teilung im Gegensatz zu den Papiermaßstäben beständig sind. Die Figuren 234a und

234b zeigen zwei sehr praktische Querschnitte von Metall-Transversalmaßstäben; am Maßstabe Fig. 234a ist außerdem ein Anlegemaßstab angebracht.

Fig. 234.



Der in Fig. 234 dargestellte Transversalmaßstab ist mit dem Verhältnis 1 : 2500 und 1 : 5000 versehen. Von ihm wird das Maß, z. B. 102,5 m, einfach Fig. 234 a.

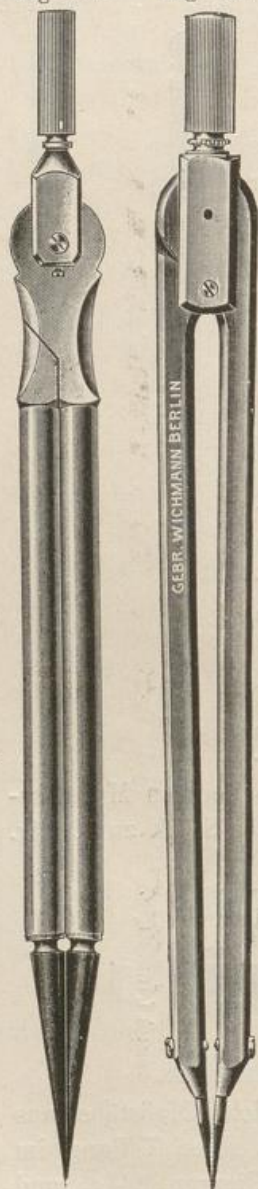


Fig. 234 a.

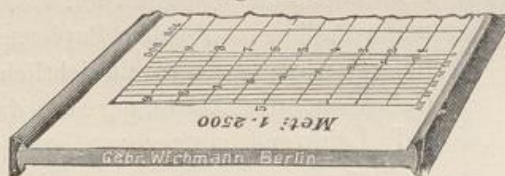


Fig. 234 b.

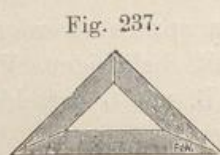


Fig. 237.

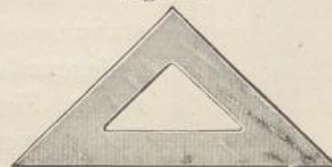


Fig. 238.

mittels eines Zirkels (Fig. 235 oder 236) auf die Zeichnung übertragen. Das Maß 102,5 ist in der Figur 234 durch eine punktierte Linie angegeben; würde man die früher vorgenommene Umrechnung anwenden, so würde es $\frac{1000 \text{ mm}}{2500} \cdot 102,5 = 41,0 \text{ mm}$ betragen. (Der Maßstab in Fig. 234 ist durch den Druck etwas verkürzt, so daß er in der Praxis nicht zu benutzen ist).

Bei Verwendung eines Papier-Transversalmaßstabes ist mit Rücksicht auf seine Veränderung infolge Luftfeuchtigkeit und Temperatur zweckmäßig stets das gleiche Stück zu verwenden.

Weitere Zeichengeräte sind zwei kleine rechtwinklige **Zeichen-Dreiecke** nach Fig. 237 aus Holz oder sehr gut aus metallisiertem Hartgummi (sogen. Heliosmasse) nach Figur 238.

Fig. 239.



Beim Ankauf werden die Zeichendreiecke — die **Sägeblattlineale*** (Fig. 239) und die großen Metall-

dreiecke (Fig. 240) sind in der Regel ohne Fehler — dadurch auf ihre Geradlinigkeit geprüft, daß man entlang der zu untersuchenden Kante eine feine Bleilinie

Fig. 240.

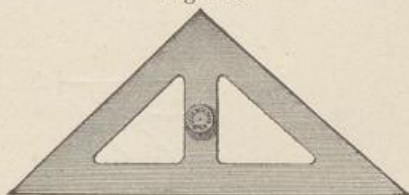
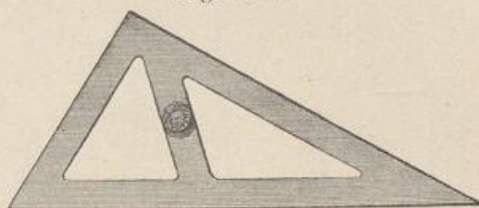


Fig. 240 a.



zieht, das Dreieck umdreht und zusieht, ob beim Anlegen die gleiche Kante mit der Bleilinie zusammenfällt. Auf dieselbe Weise werden die anderen Kanten untersucht.

III. Planherstellung nach einfacher „Linienaufnahme“.

a) Wenn es sich um eine einzige Abscissenlinie handelt, zieht man zunächst diese mit einem keilförmig flach zugespitzten Bleistifte (Faber 4 oder 5) auf dem Papier entlang eines Zeichen-Dreiecks oder bei großen Längen entlang eines Sägeblattlineals (Fig. 239) und trägt die einzelnen Abscissen (Ordinatenfußpunkte) entsprechend dem Feldbuche in dem vorgesehenen Maßstabe ab.

Man beginnt beim Anfangspunkte (1) der Linie, z. B. Figur 241 zusammen mit Figur 153, und macht ihn mit einem Nadelstiche (Zeichennadel oder Zirkelspitze) auf der Zeichnung kenntlich. Benutzt man einen Anlegemaßstab, so legt man diesen mit dem Nullstrich der Teilung an die Abscissenlinie und sticht die einzelnen Punkte auf der in Blei gezogenen Linie bis zum Endpunkte ab. Auf diesen Stichpunkten errichtet man sodann die Ordinaten mit Hilfe zweier Zeichendreiecke in nachstehender Weise.

Man legt (Fig. 242) die Kathete $M_1 N_1$ des einen Zeichendreiecks (in der Fig. punktiert) genau an die Abscissenlinie $A E$ und verschiebt dieses sodann an der Hypotenuse des anderen Zeichendreiecks ($P S$ der Fig. 242) so weit, bis die Kathete $O M$ des ersten Dreiecks den gestochenen Fußpunkt, hier B , berührt. Zieht man $B C$ mit dem Bleistift über den Punkt B (Nadelstich), so ist $B C$ die verlangte Senkrechte.

Ob das benutzte Dreieck $M N O$ genau rechtwinklig ist, ergibt eine Prüfung, indem man ähnlich dem Vorgange auf Seite 23 und Fig. 69 auf einer Linie links und rechts von einem Punkte eine Ordinate errichtet. Das Dreieck ist einwandfrei, wenn die beiden Ordinaten sich decken.

*) Die Sägeblattlineale haben meist eine Dezimeterteilung, das erste Dezimeter ist oft in cm und mm geteilt.

Auf der oben erhaltenen Senkrechten BC , z. B. für (2) in Fig. 153, wird nun weiter die im Felde gemessene Ordinate (hier 19,50) mit dem Anlegemaßstabe und der Zeichennadel oder dem Transversalmaßstabe und Zirkel abgesetzt, und man erhält so die verlangte Ordinate, d. h. den aufgemessenen Grenzpunkt (2).

Fig. 241.

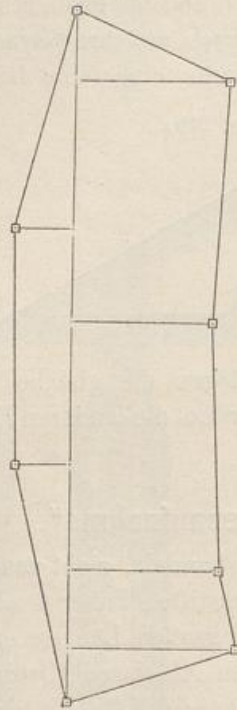
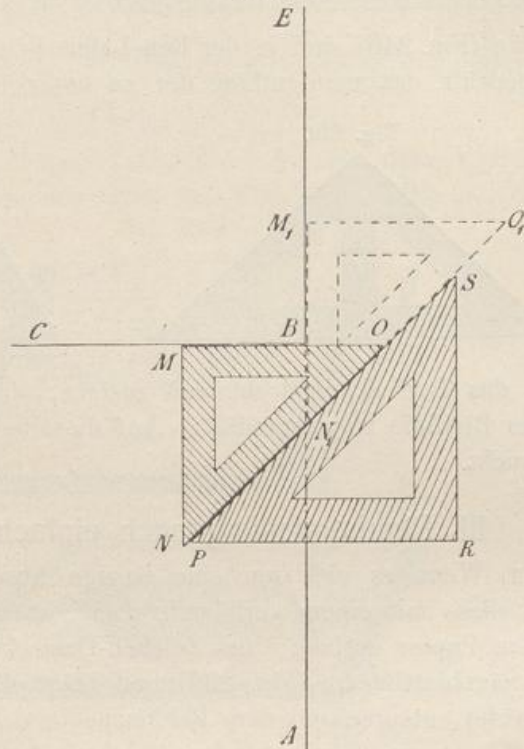
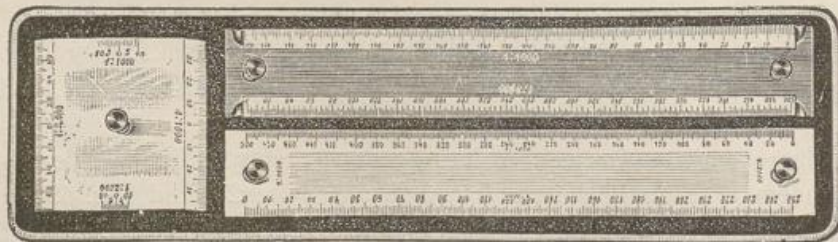


Fig. 242.



Verfährt man in dieser Weise auch bei den anderen Punkten, bei (3) (4) (5) ... der Fig. 153 und verbindet sie untereinander, zunächst durch Bleilinen entlang eines Lineals oder Zeichendreiecks, genau geradlinig von Mitte zu Mitte der Grenzpunkte, so erhält man das verkleinerte Abbild des Grundstücksumringes (Fig. 241). Sind Gebäude oder Bauwerke oder Anlagen irgend welcher Art zu kartieren, so wird gleichfalls in entsprechender Weise verfahren. Die gemäß Seite 63 ermittelten „Kontrollmaße“ sind in jedem Falle auf dem Lageplan nachzugreifen und mit

Fig. 243.



den im Felde gefundenen Längen zu vergleichen. Die Abweichung soll den andert-halb-fachen Betrag d im Anhang unter Nr. II nicht überschreiten, siehe auch Seite 131 unten.

Von den besonders konstruierten Vorrichtungen zur Auftragung der Grenzpunkte sei nur das in Fig. 243 dargestellte „Kartierinstrument“ aus Metall beschrieben. An einem Abscissenlineal (a der schematischen Fig. 244) mit einem beliebigen Maßstabe wird der Ordinatenschieber b mit gleicher Teilung (auf der abgeschrägten Kante) entlang geführt. Man stellt das Abscissenlineal parallel zur Abscissenlinie unter Benutzung eines Hilfslineals (Fig. 243 rechts oben), dessen Breite der halben Länge des Ordinatenschiebers genau entspricht, indem man dasselbe mit der Längskante an die Abscissenlinie legt. Wird das Hilfslineal entfernt und statt seiner der Ordinatenschieber an das Abscissenlineal gelegt, so muß bei einer Verschiebung entlang des Abscissenlineals der Nullstrich der nach rechts und links bezifferten Teilung des Ordinatenschiebers mit der Abscissenlinie zusammenfallen. Die Kartierung beginnt bei dem Abscissenanfangspunkte, nachdem die geteilte Kante des Ordinatenschiebers über diesen Punkt gestellt wurde, während gleichzeitig die Strichmarke z des Schiebers mit dem Nullpunkte des Abscissenlineals zusammenfällt (Figur 244).

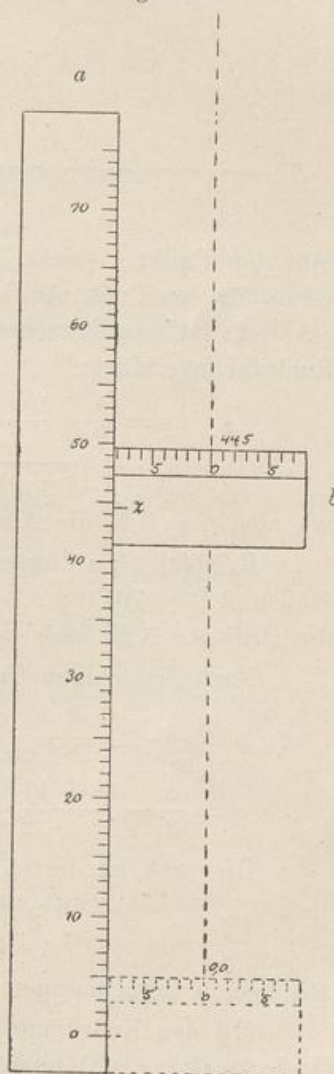
Die Abscissenmaße werden nun nacheinander mit dem Strich z auf dem Abscissenlineal eingestellt und die jeweiligen Ordinaten links und rechts von der Abscissenlinie nach Angabe des Feldbuches mit einer Zeichennadel abgesetzt.

Beide Längskanten, vom Abscissenlineal wie Ordinatenschieber, haben gewöhnlich je eine Teilung, jedoch in verschiedenen Maßstabsverhältnissen, wie die Fig. 243 zeigt, ferner ist an Stelle des einfachen Striches z (Fig. 244) in der Regel ein Nonius (siehe Fig. 243) angebracht. Das Abscissenlineal selbst trägt oft einen Transversalmaßstab auf der oberen Seite, das Hilfslineal an den bis zu einem geringen Teile abgeschrägten Kanten die gleichen Teilungen wie das Abscissenlineal.

b) Liegt eine erweiterte Linienaufnahme nach Fig. 166 oder Fig. 167 vor, so werden von der Hauptabscissenlinie die Punkte D und E bzw. C, D, E und F nach ihren rechtwinkligen Koordinaten aufgetragen, um zunächst sämtliche Abscissenlinien zu erhalten. Vor der weiteren Einzelkartierung ist erst jede Abscissenlinie auf ihre richtige Länge nachzuprüfen. Die Abweichung darf das 1,5fache der im Anhang unter Nr. II angegebenen zulässigen Differenzen betragen, mindestens aber 0,3 m des betreffenden Kartierungs-Maßstabes.

c) Wenn Dreiecke oder Dreiecksnetze nach Seite 74 u. 75 zur Aufnahme gelegt waren, so werden diese zuerst kartiert.

Fig. 244.



Ist es ein einfaches Dreieck (z. B. Fig. 168), so kann der Punkt A durch Bogenschnitt bestimmt werden, indem man die Länge BA, dann CA in den Zirkel nimmt und von B bzw. C einen Kreisbogen schlägt. Der Schnittpunkt der beiden Kreisbögen (nach der richtigen Seite entsprechend dem Feldbuche)

Fig. 245.

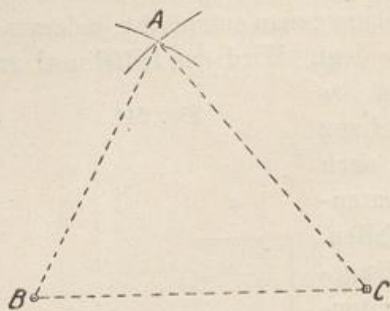
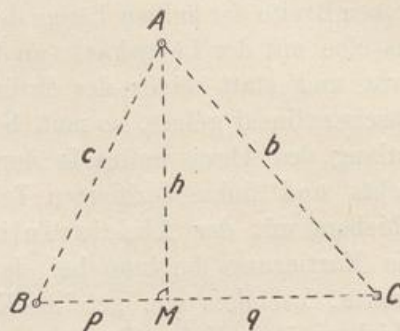


Fig. 246.



gibt den Punkt A (siehe Fig. 245). Im allgemeinen ist es jedoch zweckmäßiger, wenn für den Punkt A die Senkrechte und hierzu der Fußpunkt M auf der Dreiecksseite $BC = a$ berechnet werden*). Es ist, wenn man in Fig. 246 noch einige Buchstaben einfügt:

$$p = \frac{a}{2} + \frac{(c+b)(c-b)}{2a} \quad \text{und} \quad q = \frac{a}{2} - \frac{(c+b)(c-b)}{2a}$$

$$h = \sqrt{(c+p)(c-p)} = \sqrt{(b+q)(b-q)},$$

wo also $p = BM$ die Abszisse, $h = MA$ die Ordinate des Punktes A darstellt.

Beispiel. Im Dreieck ABC der Fig. 168 soll mit den dort eingetragenen Maßen $AB = 79,50$ m, $BC = 81,50$ m und $CA = 84,65$ m die Abszisse BM und die Ordinate AM nach Fig. 246 berechnet werden.

Nach den obigen Formeln ist:

$$p = \frac{a}{2} + \frac{(c+b)(c-b)}{2a} = \frac{81,50}{2} + \frac{164,15 \cdot (-5,15)}{2 \cdot 81,50} = 35,56 \text{ m};$$

$$q = \frac{a}{2} - \frac{(c+b)(c-b)}{2a} = \frac{81,50}{2} - \frac{164,15 \cdot (-5,15)}{2 \cdot 81,50} = 45,94 \text{ m}.$$

Hiernach ist die Höhe:

$$h = \sqrt{(c+p)(c-p)} = \sqrt{115,06 \cdot 43,94} = 71,10 \text{ m}$$

$$= \sqrt{(b+q)(b-q)} = \sqrt{130,59 \cdot 38,71} = 71,10 \text{ m}$$

aus beiden Berechnungen gemittelt

$$h = 71,10 \text{ m}.$$

Mit den Koordinaten $p = 35,56$ und $h = 71,10$ läßt sich die Spitze A des Dreiecks (Fig. 168) leicht kartieren.

Hat man die Seiten des Dreiecks mit Blei ausgezogen und nachgeprüft (S. 131), so erfolgt die weitere Auftragung der Grenzpunkte von hier aus, wie früher angegeben wurde (siehe Seite 130).

*) Man wird nur in sehr seltenen Fällen Fußpunkt und Senkrechte im Felde selbst bestimmen.

Ein Viereck (Fig. 169), aus den Dreiecken I und II, wird auf der Grundlinie A C mit der Spitze B und D aufgebaut. Kommen weitere Dreiecke in Betracht, so bildet die Dreiecksseite, an welche ein neues Dreieck anschließt, stets die Abscissenlinie, auf welche der weitere Dreieckspunkt mit seinen Koordinaten einzurechnen ist, siehe hierzu **Tafel I**.

d) Zur Planherstellung der Lagemessungen mit Hilfe von gebrochenen Abscissenlinien entsprechend der Figur 163 wird nach Kartierung der Linie A E zunächst von deren Verlängerung der Punkt a konstruiert. Ueber E a wird sodann eine gerade Linie mit Blei gezogen und auf dieser das Maß E F abgetragen. Die Zeichnung von b und c bezw. von G und H usw. erfolgt in gleicher Weise.

Die Kartierung der Linienknickpunkte E, F, G von A H der Fig. 162 und 164 ist ohne weitere Angaben verständlich. Dies trifft auch für die Fig. 165 zu.

IV. Planherstellung nach Polygonaufnahmen.

Sind Lagemessungen auf Grund eines offenen (Fig. 170) oder geschlossenen Polygonzuges (Fig. 172) durchgeführt worden, wobei die Brechungswinkel an den Berührungspunkten der Polygonseiten (s. S. 76) oder die Richtungswinkel (s. S. 86) bestimmt wurden, so wird entsprechend der verlangten Genauigkeit die Kartierung der Polygonseiten als Abscissenlinien nach mehr oder weniger einfachen Methode vorgenommen.

1. Auftragung mit Hilfe des Transporteurs.

Ein naheliegendes Mittel, die gebrochenen Linienzüge zu zeichnen, ist das unmittelbare Abtragen der gemessenen Brechungswinkel, was mit Hilfe eines „Winkelzeichners“ oder „Transporteurs“ geschieht. Es sind dies kleine halbe

Fig. 247.

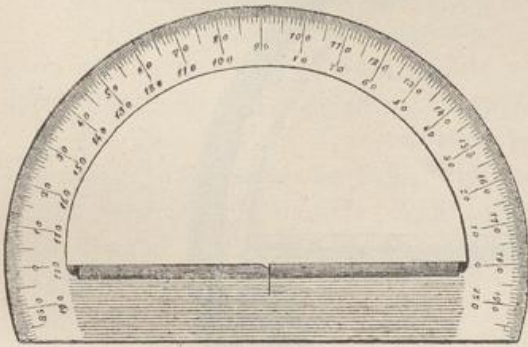
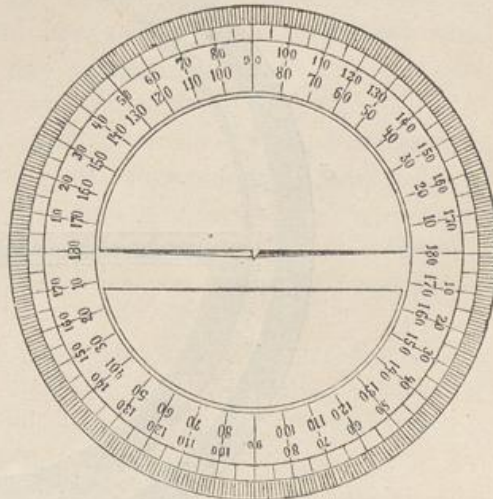


Fig. 248.



(Fig. 247) oder besser ganze (Fig. 248) an der Peripherie in Grade geteilte Kreisscheiben, die aus Pappe, Metall oder neuerdings aus Zelluloid angefertigt werden. Der Mittelpunkt des Kreises wird bei einfachen Papier- oder Metalltransporteuren durch eine dreieckige Kerbe in der Mitte der Verbindungslinie der Gradteilung 0° und 180° angegeben (Fig. 247 und 248).

Fig. 249.

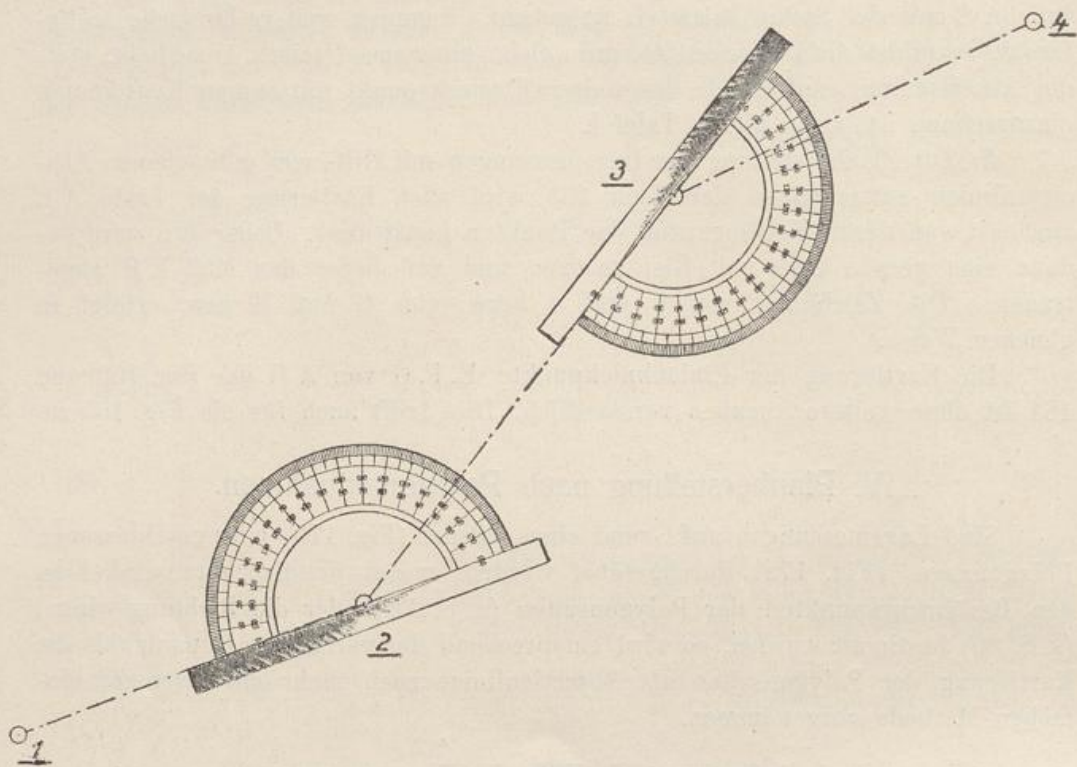
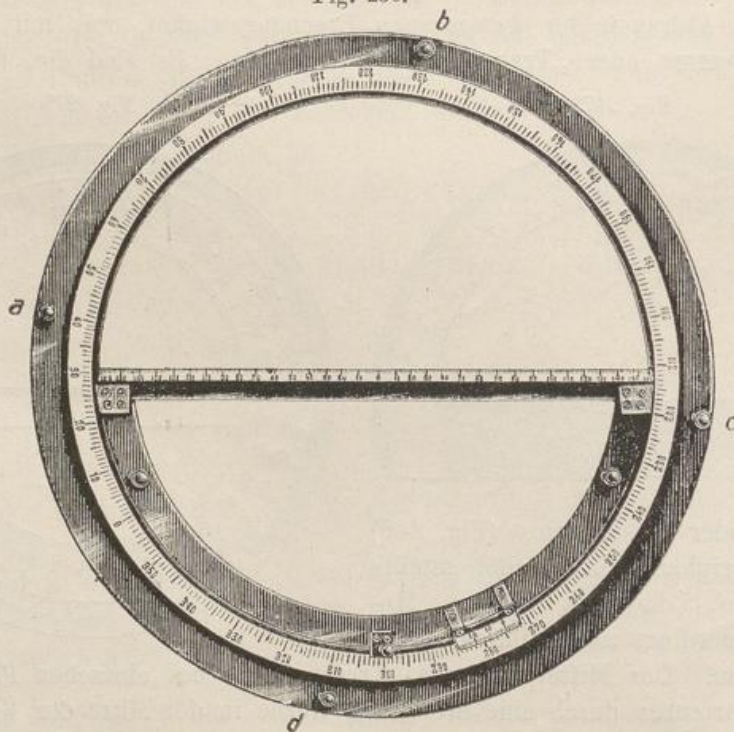
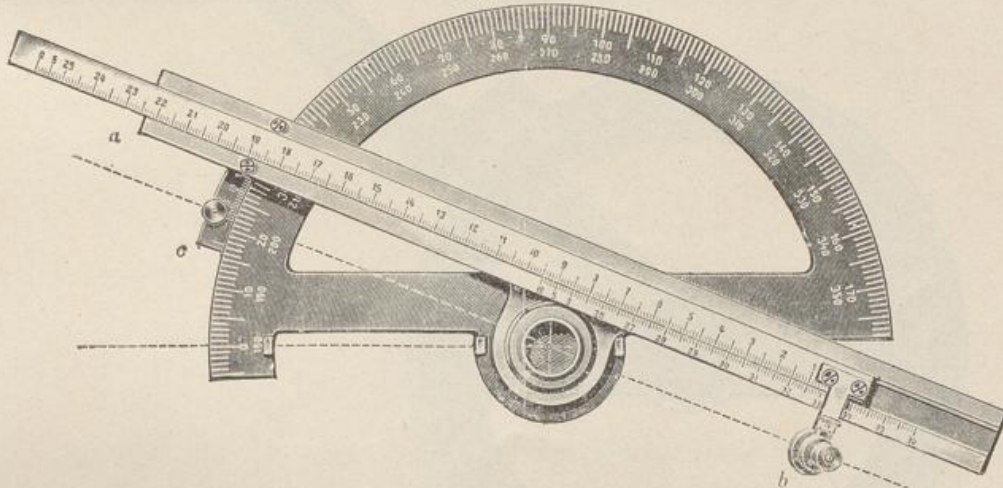


Fig. 250.



Bei der Kartierung wird die erste Polygonseite, z. B. $\odot 1 - \odot 2$ der Fig. 249, in dem gewählten Maßstabe gezeichnet, hierauf der Transporteur mit seinem Mittelpunkte auf den Polygonpunkt $\odot 2$ gelegt und zwar mit der Richtung 0° —Mittelpunkt auf diese Polygonseite. Sodann wird der Brechungswinkel des $\odot 2$, hier zu $\beta_2 = 148,1^\circ$, also bis auf $\frac{1}{10}^\circ$, unter Benutzung der Gradteilung mit einer Zeichennadel auf das Zeichenpapier übertragen, über den Stichpunkt und über den Polygonpunkt $\odot 2$ eine Bleilinie gezogen und auf dieser die Länge der Polygonseite $\odot 2 - \odot 3$, hier zu 64,80 m, kartiert.

Fig. 251.



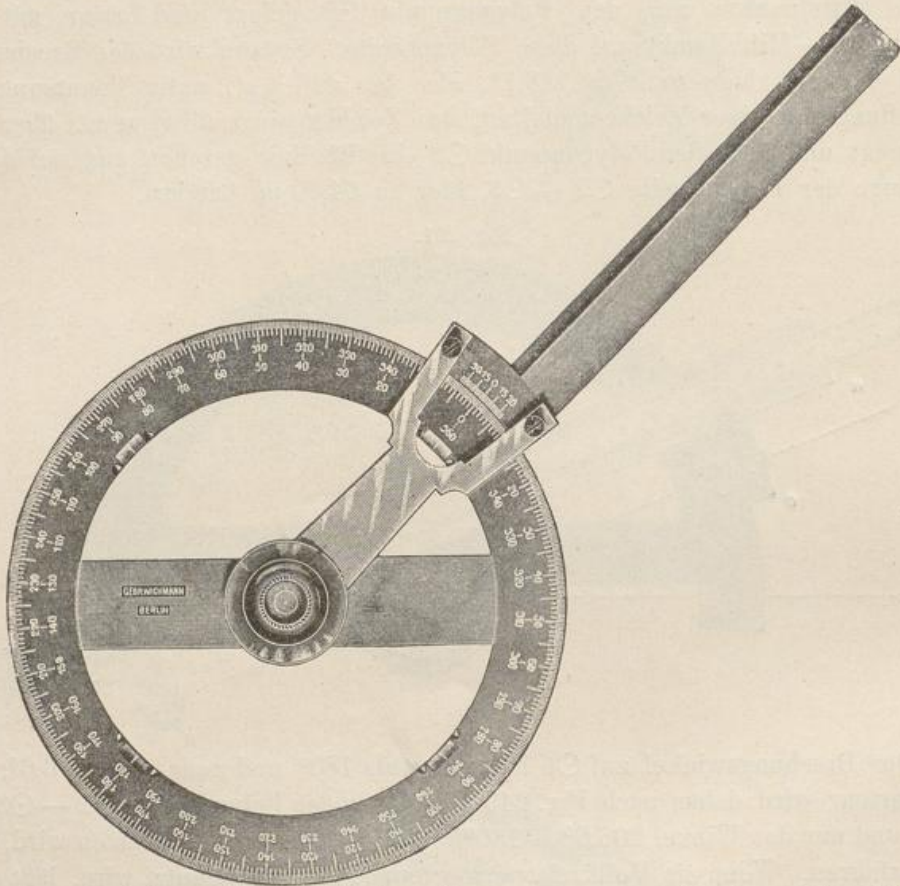
Der Brechungswinkel auf $\odot 3$ ist größer als 180° und zwar $\beta_3 = 206,6^\circ$; der Transporteur wird daher nach Fig. 249 rechts von der Polygonseite $\odot 2 - \odot 3$ angelegt und nur der Winkel $206,6^\circ - 180^\circ = 26,6^\circ$ abgesetzt, im übrigen wird, wie vor, verfahren. Wenn ein Vollkreistransporteur (Fig. 248) benutzt wird, läßt sich von der linken Seite des Polygonzuges aus jede beliebige Winkelgröße abstecken.

Sobald sämtliche Polygonpunkte in der angegebenen Weise gezeichnet sind, kann die Kartierung der Grenzpunkte von den einzelnen Polygonseiten aus, die durch Bleilинien kenntlich gemacht werden, vor sich gehen.

Die gewöhnlichen Transporteure haben vielfach einen kleinen Durchmesser und meist Gradteilung, so daß die Auftragung der Polygonpunkte nur mit geringer Schärfe möglich ist. Weit bessere Ergebnisse liefert der Transporteur nach Nagel und nach Decher, die beide besonders auch bei den „Tachymetrischen Aufnahmen“ (siehe Teil II des Feldmessens) Verwendung finden.

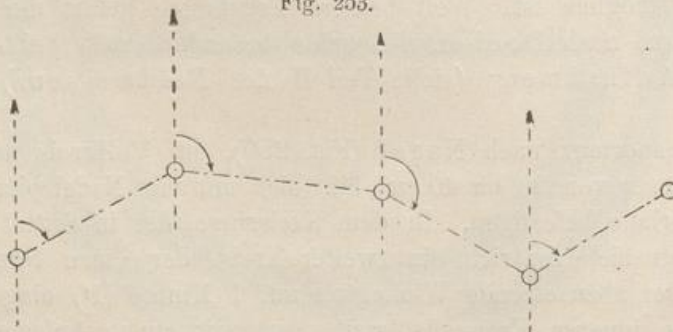
Der Transporteur nach Nagel (Fig. 250), ein Vollkreis aus Metall mit einem Durchmesser von 20 bis 40 cm, läßt sich mit vier Nadelspitzen a b c d auf der Papierunterlage befestigen. In dem Kreisringe, der in drittel Grade eingeteilt ist, bewegt sich zentrich ein zweiter Kreis, der einen Nonius (s. S. 81) trägt, so daß der abzusetzende Winkel bis auf 1 Minute ($1'$) eingestellt werden kann. An dem inneren Kreise ist weiter ein mit einem Anlegemaßstabe versehenes Lineal angebracht, dessen abgeschrägte Kante durch den Mittelpunkt der Kreise geht und für beliebige Maßstabsverhältnisse ausgewechselt werden kann.

Mit dieser Vorrichtung läßt sich sofort die Polygonecke auf dem Zeichenpapier abtragen.
Fig. 252.



Das Gleiche geschieht mit dem Transporteur von Decher (Fig. 251), der einen Halbkreis darstellt. Um den Kreismittelpunkt beweglich ist ein ausziehbares eingeteiltes Lineal a vorgesehen, mit einer Zeichennadel-Vorrichtung b und einem Nonius c für die Gradteilung. Die Anordnung ist so getroffen, daß der Nullpunkt des Nonius, die Kreismitte und die Nadelspitze in einer Geraden liegen, die parallel zur Teilungskante des Lineals verläuft.

Fig. 253.



Ein viel verwendeter Transporteur nach Fig. 252 trägt nur ein einfaches Lineal, an dem nach Einstellung des Winkels die Richtung der Polygonecke durch eine Bleilinie kenntlich gemacht wird.

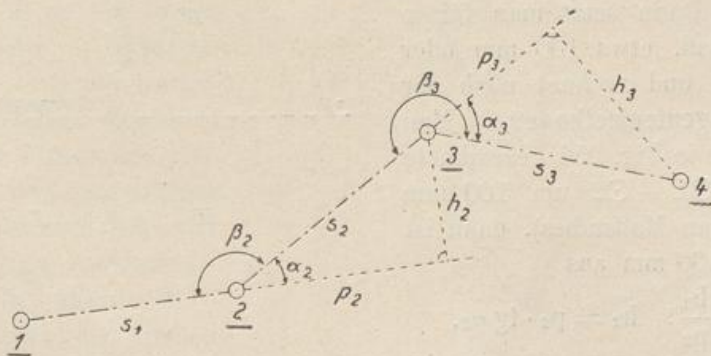
Wenn Bussolenzüge nach S. 89 und Fig. 186, 189 und 190 aufzutragen sind, so wird durch jeden kartierten Polygonpunkt parallel zu der durch den ersten Polygonpunkt gehenden Nordrichtung eine Linie gezogen, von der aus der jeweilige Richtungswinkel abgesetzt wird (s. Fig. 253).

2. Die Sinus- und Tangentenmethode.

Die Kartierung der Polygonpunkte im vorigen Abschnitte wird in der Regel nur da befriedigen, wo es auf größere Genauigkeit nicht ankommt.

Wesentlich schärfer wird die Bestimmung, wenn die Polygonlinien nach und nach durch trigonometrische Rechnung gegeneinander festgelegt werden.

Fig. 255.

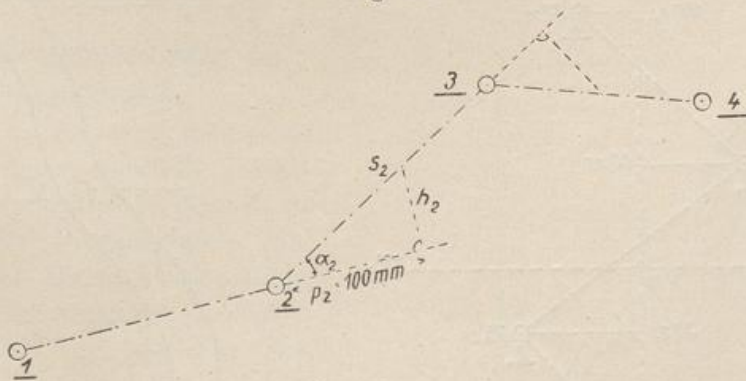


In Fig. 255 ist nach Zeichnung der Polygonseite $\odot 1 - \odot 2 = s_1$ die Polygonseite s_2 mit Hilfe des Brechungswinkels β_2 aufzutragen.

Man bestimmt die Ergänzung des Winkels β_2 zu 180° nach:

$$\alpha_2 = 180^\circ - \beta_2$$

Fig. 256.



und berechnet die Ordinate h_2 auf der verlängerten Polygonseite s_1 und die Entfernung des Ordinatenfußpunktes p_2 nach der „Sinusmethode“:

zu: $\sin \alpha_2 = \frac{h_2}{s_2}$; hieraus $h_2 = \sin \alpha_2 \cdot s_2$,

und: $\cos \alpha_2 = \frac{p_2}{s_2}$; woraus $p_2 = \cos \alpha_2 \cdot s_2$.

Mit h_2 und p_2 ist der Polygonpunkt leicht aufzutragen.

Für die Kartierung von $\odot 4$ ist zu ermitteln:

$$\left. \begin{aligned} h_3 &= \sin \alpha_3 \cdot s_3 \\ p_3 &= \cos \alpha_3 \cdot s_3 \end{aligned} \right\} \text{ wo } \alpha_3 = \beta_3 - 180^\circ$$

und so fort. Die Ausrechnung erfolgt mit Hilfe von Logarithmen.

Ueber die Kartierung selbst ist weiter nichts zu sagen, doch wird es vorkommen, daß nicht die ganze Länge der Polygonseiten bei der Rechnung benutzt werden kann, weil wegen Platzmangel auf dem Zeichenpapier nicht die Kartierung von p und h möglich ist. Dann setzt man für p ein rundes Maß, etwa 100 mm oder weniger ein, und rechnet nach der sogen. „Tangentenmethode“. Man verlängert die in Fig. 256 gezeichnete Polygonseite $\odot 1 - \odot 2$ um 100 mm (des natürlichen Maßstabes), dann ist h_2 für $p_2 = 100$ mm aus

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{h_2}{p_2} : h_2 = p_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_2,$$

wo $\operatorname{tg} \alpha_2$ am einfachsten einer Tafel*)

der „natürlichen trigonometrischen Zahlen“ zu entnehmen ist.

Fig. 258.

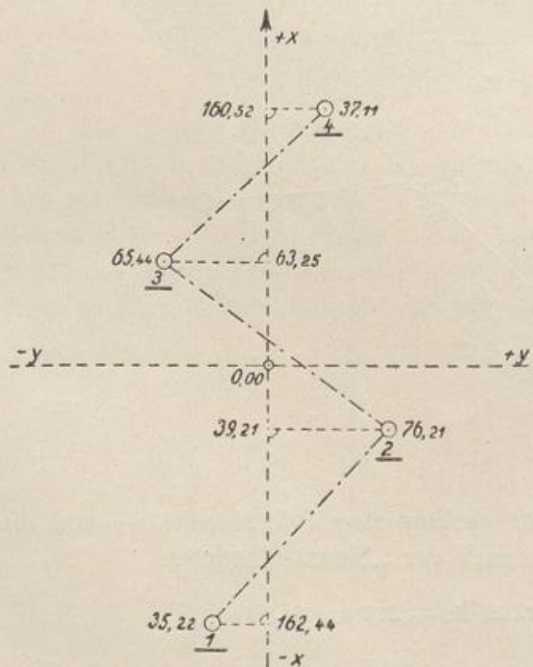


Fig. 257.

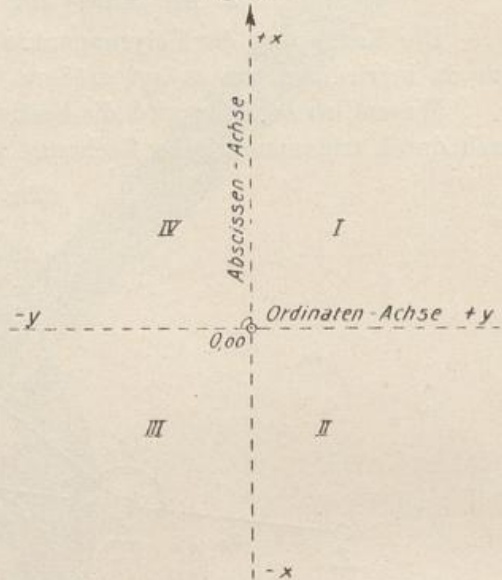
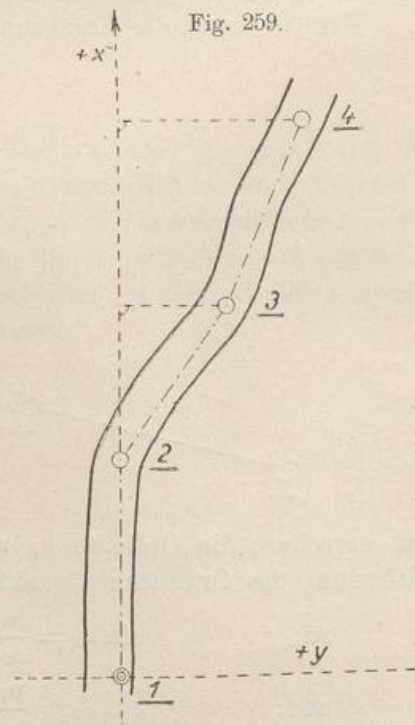


Fig. 259.



*) Eine solche Tafel befindet sich z. B. in der „Fünfstelligen Logarithmentafel“ von Dr. F. G. Gauß. Verlag Konrad Wittwer in Stuttgart.

Wäre beispielsweise auf $\odot 2$ $\alpha_2 = 31^\circ 20'$, demnach $\text{tg } \alpha_2 = 0,6088$ in natürlichen Zahlen, so ist $h_2 = p_2 \cdot \text{tg } \alpha_2 = 100 \text{ mm} \cdot 0,6088 = 60,88 = \text{rd. } 60,9 \text{ mm}$.

Wird die Ordinate $h_2 = 60,9 \text{ mm}$ gezeichnet und über $\odot 2$ und den kartierten Ordinatenendpunkt eine Bleilinie gezogen, so ist, nachdem weiter von $\odot 2$ ab auf dieser die Polygonseite s_2 abgesetzt ist, für $\odot 2 - \odot 3$ die Kartierung bewerkstelligt. Das Verfahren ist im Wesen das gleiche, wie bei den gebrochenen Abscissenlinien nach Seite 133.

Die obige Auftragemethode wird bei offenen Polygonzügen stets gute Dienste leisten, wenn nicht auch hier die bei den geschlossenen Polygonzügen sehr zu empfehlende „Koordinatenberechnung“ des folgenden Abschnittes zur Anwendung gelangt.

3. Koordinatenberechnung der Polygonpunkte.

Der in Betracht kommende Rechen-Vorgang bezweckt die Ermittlung der rechtwinkligen Koordinaten der Polygonpunkte auf Grund einer Haupt-Abscissenlinie, ähnlich wie die Aufnahme der Knickpunkte B C D E... der Fig. 164, wo die Punkte auf A G als Haupt-Abscissenlinien nach Koordinaten aufgemessen sind. In der Regel wird aber — entgegengesetzt dem Beispiele in Fig. 164 — bei den Polygonzügen die Hauptabszissenlinien nicht den ersten und letzten Polygonpunkt verbinden, sie wird,

Fig. 260.

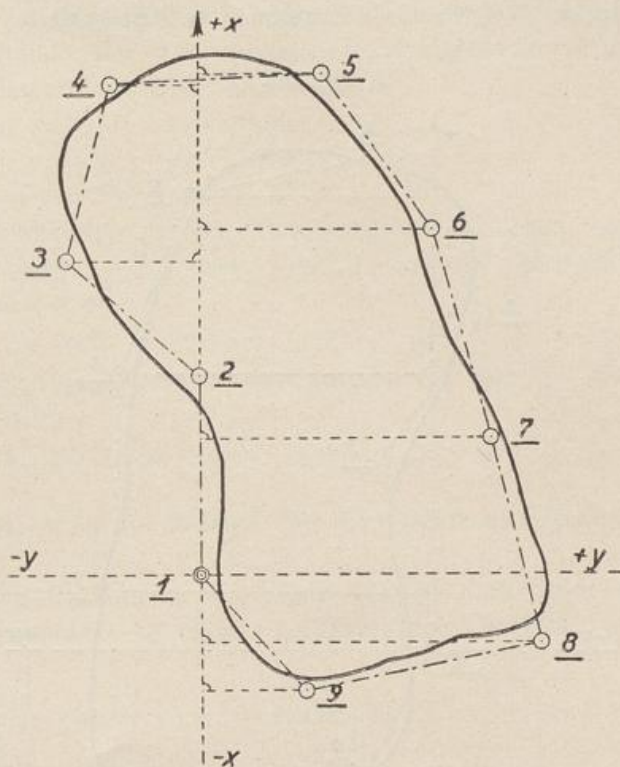
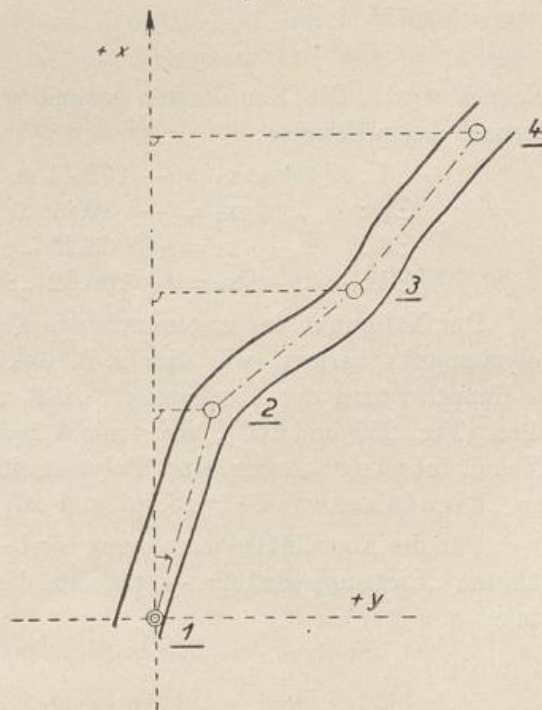
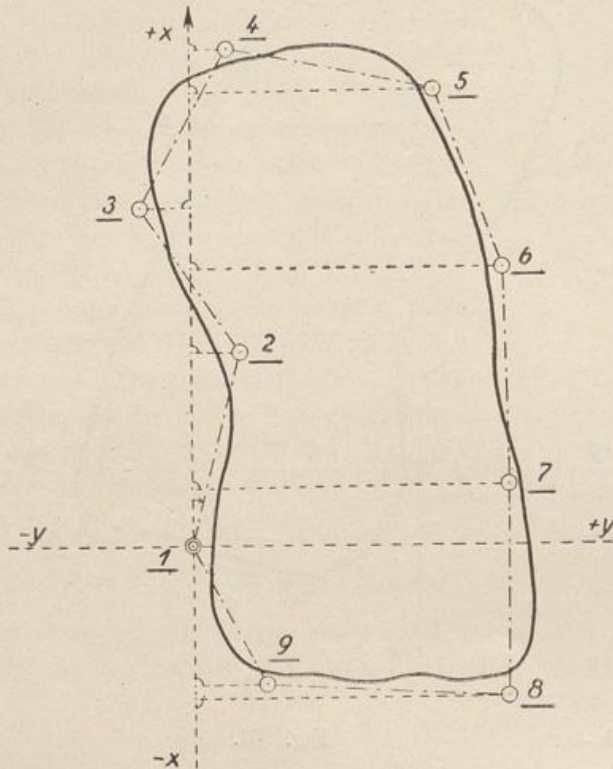


Fig. 261.



besonders auch bei den geschlossenen Zügen, eine beliebige Richtung, zweckmäßig jedoch die „Nordrichtung“ (s. S. 90) erhalten. Hierdurch kann es geschehen,

Fig. 262.



daß, wenn ein „Koordinatensystem“ nach Fig. 257 mit einem beliebigen Anfangs- oder Nullpunkte 0,00 der „Abszissenachse“ x und der auf ihr rechtwinklig stehenden „Ordinatenachse“ y gewählt wird, die Polygonpunkte in den vier Quadranten I, II, III und IV liegen können. Um nun die Lage der Polygonpunkte in diesem System un- zweideutig durch die Koordinaten selbst anzugeben, erhält die Haupttrichtung der Abszissenachse, die durch eine Pfeilsignatur (Norden) angedeutet wird, das Vorzeichen $+$, in entgegengesetzter Richtung über den Nullpunkt hinaus (nach Süden) das Vorzeichen $-$, während die Ordinatenrichtung nach rechts (nach Osten) mit $+$, nach links (nach Westen) mit $-$ gekennzeichnet wird.

Die Koordinaten x und y des Polygonzuges in Fig. 258 sind hiernach beispielsweise:

⊙1:	Abscisse $x_1 = -162,44$ m;	Ordinate $y_1 = -35,22$ m.
⊙2:	„ $x_2 = -39,21$ „;	„ $y_2 = +76,21$ „
⊙3:	„ $x_3 = +63,25$ „;	„ $y_3 = -65,44$ „
⊙4:	„ $x_4 = +160,52$ „;	„ $y_4 = +37,11$ „

Der Nullpunkt des angenommenen Koordinatensystems wird meist in einen Polygonpunkt verlegt, wie dies z. B. aus den Fig. 259 bis 262 zu ersehen ist; die Haupttrichtung der Abszissenachse läßt man mit einer Polygonseite zusammenfallen (Fig. 259 und 260), wenn nicht, wie schon gesagt wurde (s. S. 86), die „Nordrichtung“ gegen eine Polygonseite, Fig. 261 und 262 ⊙1 — ⊙2, durch den „Richtungswinkel“ (S. 86 und 90) festgelegt ist.

Für die Koordinatenberechnung sind — abgesehen etwa von dem eben erwähnten „Richtungswinkel“ — gegeben die Polygonseiten s und die Brechungswinkel β .

a) Koordinatenberechnung eines offenen Polygonzuges.

Wird die Polygonseite $\odot 1 - \odot 2$ (Fig. 263) als Hauptabszissenrichtung und der Polygonpunkt $\odot 1$ als Nullpunkt des Koordinatensystems angenommen, so folgen aus der Figur die Koordinaten für den Polygonpunkt:

$$\odot 1: x_1 = 0,00; \quad y_1 = 0,00$$

$$\odot 2: x_2 = +s_1; \quad y_2 = 0,00$$

d. h. $x_2 =$ der Länge der gemessenen Polygonseite s_1 .

Fällt man von $\odot 3$ die Senkrechte auf die Abszissenachse, so erhält man die „Koordinatenunterschiede“ Δx_2^3 und Δy_2^{3*}) und die gesuchten Koordinaten des Polygonpunktes $\odot 3$ zu:

$$x_3 = x_2 + \Delta x_2^3; \quad y_3 = y_2 + \Delta y_2^3,$$

dementsprechend, wenn man die Hauptabszissenachse parallel bis zum $\odot 3$ verschiebt, die Koordinaten von $\odot 4$ zu:

$$x_4 = x_3 + \Delta x_3^4; \quad y_4 = y_3 + \Delta y_3^4$$

und so fort.

Zu ermitteln sind also allgemein die Beträge der Koordinatenunterschiede Δx und Δy .

Ergänzt man durch einige Buchstaben die Figur 263 zu Figur 264, so findet man das aus der Trigonometrie in einem rechtwinkligen Dreiecke bekannte Verhältnis:

$$\cos \alpha_2 = \frac{\Delta x_2^3}{s_2}, \quad \text{woraus } \Delta x_2^3 = \cos \alpha_2 \cdot s_2.$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{\Delta y_2^3}{s_2}, \quad \text{woraus } \Delta y_2^3 = \sin \alpha_2 \cdot s_2.$$

Hierbei ist s_2 , die Polygonseite, durch Messung gegeben, α_2 jedoch unbekannt. Auf $\odot 2$ ist nun aber der Brechungswinkel β_2 durch Winkelmessung gegeben, so daß α_2 für diesen Fall, da die Abszissenachse mit der Polygonseite $\odot 1 - \odot 2$ zusammenfällt, sich berechnet nach:

$$\alpha_2 = \beta_2 - 180^\circ.$$

Aus s_2 und α_2 läßt sich somit:

$$\Delta x_2^3 = \cos \alpha_2 \cdot s_2$$

$$\Delta y_2^3 = \sin \alpha_2 \cdot s_2$$

bestimmen, also auch die Koordinaten des Punktes $\odot 3$ durch Addition zu den Koordinaten von $\odot 2$, wie oben gezeigt wurde.

Die Berechnung der Koordinatenunterschiede erfolgt in der Regel mit Hilfe von fünfstelligen Logarithmen**), doch werden vielfach vierstellige Logarithmen***) ausreichen. Die Koordinaten selbst werden auf cm, also auf zwei Stellen hinter dem Komma angegeben.

Für den Punkt $\odot 4$ werden:

$$\Delta x_3^4 = \cos \alpha_3 \cdot s_3; \quad \Delta y_3^4 = \sin \alpha_3 \cdot s_3$$

*) Δx_2^3 gelesen: Abszissenunterschied des Polygonpunktes $\odot 2$ und $\odot 3$.

Δy_2^3 gelesen: Ordinatenunterschied „ „ $\odot 2$ und $\odot 3$.

**) Zu empfehlende fünfstellige Logarithmentafeln sind z. B. diejenigen von Dr. Gauß, siehe Seite 138 Anm.

***) Vierstellige Logarithmen siehe im Anhang des Bandes unter Nr. V und VI.

der Fig. 264 zu berechnen sein, wobei wieder s_3 gegeben, α_3 zunächst noch unbekannt ist, aber durch die sogen. „Richtungsübertragung“ ermittelt wird.

Fig. 263.

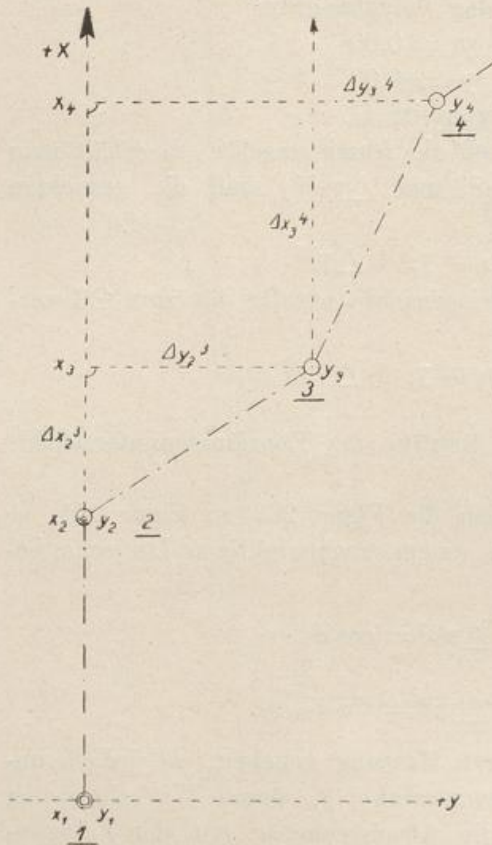
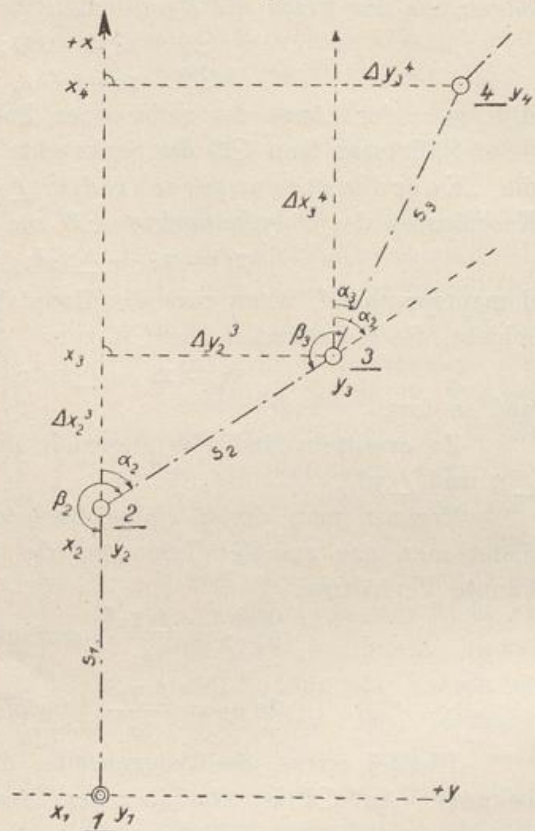


Fig. 264.



Verlängert man die Polygonseite $\odot 2 - \odot 3$ über $\odot 3$ hinaus, so erhält man auf $\odot 3$ gleichfalls den Richtungswinkel α_2 , gerechnet von der durch $\odot 3$ parallel zur Hauptabszissenachse gelegten Linie. Aus der Fig. 264 folgt unmittelbar:

$$\alpha_3 = \alpha_2 + \beta_3 - 180^\circ,$$

so daß also wieder Δx_3^4 und Δy_3^4 und die Koordinaten zu:

$$x_4 = x_3 + \Delta x_3^4$$

$$y_4 = y_3 + \Delta y_3^4$$

berechnet werden können.

In der angegebenen Weise lassen sich nach einander alle Koordinatenunterschiede und damit auch die Koordinaten der einzelnen Polygonpunkte ermitteln. Die Koordinatenberechnung erfolgt am zweckmäßigsten in einem Rechenformular von nachstehender Anordnung (s. S. 143).

Beispiel. Die auf Seite 118 im Winkelbuche aufgeführten Winkel und Seiten eines offenen Polygons sollen mit der Polygonseite $\odot 1 - \odot 2$ (Fig. 180) als Hauptabszissenrichtung der Koordinatenberechnung dienen. Hierzu sind die im Anhang unter Nr. V und VI aufgeführten vierstelligen Logarithmen benutzt worden.

Abzug gelangen; dieses trifft dann zu, wenn der Richtungswinkel α nach Abzug von 180° immer noch größer als 360° ist. Der Fall $\alpha_3 = \alpha_2 + \beta_3 + 180^\circ$ ist z. B. bei $\odot 3$ der obigen Polygonzugberechnung zu sehen.

Die logarithmische Berechnung nach Richtungswinkeln und Polygonseiten ist in den Spalten 5 und 6 durchzuführen und die Koordinatenunterschiede ihrem Vorzeichen entsprechend in den Spalten 7 und 8 aufzunehmen. Die Koordinaten selbst werden schließlich in den Spalten 9 und 10 ermittelt. Die Koordinaten des letzten Polygonpunktes, hier $\odot 5$, müssen mit der Summe der Koordinatenunterschiede in den Spalten 7 und 8 übereinstimmen, siehe das Rechenschema.

Bei der Entnahme der Logarithmen für die Richtungswinkel α größer als 90° können mit Rücksicht auf die Einrichtung der Logarithmentafeln nur die Ueberschüsse von 90° bzw. 180° bzw. 270° benutzt werden. Die Winkel­funktionen erhalten dabei, je nach der Größe des Winkels ein Vorzeichen, das auch maßgebend für die Koordinatenunterschiede Δx und Δy ist. Für einen Winkel von:

0° bis 90°	ist das Vorzeichen bei $\sin = +$, bei $\cos = +$
90° „ 180° „ „ „	„ $\sin = +$, bei $\cos = -$
180° „ 270° „ „ „	„ $\sin = -$, bei $\cos = -$
270° „ 360° „ „ „	„ $\sin = -$, bei $\cos = +$

Hierbei wird auch als bekannt hervorgehoben, daß die in den Logarithmentafeln aufzuschlagenden $\sin \alpha$ und $\cos \alpha$ bei Winkeln zwischen 0° und 90° bzw. 180° und 270° den in den Tafeln angegebenen Werten entsprechen,

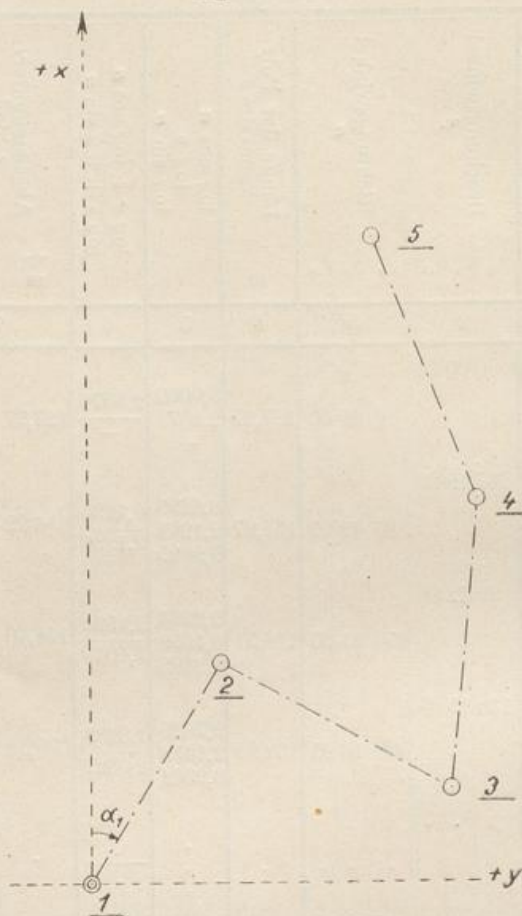
bei Winkeln

zwischen 90° und 180° bzw. 270° und 360° ist für den **sin** der **cos**, für den **cos** der **sin** der Tafel zu entnehmen.

Beispiel:

$\sin 45^\circ 12' 12'' = + \sin 45^\circ 12' 12''$	hiernach hat Δy das Vorzeichen $+$
$\cos 45^\circ 12' 12'' = + \cos 45^\circ 12' 12''$	„ „ Δx „ „ $+$
$\sin 107^\circ 15' 24'' = + \cos 17^\circ 15' 24''$	„ „ Δy „ „ $+$
$\cos 107^\circ 15' 24'' = - \sin 17^\circ 15' 24''$	„ „ Δx „ „ $-$

Fig. 265.



$\sin 222^{\circ} 38' 52'' = -\sin 42^{\circ} 38' 52''$;	hiernach hat Δy das Vorzeichen —
$\cos 222^{\circ} 38' 52'' = -\cos 42^{\circ} 38' 52''$;	„ „ Δx „ „ —
$\sin 333^{\circ} 53' 33'' = -\cos 63^{\circ} 53' 33''$;	„ „ Δy „ „ —
$\cos 333^{\circ} 53' 33'' = +\sin 63^{\circ} 53' 33''$;	„ „ Δx „ „ +

Ist statt der Polygonseite $\odot 1 - \odot 2$ der Fig. 180 als Abscissenachse eine andere Richtung, z. B. die „Nordrichtung“, vorgesehen (Fig. 265), so bleibt die Koordinatenberechnung im wesentlichen dieselbe. Der für die Polygonseite $\odot 1 - \odot 2$ gemessene „Magnetische oder Astronomische Richtungswinkel“ ist aber hier als Richtungswinkel α_1 auf $\odot 1$ einzuführen. Dadurch muß im Gegensatz zu der obigen Berechnung, wo $\alpha_1 = 0^{\circ}$ und

$$\Delta x_1^2 = \cos 0^{\circ} \cdot s_1 = 1,0000 \cdot s_1^*) = s_1$$

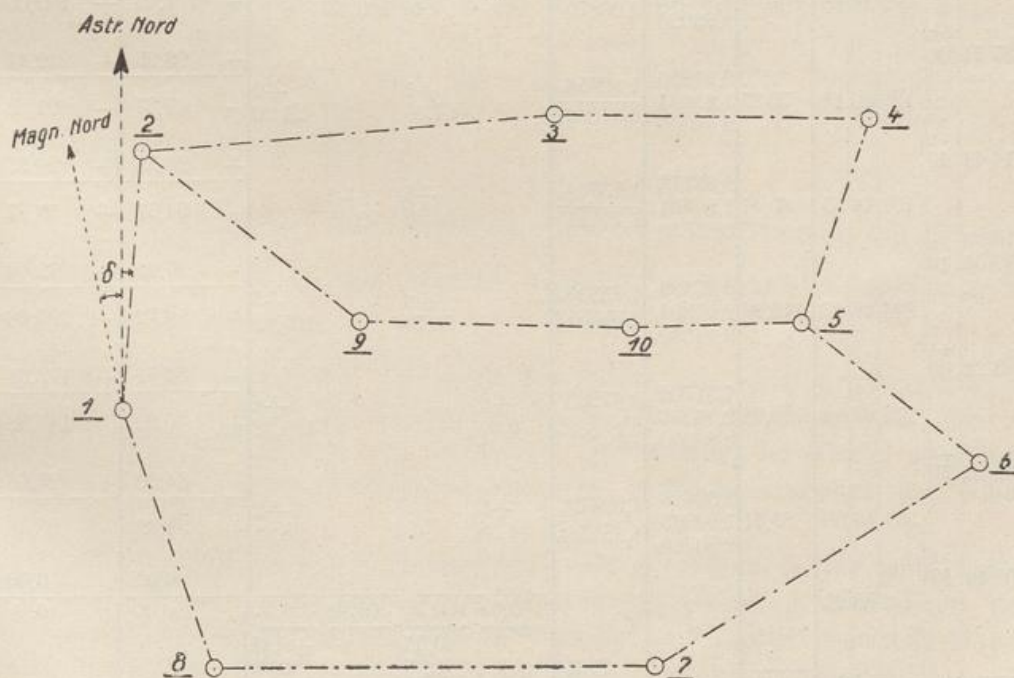
$$\Delta y_1^2 = \sin 0^{\circ} \cdot s_1 = 0,0000 \cdot s_1^*) = 0,00.$$

war, die Rechnung schon vom Polygonpunkte $\odot 1$ ab in der früher angegebenen Weise durchgeführt werden. Der Richtungswinkel α_2 auf $\odot 2$ ist daher auch, wie auf Seite 142 und 143 auseinandergesetzt wurde, zu ermitteln.

b) Koordinatenberechnung für geschlossene Polygonzüge.

Die Berechnungsmethode für offene Polygonzüge gilt auch für geschlossene Polygone, wo eine sehr wertvolle Kontrolle darin besteht, daß die Summe der „Koordinatenunterschiede“ $[\Delta x]$ einerseits und $[\Delta y]$ **)) andererseits

Fig. 266.



*) 1,000 die „natürliche trigonometrische Zahl“ von $\cos 0^{\circ}$
0,000 „ „ „ „ „ „ $\sin 0^{\circ}$

***) Die eckige Klammer [] ist das Zeichen für die Summe.

„Null“ ergeben muß. Das rührt daher, daß im Zuge der fortschreitenden Berechnung die Koordinaten auch für den ersten Polygonpunkt noch einmal bestimmt werden, so daß sich also die Koordinatenunterschiede aufheben.

Beispiel. Für das in der Fig. 266 gegebene „geschlossene“ Umringspolygon mit den Polygonpunkten $\odot 1$ bis $\odot 8$ und dem „Astronomischen Richtungswinkel“ $A = \alpha_1 = 3^\circ 58' 20''$ auf $\odot 1$ sollen die Koordinaten ermittelt werden. Der Richtungswinkel α_1 , die Brechungswinkel β und die gemittelten Polygonseiten s sind dem Winkelbuche auf Seite 122 zu entnehmen.

Die Koordinatenberechnung ist im Rechenformular, Seite 146, durchgeführt.

Es sei hier als wesentlich hervorgehoben, daß durch die fortschreitende Berechnung der Richtungswinkel $A = \alpha_1$ von $\odot 1$ über $\odot 2$ usw. schließlich wieder auch der Richtungswinkel der Polygonseite $\odot 1 - \odot 2$ erhalten wird, der hier zu $\alpha_1 = 3^\circ 58' 20''$ eingesetzt war. Der so nochmals ermittelte Richtungswinkel (α_1) wird mit dem eingesetzten Richtungswinkel $\alpha_1 = A$ übereinstimmen, wenn keine Winkelmeßfehler begangen sind, was kaum zutrifft. Die Winkeldifferenz $\alpha_1 - (\alpha_1)$ wird durch die Anzahl der Polygonpunkte dividiert und der errechnete Betrag, abgerundet auf ganze Sekunden ($''$), nach dem Vorzeichen der Differenz den Brechungswinkeln zugefügt.

Diese Rechnung wird sofort nach Eintragung der Winkel β in das Formular in der Weise vorgenommen, daß man zu dem gemessenen Richtungswinkel $\alpha_1 = A$ sämtliche Brechungswinkel β addiert und diesem Werte die Summe $\alpha_1 + (2n + 4) \cdot 90^\circ$ gegenüberstellt, wo n die Anzahl der Brechungswinkel bedeutet. Die Rechnung erfolgt in der Spalte 2, wie unser Beispiel (S. 146) zeigt. Hier ist die erste Summe $\alpha_1 + \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \dots = 1803^\circ 58' 10''$, die zweite Summe $\alpha_1 + (2n + 4) 90^\circ = 1803^\circ 58' 20''$; dann ist die Differenz $f\beta = 1803^\circ 58' 20'' - 1803^\circ 58' 10''$

$$= +10''.$$

Dividiert man $f\beta = +10''$ durch die Anzahl der Brechungswinkel, also durch 8, so sind $+ \frac{10''}{8} = +1''$ und zweimal je $+2''$ die Winkelverbesserungen, die man in Spalte 2 einträgt.

Die Differenz $f\beta$ darf höchstens den Betrag von $1,5' \sqrt{n}$ *) betragen, wo n , wie bereits oben gesagt, die Anzahl der Brechungswinkel bedeutet. Der zulässige Grenzwert läßt sich bei vorsichtiger Beobachtung der Winkel stets innehalten. Eine zu starke Abweichung kann nur durch Nachmessung der Winkel behoben werden.

Die Ermittlung der Richtungswinkel erfolgt sodann in der früher angegebenen Art, wobei aber neben den gemessenen Winkeln β auch deren Verbesserungen zu berücksichtigen sind. Der in Spalte 3 (unten) nochmals berechnete Richtungswinkel (α_1) ist gleich dem in der ersten Zeile eingesetzten, also $= 3^\circ 58' 20''$, wie es sein muß.

*) Die Beobachtung ist als „Gut“ zu bezeichnen, wenn der Betrag von rund $30'' \sqrt{n}$ nicht überschritten wird.

Werden nun die Koordinatenunterschiede Δx und Δy in den Spalten 7 und 8 berechnet, so muß die Summe der Abscissen- und Ordinatenunterschiede je für sich „Null“ ergeben.

In dem vorliegenden Beispiele beträgt in Spalte 7:

für $[\Delta x]$ der + Wert = 180,05 m
der - Wert = 180,16 „

demnach ein Unterschied = -0,11 m
das Soll ist 0,00 „

demnach der Widerspruch $f_x = 0,00 - (-0,11) = +0,11$ m

ferner

für $[\Delta y]$ der + Wert = 301,38 m
der - Wert = 301,59 „

demnach ein Unterschied = -0,21 m
das Soll ist 0,00 „

demnach der Widerspruch $f_y = 0,00 - (-0,21) = +0,21$ m.

Wir haben also $f_x = +0,11$ m, $f_y = +0,21$ m erhalten.

Um hier die zulässige Abweichung zu ermitteln, wird

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

berechnet, wobei f_s , je nach der erforderlichen Genauigkeit, die auf Seite 49 mitgeteilten zulässigen Fehlergrenzen d für die Gesamtlänge der Polygonseiten $[s]$ nicht überschreiten soll. Wird

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{0,11^2 + 0,21^2} = 0,23 \text{ m}$$

für unseren Fall berechnet, so sieht man, daß bei der Länge der Polygonseiten von $[s] = \text{rd. } 828$ m, die in Spalte 4 (unten) angegeben ist, nach den Vorschriften der preußischen Katasterverwaltung (s. Anhang unter Nr. II) bei günstigem Gelände eine Abweichung von $d_1 = 0,82$ m erlaubt ist; $f_s = 0,23$ m liegt demnach innerhalb der zulässigen Fehlergrenze.

Würde f_s einen unzulässigen Betrag erreichen, so sind die Längen der Polygonseiten (event. auch die Winkel) durch eine nochmalige Messung nachzuprüfen.

Die Widersprüche f_x und f_y werden auf die einzelnen Koordinatenunterschiede Δx und Δy nach Verhältnis der Polygonseitenlängen verteilt. Man bildet die Quotienten

$$\frac{f_x}{[s]} \text{ und } \frac{f_y}{[s]}$$

und erhält die Verbesserungen

$$\begin{aligned} \text{für } \Delta x_1^2 \text{ zu: } & \frac{f_x}{[s]} \cdot s_1; \text{ für } \Delta y_1^2 \text{ zu: } \frac{f_y}{[s]} \cdot s_1 \\ \Delta x_2^3 \text{ zu: } & \frac{f_x}{[s]} \cdot s_2; \text{ für } \Delta y_2^3 \text{ zu: } \frac{f_y}{[s]} \cdot s_2 \text{ usw.} \end{aligned}$$

Die Verbesserungen werden über die zugehörigen Koordinatenunterschiede mit den entsprechenden Vorzeichen in Spalte 7 bzw. 8 eingetragen, siehe Rechenschema S. 146.

Die Ermittlung der Koordinaten erfolgt schließlich, bei $\odot 1$ angefangen, der Reihe der Punkte nach unter Beachtung der verbesserten Koordinatenunter-

schiede und ihrer Vorzeichen, endigend auf $\odot 1$, dessen Koordinaten wieder zu $x_1 = 0,00$ m und $y_1 = 0,00$ erhalten werden, siehe Spalte 9 und 10.

In dem geschlossenen Polygonzuge Fig. 266, dessen Koordinaten oben berechnet sind, ist zwischen den Polygonpunkten $\odot 2$ und $\odot 5$ ein „Zwischenzug“ mit den Punkten $\odot 9$ und $\odot 10$ eingeschaltet; die Koordinaten der letzteren sind nachstehend berechnet.

Rechenschema für Polygonzüge.
(Beispiel eines Zwischenzuges).
(Fig. 266).

Nr. des Punktes	Brechungswinkel β			Richtungswinkel α			Länge der Polygoneite s m	$\log \cos \alpha$ $\log s$ $\log \sin \alpha$	$\frac{\log s + \log \cos \alpha}{\log s + \log \sin \alpha}$	Abscissenunterschied $\Delta x = s \cdot \cos \alpha$		Ordinatenunterschied $\Delta y = s \cdot \sin \alpha$		Abscisse x Verbessertes Abscissenunterschied		Ordinate y Verbessertes Ordinatenunterschied		Nr. des Punktes.	
	o	'	"	o	'	"				+	-	+	-	+	-	+	-		+
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11									
$\odot 3$	265	44	31	265	44	31													
$\odot 2$	43	17	10																$\odot 2$
$\odot 9$	142	10	+1 40	129	01	41	92,46	9,79913 _n 1,96595 9,99033	1,76508 _n 1,85628	58,22 ⁻¹	71,82 ⁻⁶								$\odot 9$
$\odot 10$	177	25	+1 30	91	12	22	88,60	8,32323 _n 1,94743 9,99990	0,27066 _n 1,94733	1,86 ⁻¹	88,58 ⁻⁶								$\odot 10$
$\odot 5$	109	22	20	88	37	53	54,34	8,37812 1,73512 9,99988	0,11324 1,73500	1,30	54,33 ⁻³								$\odot 5$
				18 00	13					1,30	60,08	214,73							
											58,78								
											58,80	214,58							
$\odot 4$									Soll										
$[\beta] =$	738 00	11		$[s] =$	235,40					$fx =$	-0,02	-0,15	$= fy$						
Soll	738 00	13								$fs =$	0,15	(I 0,35)							
$f\beta =$			+ 2																

Es sei hierzu bemerkt, daß für die Berechnung der Richtungswinkel (Fig. 266) auf $\odot 3 : \alpha_3^2 = 85^\circ 44' 31'' + 180^\circ = 265^\circ 44' 31''$, auf $\odot 5 : \alpha_5^4 = 198^\circ 00' 13'' - 180^\circ = 18^\circ 00' 13''$ vorliegt, deren Winkelgrößen $85^\circ 44' 31''$ bzw. $198^\circ 00' 13''$ aus Spalte 3 des Rechenschemas (S. 146) zu entnehmen sind. Beginnt man bei $\odot 2$, so wird nach Verbesserung der Brechungswinkel β_9 und β_{10} mit je $+1''$ schließlich auf $\odot 5$ der gegebene Richtungswinkel $\alpha_5^4 = 18^\circ 00' 13''$ gewonnen.

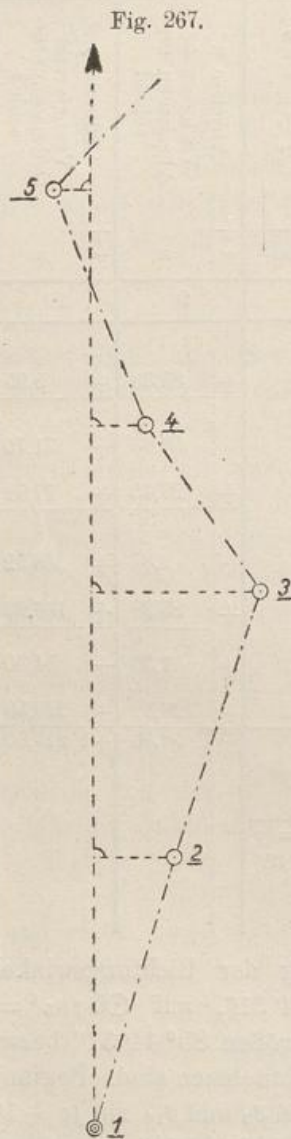
Für die Koordinatenableitung (Spalte 9 und 10) sind am Anfange des Zuges die Koordinaten von $\odot 2$, am Ende diejenigen von $\odot 5$ maßgebend.

Die Rechnung zeigt, daß die Messung der Brechungswinkel und Polygonseiten in zulässigen Grenzen differieren.

In vorstehender Weise sind stets Zwischenzüge, wie z. B. auch die Züge II, III und IV in Fig 172 und $\odot 8$ und $\odot 9$ der Tafel IV einzurechnen. In letzterer ist die Polygonseite $\odot 8 - \odot 10$ als „offener“ Zug anzusehen, mit den Anfangskordinaten des $\odot 8$.

4. Auftragen der Polygonpunkte nach Koordinaten.

Offene Polygonzüge, deren Abscissenachse nur wenig von der Gesamttrichtung des aufgemessenen Flächenstreifens abweicht, werden nach Zeichnung der



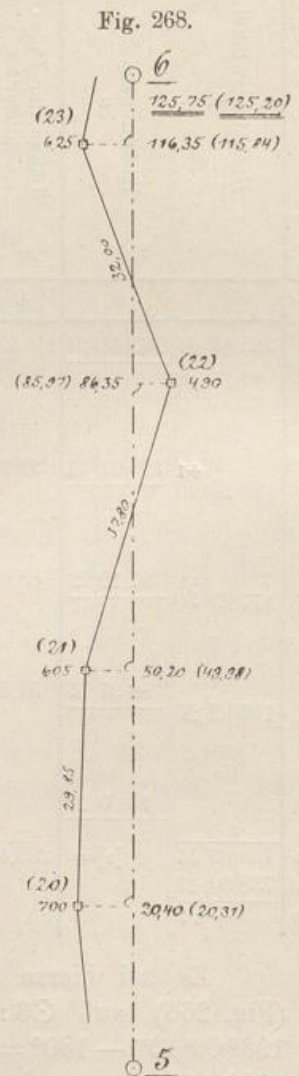
Achse durch den Anfangs-Polygonpunkt entsprechend den Koordinaten abgetragen, siehe Figur 267. Es besteht hier also wieder die gleiche Aufgabe, wie bei der Kartierung der Messung nach S. 133 u. Fig. 162.

Die Polygonseiten werden in feinen Bleilinien ausgezeichnet und mit den gemessenen Maßen verglichen. Ueber die zulässige Abweichung ist auf Seite 131 das Nähere gesagt. Sie wird in der Regel auf die einzelnen Abscissenmaße der Polygonseite im Verhältnis zur Gesamtlänge verteilt. Der Vorgang sei an der Fig. 268 gezeigt. Von der Polygonseite $\odot 5 - \odot 6$ sind aufgemessen die Grenzpunkte (20) bis (23). Die abgegriffene Polygonseite beträgt 125,2 m, gemessen ist 125,75 m, also beträgt die Abweichung $w = 125,2 - 125,75 = -0,55$ m für die Länge von rd. 126 m. Die Abweichung ist nach Seite 131 und Anhang unter Nr. II mit $d^*) = 1,5 \cdot 0,34 = 0,51$ m eben noch zulässig und wird auf die einzelnen Abscissen nach $v =$

$\frac{w}{s} \cdot x$ verteilt, wo v die Verbesserung (abgerundet auf cm),

s die Länge der Polygonseite, x die Abscisse, die beiden letzten auf ganze m abgerundet, bedeutet.

*) Ungünstiges Gelände.



Die Verbesserungen sind demnach folgende:

$$\text{für } x_{(20)} = 20,40 \text{ m: } v_{(20)} = -\frac{0,55}{126} \cdot 20 = -0,09 \text{ m;}$$

also ist die abzusetzende Abscisse $20,40 - 0,09 = 20,31 \text{ m}$;

$$\text{für } x_{(21)} = 50,20 \text{ m: } v_{(21)} = -\frac{0,55}{126} \cdot 50 = -0,22 \text{ m;}$$

also ist die abzusetzende Abscisse $50,20 - 0,22 = 49,98 \text{ m}$ usw.

Die endgültig zu kartierenden Maße sind der Fig. 268 in Klammern beigelegt. Die Verbesserungen werden mit dem Rechenschieber bestimmt, doch genügt meist eine einfache Ausrechnung im Kopfe.

Ueber die Auftragung der Ordinaten, der Grenzpunkte usw. ist nichts weiter zu sagen, doch möge die Nachprüfung der im Felde ermittelten „Kontrollmaße“ auf dem Lageplan (siehe Seite 130) nicht unterlassen werden.

Sind sehr lange Ordinaten zu zeichnen, z. B. bei offenen Polygonzügen, wenn die Abscissenachse nicht in der Nähe und in der allgemeinen Richtung des Zuges verläuft, so wird, wie auch stets bei geschlossenen Zügen, die ja meist Flächen größerer Ausdehnung umschließen, ein sog. „Quadratnetz“ gezeichnet, ein Netz sich rechtwinklig schneidender Geraden, die voneinander genau 1 dm entfernt sind und parallel den Koordinatenachsen verlaufen, siehe Fig. 269.

Die Konstruktion eines Quadratnetzes muß mit der größten Sorgfalt geschehen. Man zeichnet zwei Bleilinen L und L_2 (Fig. 270) mittels eines Sägeblattlineals (Fig. 239) unter einem Winkel

möglichst 90° und trägt vom Schnittpunkte M aus unter Benutzung der Dezimeterteilung des Lineals auf den Linien gleiche Längen $MA = MB = MC = MD$ ab. Verbindet man die Punkte A, B, C, D durch weitere Bleilinen, so ist $ABCD$ ein Rechteck. Die Seiten AC und BD werden sodann von A bzw. B aus in Dezimeter eingeteilt; desgleichen AB und CD von A bzw. C aus. Werden die entsprechenden Stichpunkte, Quadratnetzpunkte, durch Linien parallel zu den Rechteckseiten verbunden, so entsteht ein Quadratnetz, wie Fig. 269 angibt.

Die Linien L und L_2 müssen auf dem Zeichenpapier so angeordnet werden, daß die Pfeilrichtung der Abscissenachse möglichst nach oben weist, jedoch ist gleichzeitig darauf zu achten, daß der Nullpunkt des Koordinatensystems mit der zu kartierenden Fläche eine passende Lage zum Zeichenblatt erhält.

Fig. 269.

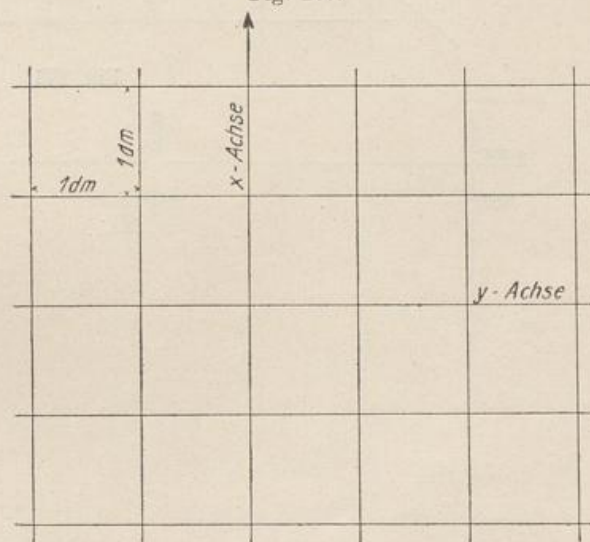


Fig. 270.

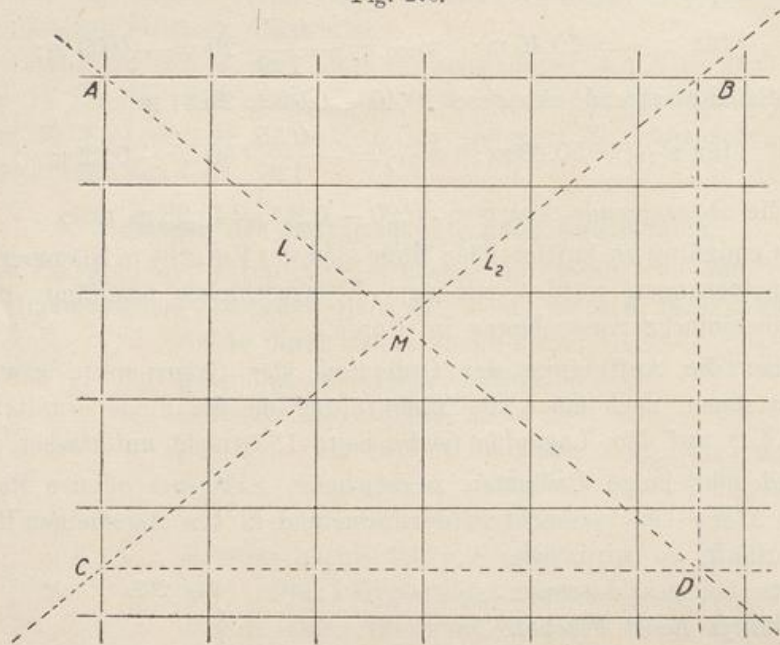
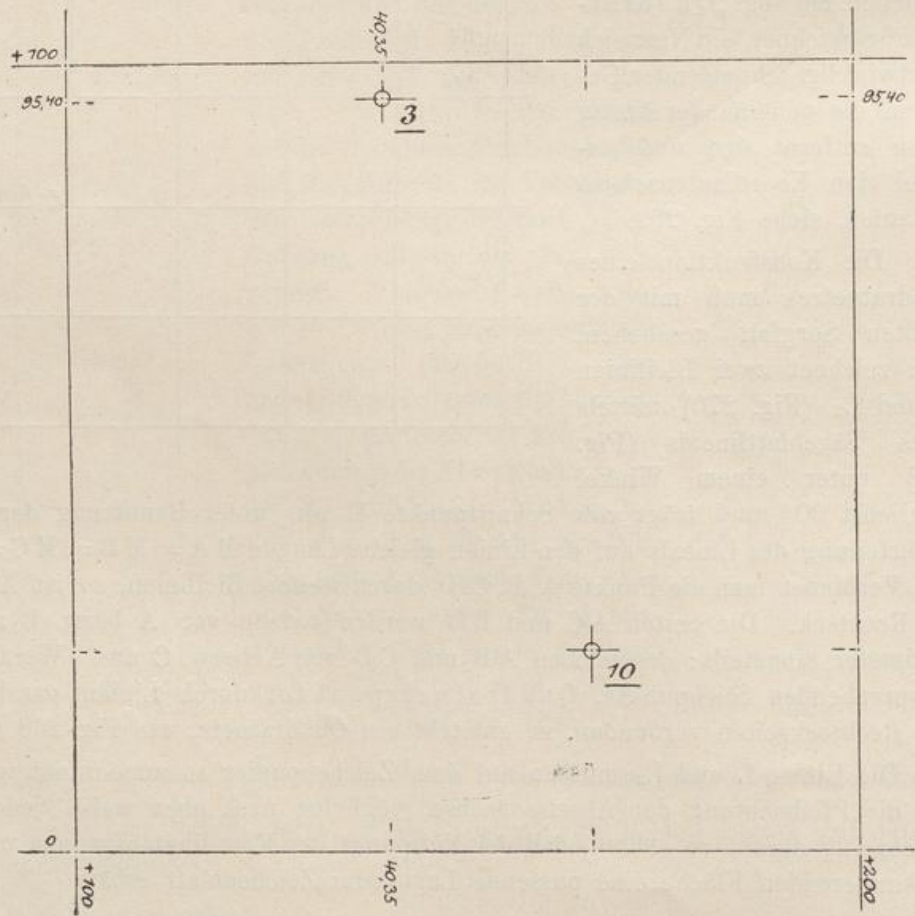
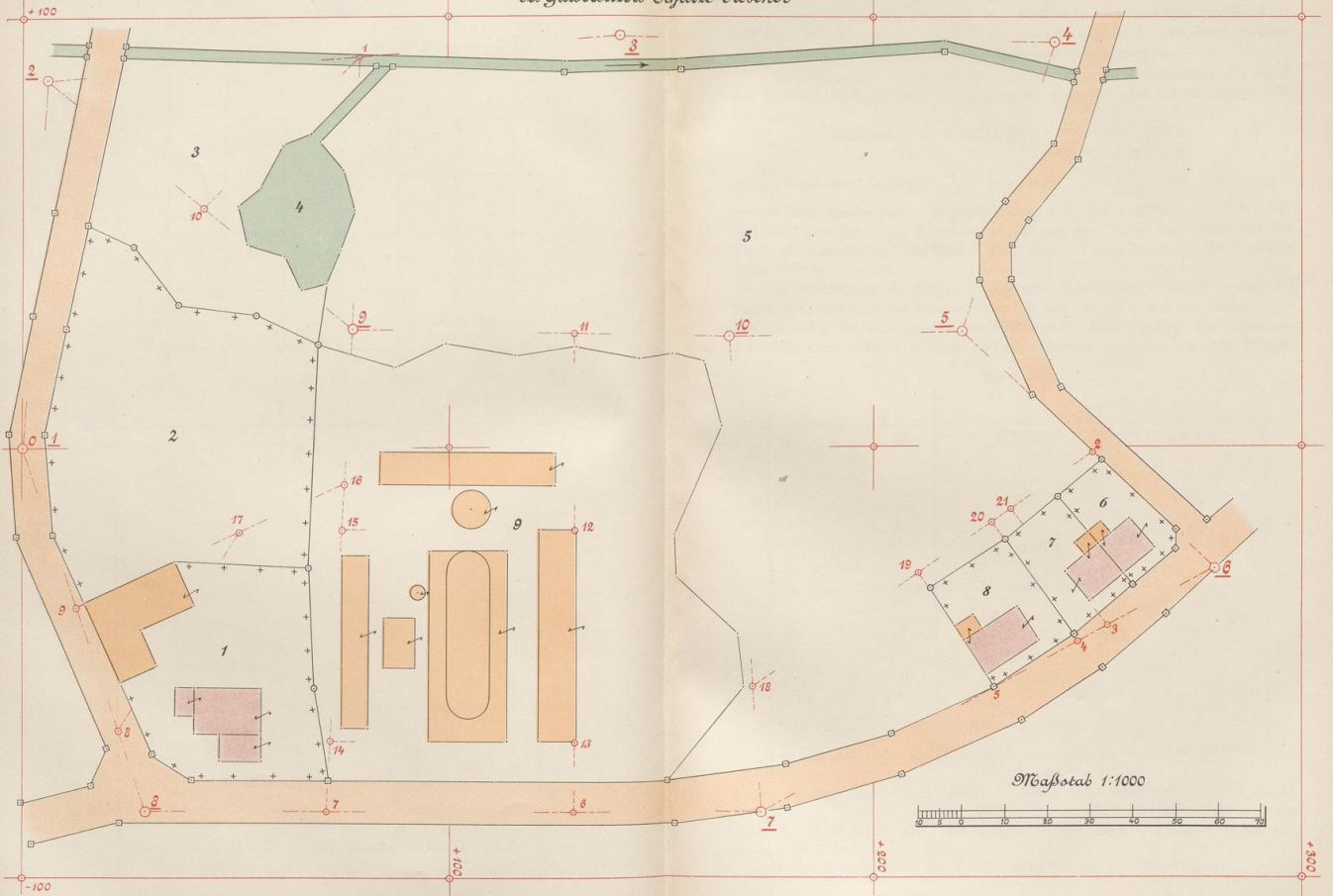


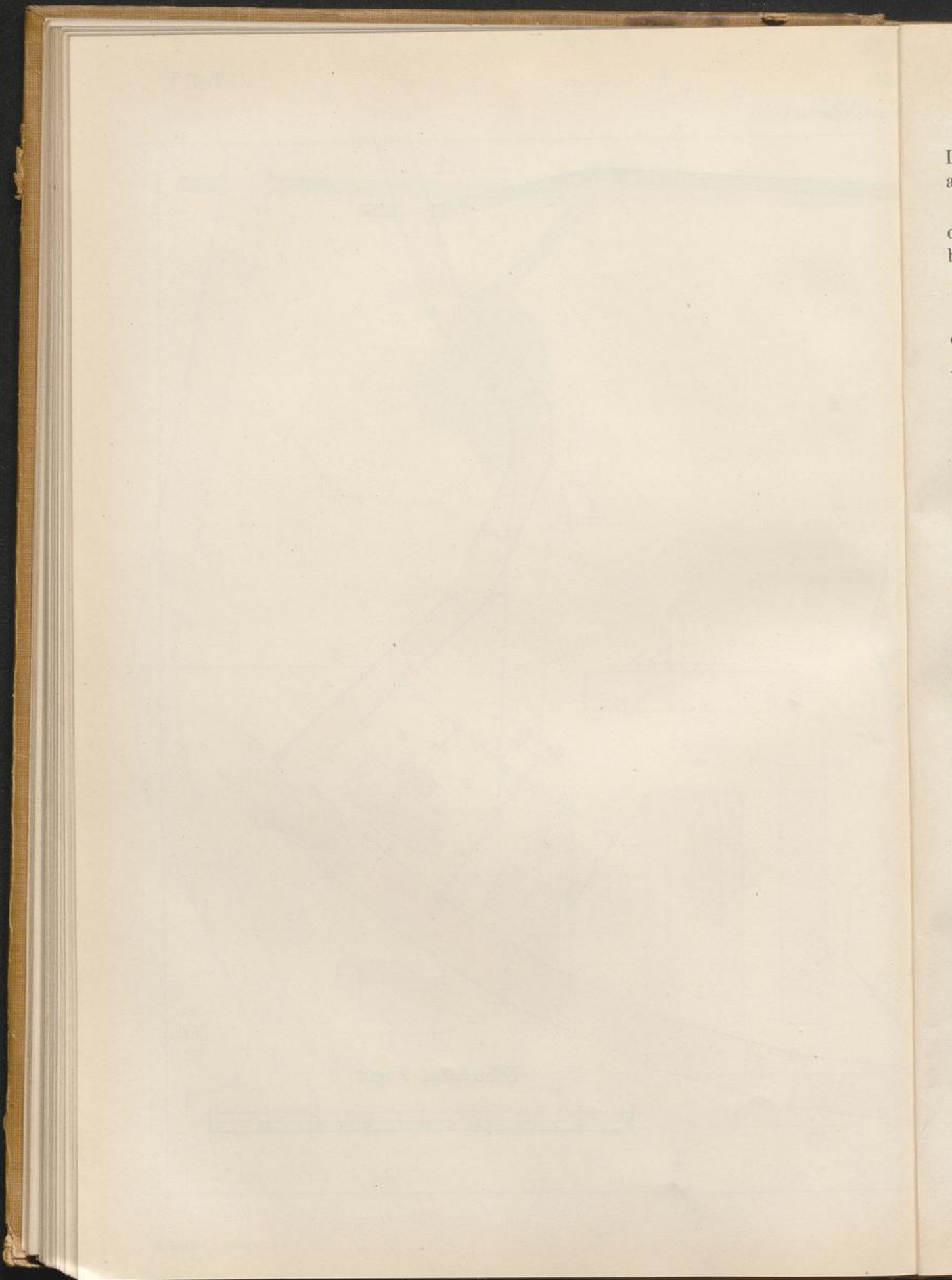
Fig. 271.



Lageplan
einer Ziegerei
des Gutbesitzers Schulte-Nüssener



Schewior, Feldmessungen I.



Einige Geschäftsstellen, wie das Technische Versandthaus R. Reiß in Liebenwerda i. S. und die Firma J. G. Stiefelhagen in Gera-Reuß fertigen auf Bestellung Quadratnetze in jeder beliebigen Ausführung an.

Der Abstand der Quadratseiten entspricht einer wirklichen Länge, die durch den Maßstab des Lageplanes bestimmt wird. Beispielsweise hat die Quadratseite bei einem

Maßstabe 1:1000 die Länge $l = 1000 \cdot 0,1 = 100 \text{ m}$

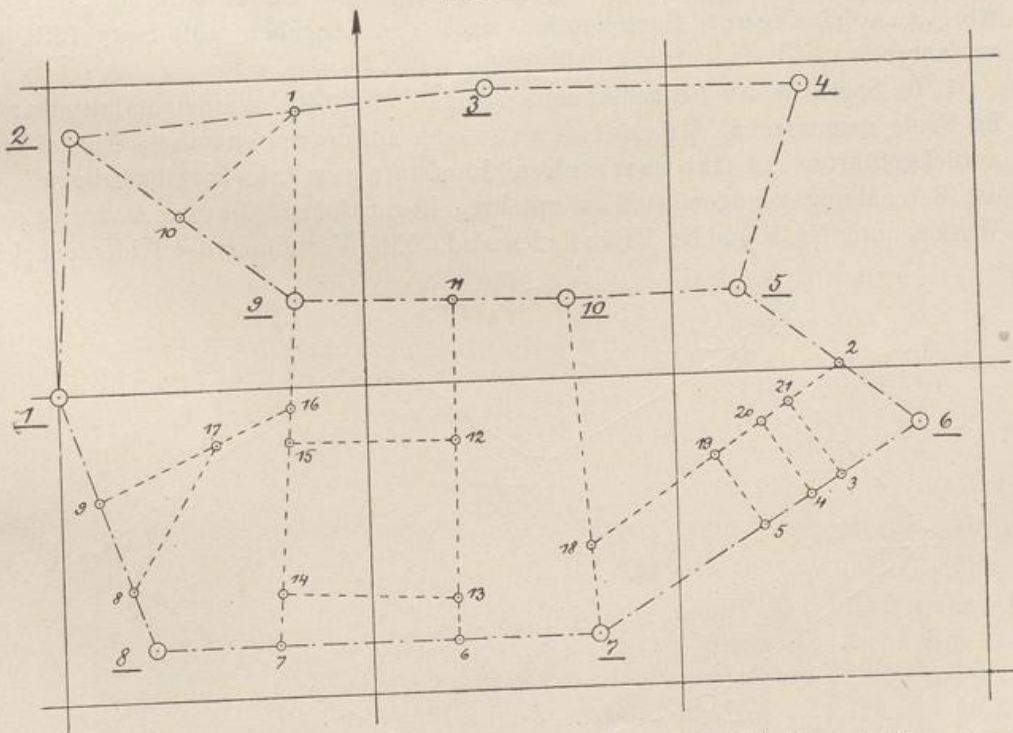
" 1:2500 " " $l = 2500 \cdot 0,1 = 250 \text{ m}$

entsprechend dem Verhältnis: $\frac{0,1}{1} = \frac{1}{1000}$ bzw. $\frac{0,1}{1} = \frac{1}{2500}$. Die Entfernungen

werden den Quadratseiten beigeschrieben, z. B. bei 1:1000 100, 200, 300 usw., gerechnet vom Koordinatennullpunkte aus, wobei das Vorzeichen der Figur 257 Geltung hat. In Tafel V sind, vom $\odot 1$ ausgehend, die Maße an den Quadratseiten zu sehen.

Die Eintragung der Polygonpunkte nach Koordinaten erfolgt innerhalb der einzelnen Quadrate, indem man — siehe Fig. 271 für $\odot 3$ — auf den beiden zugehörigen Seiten der Abszisse und der Ordinate die Maße abträgt, die beiden zugehörigen Punkte durch je eine schwache Bleilinie verbindet und den Schnitt-

Fig. 271 a.



punkt als den gesuchten Polygonpunkt durch einen Nadelstich sichtbar macht. Ist $x_3^{*)} = +95,40 \text{ m}$, $y_3^{*)} = +140,35 \text{ m}$, so wird hiernach 95,40 m bzw. 40,35 m je zweimal nach der entsprechenden Seite abgesetzt. Sollte sich

*) Die Koordinaten sind der Polygonpunktberechnung Seite 146 entnommen.

zeigen, daß die Quadratseiten infolge Papieränderung (s. a. das auf Seite 208 gesagte) nicht mehr die genaue Länge von 1 dm haben, so ist erforderlichenfalls die Abweichung auf das abzutragende Maß zu verteilen, in gleicher Weise, wie oben (S. 150) gezeigt wurde.

Sind zunächst alle Polygonpunkte kartiert und durch Bleilinen verbunden, so sind auch die weiteren Messungslinien (s. S. 78) ihrer Abstufung gemäß zu zeichnen. Man beginnt mit den „Kleinpunkten“ auf den Polygonseiten, die den Maßen im Feldbuche entsprechend, wenn nötig unter Beachtung der Papieränderung, vorsichtig auf den Bleilinen gestochen werden. Ist so schließlich das ganze Messungsliniennetz aufgetragen, für die **Tafel V** z. B. verkleinert in Fig. 271 a, so kann mit der Darstellung der Einzelaufnahme begonnen werden.

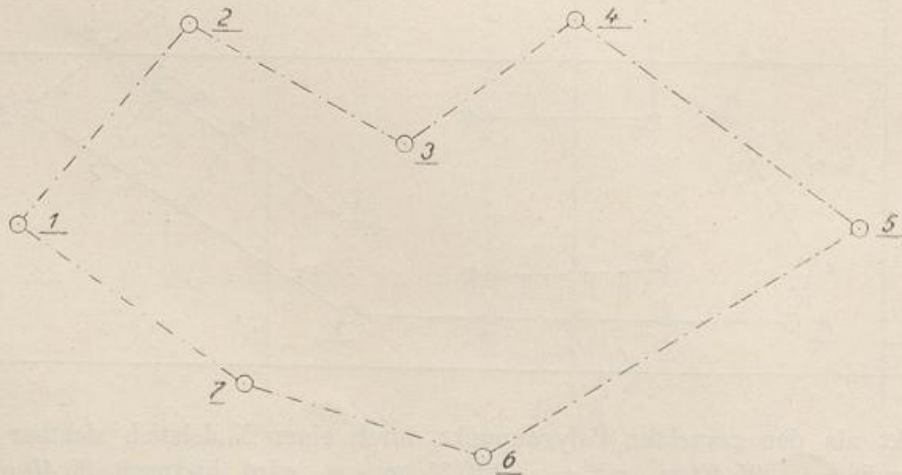
5. Die Auftragung von Bussolenzügen.

Die Richtungswinkel (s. S. 88) aus Bussolenmessungen werden meist mit dem Transporteur oder mit Hilfe der Sinus- oder Tangentenmethode nach den Regeln für die Polygonbrechungswinkel aufgetragen. Hierüber ist das Nähere in den Abschnitten IV. 1. und 2. auf Seite 133 bzw. 137 nachzulesen, wo auch auf etwa Abweichendes gegenüber den Bussolenzügen hingewiesen ist.

Soll eine Berechnung der Koordinaten stattfinden, was aber nur für Messungen mit guten Fernrohrbussolen zu empfehlen ist, so wird für „offene“, wie „geschlossene“ Bussolenzüge nach den Angaben auf Seite 139 usw. verfahren.

In Spalte 3 des Rechenschemas (S. 143 und 146) werden unmittelbar die im Felde gemessenen „Magnetischen“ oder auf die astronomische Nordrichtung zurückgeführten „Astronomischen Richtungswinkel“ eingetragen. Für die Berechnung genügen stets vierstellige Logarithmen, die im Anhang des Werkes unter Nr. V und Nr. VI zu finden sind. Eine Verteilung der Widersprüche in

Fig. 272 a.



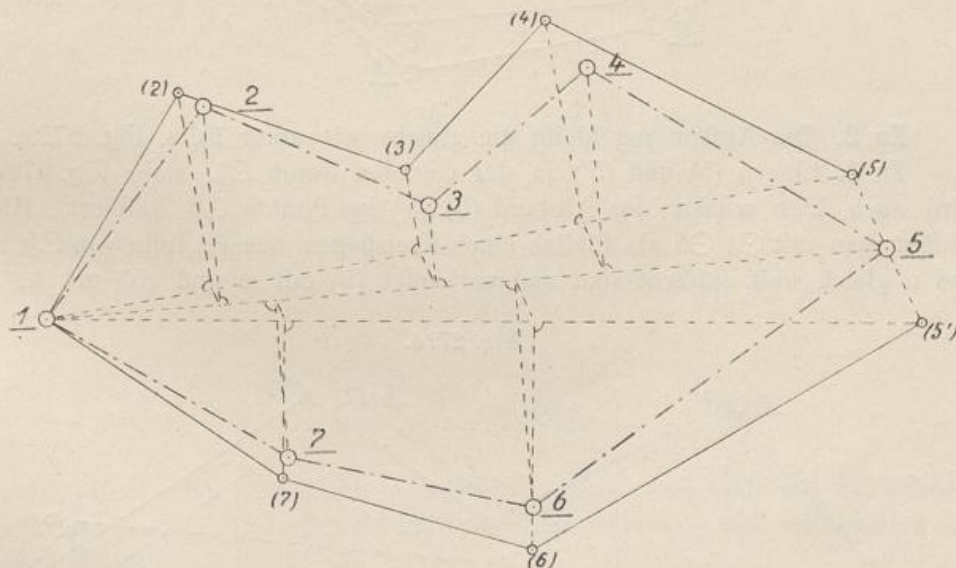
den Abscissen- und Ordinatenunterschieden ist gemäß Seite 148 durchzuführen. Ein Schlußfehler f_s (S. 148) ist noch als zulässig anzusehen, wenn er die im

Anhänge unter Nr. II aufgeführten Abweichungen nicht wesentlich um den doppelten Betrag überschreitet.

Werden „geschlossene“ Bussolenzüge mit dem Transporteur oder nach der Sinus- oder Tangentenmethode aufgetragen, so wird sehr zweckmäßig von einem passend gelegenen Bussolenpunkte aus das Polygon in zwei Teile mit etwa gleicher Seitenanzahl geteilt und jeder so entstandene offene Bussolenzug von dem als Anfangspunkt gewählten Bussolenpunkte für sich kartiert. In Fig. 272a beispielsweise geht man von $\odot 1$ einmal über $\odot 2$, $\odot 3$, $\odot 4$ bis $\odot 5$, dann über $\odot 7$ und $\odot 6$ nach $\odot 5$. Fallen die Endpunkte dieser zwei Teilzüge in $\odot 5$ (Fig. 272a) zusammen, so ist die Auftragung der Bussolenpunkte abgeschlossen. Meist erhält man aber zwei Punkte, deren Lage zu einander eine dreifache sein kann.

1. Die beiden Zugteile klaffen am Ende auseinander, s. Fig. 272 b.
2. Sie greifen übereinander nach Fig. 272 c.
3. Die beiden Endpunkte der Züge liegen in einer geraden Linie, die durch den gemeinsamen Anfangspunkt, hier $\odot 1$, geht, wie Fig. 272 d angibt.

Fig. 272 b.



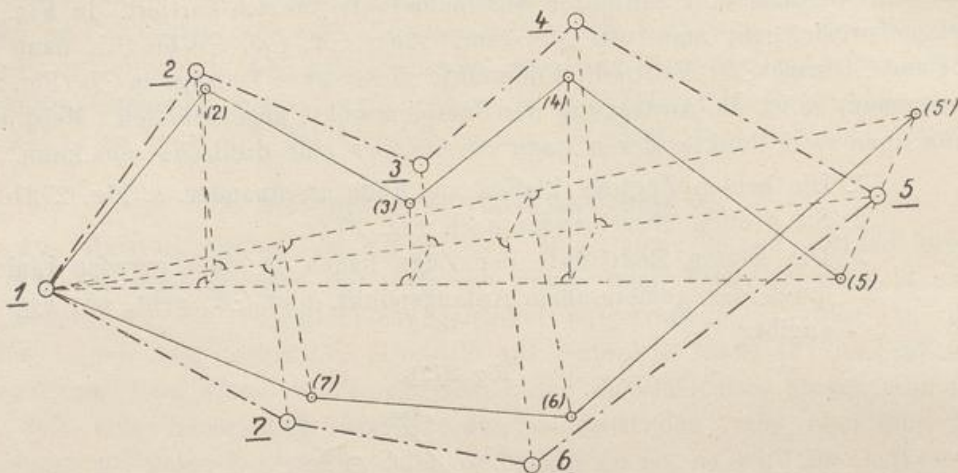
Die Abweichung der beiden Endpunkte wird im einzelnen, wie folgt, beseitigt.

Zu 1. Die nach Fig. 272 b von $\odot 1$ aus vorläufig aufgetragenen Bussolenpunkte seien (2), (3), (4), (5) bzw. (7), (6) und (5'). Zieht man die Gerade (5) (5') und halbiert sie in dem Punkte 5, so ist dieses der gesuchte Bussolenpunkt $\odot 5$, den man, wie auch die Punkte (5) und (5') für die weitere Konstruktion mit dem Bussolenpunkte $\odot 1$ durch eine gerade Linie verbindet.

Um die Lage der Punkte (2), (3) und (4) zum Punkte $\odot 5$ entsprechend zu ändern, werden von diesen die Senkrechten auf die Gerade von $\odot 1$ nach (5) gefällt, durch ihre Fußpunkte Linien parallel zu (5) (5') bis zum Schnitt mit der Linie von $\odot 1$ nach $\odot 5$ gezogen und auf letzteren Schnittpunkten rechtwinklige

Ordinaten errichtet, die man den bezüglichen Senkrechten auf die Verbindungslinie $\odot 1$ (5) gleich macht. Die neuen Punkte $\odot 2$, $\odot 3$ und $\odot 4$ sind die entgültigen Bussolenpunkte. In derselben Weise erfolgt die Konstruktion der Punkte $\odot 6$ und $\odot 7$. Zieht man die Bussolenseiten, so liegt das Polygon $\odot 1$, $\odot 2 \dots$ zur Einzelkartierung bereit vor.

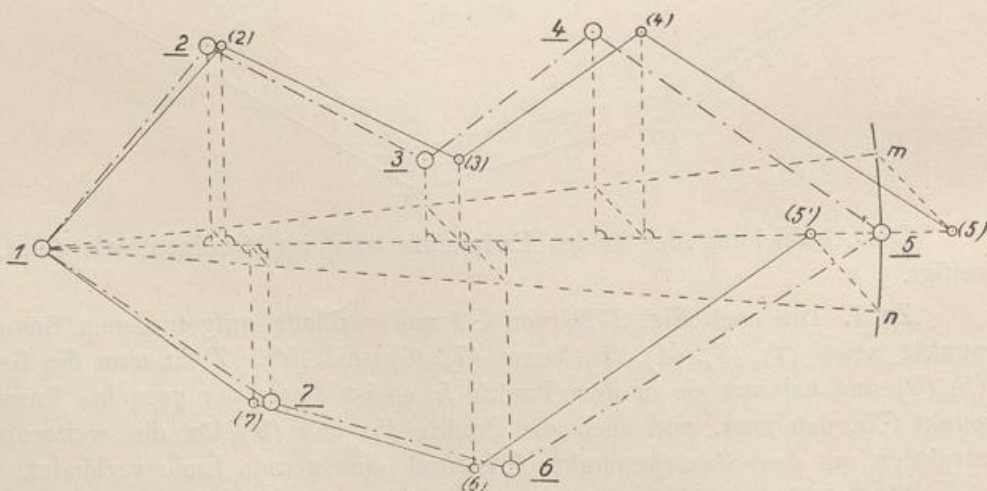
Fig. 272 c.



Zu 2. Die Auftragung bleibt die gleiche wie unter 1), s. Fig. 272 c.

Zu 3. Liegen (5) und (5') in der Geraden durch $\odot 1$, siehe Fig. 272 d, so wird auch hier wieder der Abstand (5) (5') im Punkte $\odot 5$ halbiert. Hierauf schlägt man mit $\odot 1$ $\odot 5$ als Radius einen Kreisbogen, dessen Teile von $\odot 5$ bis m und n gleich weit entfernt sind und verbindet (5) mit m und (5') mit n. Man

Fig. 272 d.



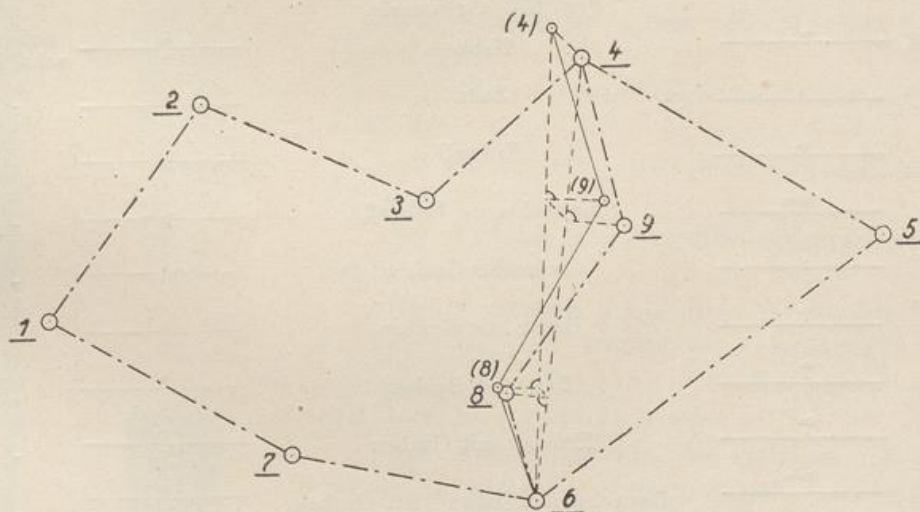
fällt weiter von den vorläufig gezeichneten Bussolenpunkten Senkrechte auf die Gerade $\odot 1$ $\odot 5$ und zieht durch ihre Fußpunkte Parallele zu der Linie m (5) bzw. n (5') bis zum Schnitt mit der Verbindungslinie $\odot 1$ m bzw. $\odot 1$ n,

ferner zieht man durch diese Schnittpunkte senkrecht auf der Geraden von $\odot 1$ nach $\odot 5$ für die endgültigen Bussolenpunkte $\odot 2$, $\odot 3$, $\odot 4$ bzw. $\odot 6$ und $\odot 7$ die Ordinaten, die man den ersten Senkrechten (von den vorläufigen Punkten aus) gleich macht.

Sind in „geschlossenen“ Bussolenzügen auch „Zwischenzüge“ nach Fig. 172 und 272e eingeschaltet, so werden die auftretenden Abweichungen gleichfalls in der oben geschilderten Weise beseitigt, wobei der anzuhaltende Endpunkt des Zuges durch den übergeordneten, bereits endgültig kartierten Bussolenpunkt gegeben ist.

In Fig. 272e ist $\odot 6$ der Anfangspunkt, $\odot 4$ der Endpunkt eines Zwischenzuges. Die zeichnerische oder graphische Auftragung ergab den vorläufigen Endpunkt (4), dessen Ausschlag gegen $\odot 4$, wie nunmehr bekannt, auf die Punkte (9) und (10) verteilt wurde.

Fig. 272e.



Die Größe der zulässigen Abweichung ist je nach Güte der verwendeten Instrumente und je nach der Sorgfalt bei der Messung und Auftragung verschieden groß.

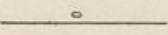
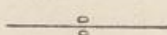
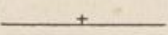

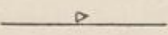
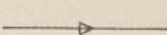
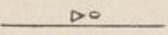
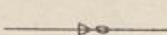
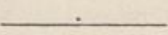
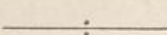
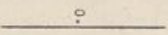
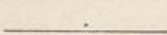
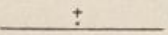
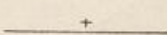
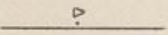
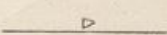
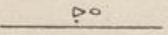
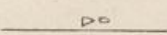
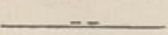

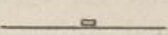
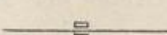
Eine vorsichtige Auftragung nach der Sinus- oder Tangentenmethode vorausgesetzt, wird das Ergebnis der Messung und Kartierung noch einwandfrei sein, wenn die Länge der wiederholt genannten Abweichung bei günstigen Umständen $\frac{1}{800}$ bis $\frac{1}{600}$ der Länge des Polygonumringes nicht überschreitet. Unter ungünstigen Verhältnissen, z. B. auch bei schwieriger Messung oder bei sehr vielen und kurzen Seiten, können die Abweichungen $\frac{1}{600}$ bis $\frac{1}{400}$ des Umrings betragen. Werden kleinere Bussoleninstrumente benutzt, so kann die Differenz noch größer werden, ohne deshalb grobe Fehler in der Messung annehmen zu müssen. Bei Arbeiten mit der „Schmalkalder-Busssole“ (Fig. 191) und einer Kartierung mit einem Transporteur nach Seite 133 sind selbst Abweichungen von $\frac{1}{100}$ der Umrümlänge und noch mehr zu gewärtigen.

V. Die Auszeichnung der Pläne.

Da ein Lageplan in der Regel bleibenden Wert hat, werden die nach den vorausgegangenen Abschnitten in Bleiliniem gezogenen Grenzlinien und Messungslinien in Tusche ausgezeichnet, nachdem vorher die Signaturen für die Grenzmale bezw. Messungspunkte angebracht worden sind.

Maßgebend für die Auszeichnung sind die „Bestimmungen über die Anwendung gleichmäßiger Signaturen für topographische und geometrische Karten, Pläne und Risse“ des Zentraldirektoriums der Vermessungen in Preußen, auf welche bereits auf Seite 64 und durch die Figuren 151, 152 und 154 bis 155 hingewiesen worden ist. Die Vorschriften sind auszüglich im Anhang und Nr. IV aufgeführt. Hiernach werden die bisher gültigen Eigentums- und Kulturgrenzen mit den Signaturen (nach Fig. 273, jedoch auch nach Fig. 152 s. Anhang Nr. IV B. I. 7) und den Grenzmalen (Fig. 151), ferner

Fig. 273. Grenzmale.

einseitig		Hecke		gemeinschaftlich
"		Zaun		"
"		Erdwall		"
"		Bewachsener Erdwall		"
"		Schmaler Graben		"
"		Hecke mit Graben		"
"		Zaun mit Graben		"
"		Erdwall mit Graben		"
"		Bewachsener Erdwall mit Graben		"
"		Rain		"
"		Mauer		"

die bestehenden topographischen Gegenstände (Fig. 154 und 155), sowie die besonderen Zeichen für Stadtpläne (Fig. 156) in schwarzer Tusche dargestellt. Das Ziehen der Linien geschieht mit der **Ziehfeder** (Fig. 274) an einem Zeichen-dreieck (Fig. 237 usw.) oder einem Lineale (Fig. 239) entlang; für die Herstellung von Kreisen ist ein **Nullenzirkel** (Fig. 274a) zu verwenden. Da die Grenzmale — abgesehen von einigen Kreisformen — aus kurzen geraden Strichen bestehen, ist auch hier die Ziehfeder mit Vorteil zu gebrauchen, doch werden auch Zeichenfedern bei einigen Signaturen Verwendung finden.

Flüssige schwarze Tusche erhält man im Handel; z. B. ist zu empfehlen die „Perltusche“ oder „Pelikantusche“ von Günther Wagner in Hannover, wenn man nicht **chinesische Tusche** (Fig. 275) in einem gläsernen Tuschnapfe mit mattgeschliffener Vertiefung (Fig. 276) in Essig einreiben will.

Grenzänderungen (s. Kap. H. I.), Neueinteilungen von Grundstücken (s. Kap. H. II.) sowie projektierte Bauanlagen, z. B. Wege-, Straßen-, Eisenbahn- und Kanalführungen nebst Zubehör, dann speziell bei Meliorationsentwürfen die neu anzulegenden Bewässerungsgräben, weiter Wasserlaufregulierungen und Vorflutgräben, sowie neu zu errichtende Bauwerke aller Art sind in karminroter Tusche anzugeben, während kleinere Entwässerungs-Gräben und Rinnen durch blaue Linien gekennzeichnet werden. In blauen Linien sind auch die Saugstränge und Sammler der Drainageprojekte einzutragen.

Fig. 274.



Fig. 274 a.

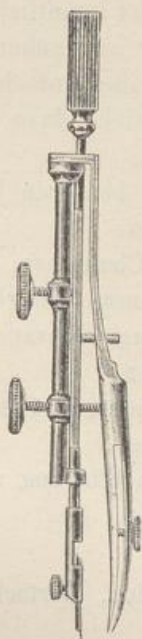


Fig. 275.



Welche Anordnungen im einzelnen auf den genannten Gebieten Geltung haben, ist in den bereits erschienenen Bänden des vorliegenden Sammelwerkes: „Das Handbuch des Bauingenieurs“*) zu suchen, und zwar in:

Bd. I und II: „Der Wasserbau“ von S. Deutsch;

Bd. III: „Der städtische Tiefbau“ von A. Reich;

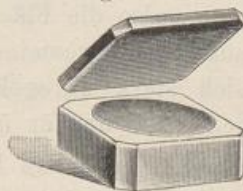
Bd. IV bis VII: „Der Eisenbahnbau“ von K. Strohmeier;

Bd. VIII bis X: „Die Bodenmelioration“ von G. Schewior.

Das Ausziehen der Linien hat in der Weise zu geschehen, daß weder die Grenzmale (Fig. 152) noch die Nadel- oder Zirkelstiche**) mit Tusche bedeckt werden.

Die Messungspunkte, die meist in der Oertlichkeit in passender Weise vermarkt werden (siehe S. 12 und 76), sind als „Polygonpunkte“ und

Fig. 276.



„Kleinpunkte“ mit karminroten Kreisen von 2,0 mm***) bzw. 1,0 mm****) Durchmesser zu umgeben. Die Polygonseiten und sonstigen Messungslinien sind an ihren Anfangs-, End- und Kreuzungspunkten bis auf Entfernungen von 5 bis 10 mm

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

**) In den Zeichnungen des „Feldmessens“ sind sämtliche Stiche durch Punkte angegeben.

***) Siehe auch Seite 76 und Fig. 172.

****) Siehe auch Seite 78 und Fig. 172.

in ihren Liniensignaturen (Fig. 172) gleichfalls in karminroter Tusche, im übrigen in blaßschwarzer Tusche auszuziehen. In gleicher Farbe werden die Linien des „Quadratnetzes“ (S. 151), dessen Kreuzpunkte durch kleine karminrote Kreise (1,5 mm Durchmesser) sichtbar gemacht werden, außerhalb der Zeichnung des Lageplanes in Volllinien, innerhalb der Zeichnung auf eine Entfernung von 10 bis 15 mm ausgezeichnet*). Die Ordinaten werden nicht kenntlich gemacht.

Tafel V, zum Feldbuch **Tafel II** gehörend, ist in der angegebenen Weise gezeichnet; die blaßschwarzen Linien sind mit Rücksicht auf die einfache Wiedergabe des Lageplanes unterblieben. Dagegen ist **Tafel VI**, siehe dazu das Feldbuch auf **Tafel III**, in allen Teilen schwarz wiedergegeben.

Zur Belebung des Lageplanes und zur schnellen und besseren Uebersicht werden einige besondere Grundflächen mit Färbung versehen:

1. Alle „öffentlichen“ Straßen, Wege und Plätze, Chausseen, Schienenwege und Eisenbahnen werden braun (gebrannte Terrasienna) gefärbt. Unter „öffentlich“ versteht man solche Anlagen, die dem allgemeinen Gebrauche dienen und diesem nicht kraft Privatrechts entzogen werden können.

2. Alle mit Wasser bedeckten Flächen, wie Flüsse, Bäche, Gräben, Teiche, Seen usw. werden in blauer Farbe (Preußischblau) angelegt.

3. Die Grundflächen der Gebäude erhalten verschiedene Färbung und zwar:

a) die öffentlichen Gebäude dunkelrot (Karmin),

b) die Wohngebäude hellrot (Karmin),

c) die anderen Gebäude, wie Fabriken, Windmühlen, Wirtschafts- und andere Nutzungsgebäude braun (Sepia).

Die Farben sind ziemlich hell in nicht zu wenig Wasser aufzutragen, da sonst leicht fleckige Stellen auf den angelegten Flächen entstehen.

Die Grenzen des Staates, der Kreise, der Gemarkungen, sowie der Gemeinden und selbständigen Gutsbezirke werden mit einem grünen (Grenzgrün) Farbstreifen von etwa 1 mm Breite begleitet. In rechtlicher Beziehung wird noch ein Unterschied dahin gemacht, daß der Streifen voll durchgeführt wird, wenn die Grenze unstrittig ist, dagegen nach 2 bis 3 mm langem Striche unterbrochen wird, wenn sie als strittig gilt.

Bodenkulturarten, also die Flächen in bezug auf die Benutzungsart, farbig zu unterscheiden, sollte im allgemeinen unterbleiben, da das Zeichenpapier durch die Feuchtigkeit sich stark unregelmäßig zieht, wodurch gute Lagepläne an Genauigkeit einbüßen. Die hierfür üblichen Farben sind:

Orange für das Anlegen von Heide;

Gummigutti für das Anlegen von Steinbrüchen, Dämmen, Mergel-, Lehm-, Sand-, Kies-Gruben und -Flächen;

Ackerbraun für das Anlegen von Ackerland;

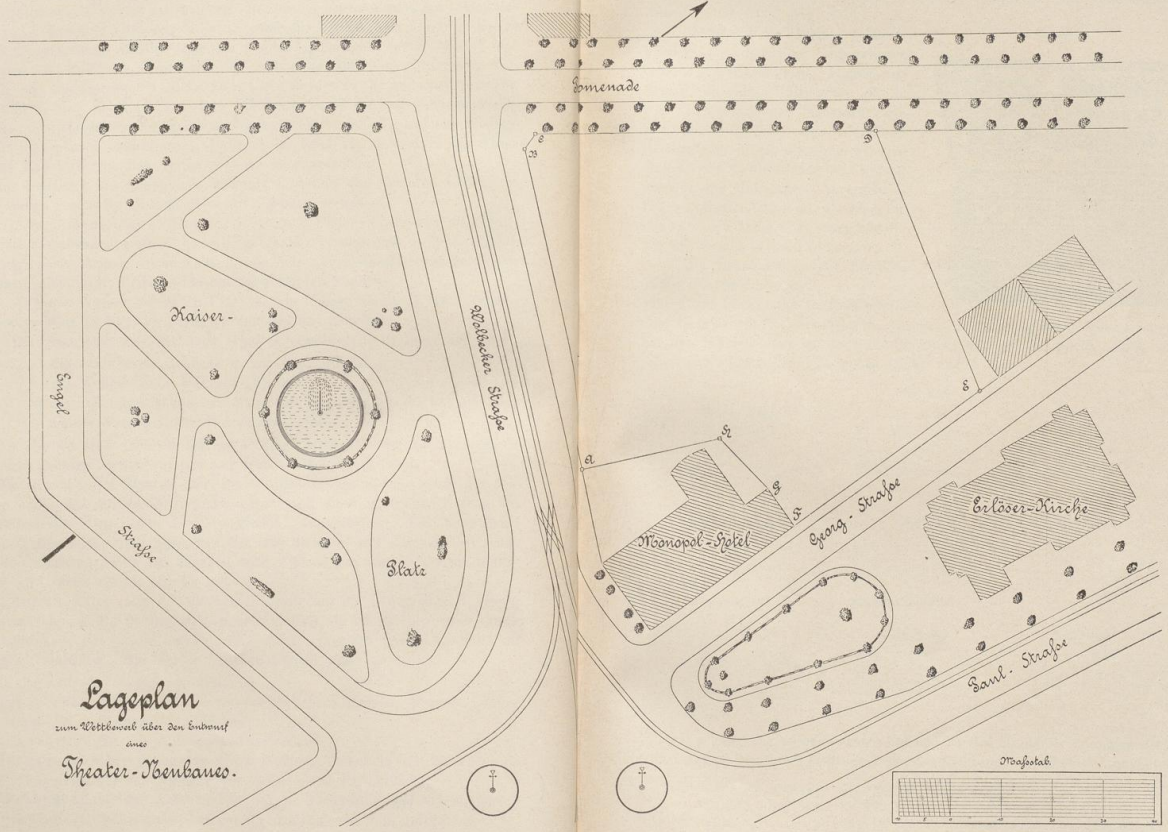
Hutungsgrün für das Anlegen der Weiden, Torfstiche und Moorflächen;

Wiesengrün für das Anlegen von Wiesen und Parkanlagen;

Gartengrün für das Anlegen von Gärten, Feldgärten und Kirchhöfen;

Dunkelgrau (chinesische Tusche) für das Anlegen von Hofräumen.

*) Siehe auch Anhang Nr. IV unter B. 8.



Lageplan
zum Wettbewerb über den Entwurf
eines
Theater-Bauwerks.

Schwior, Feldmessen I.

IV 36

Für die genannten Zwecke*) sind zu empfehlen die Bormannschen Kataster-Planfarben (Fig. 277).

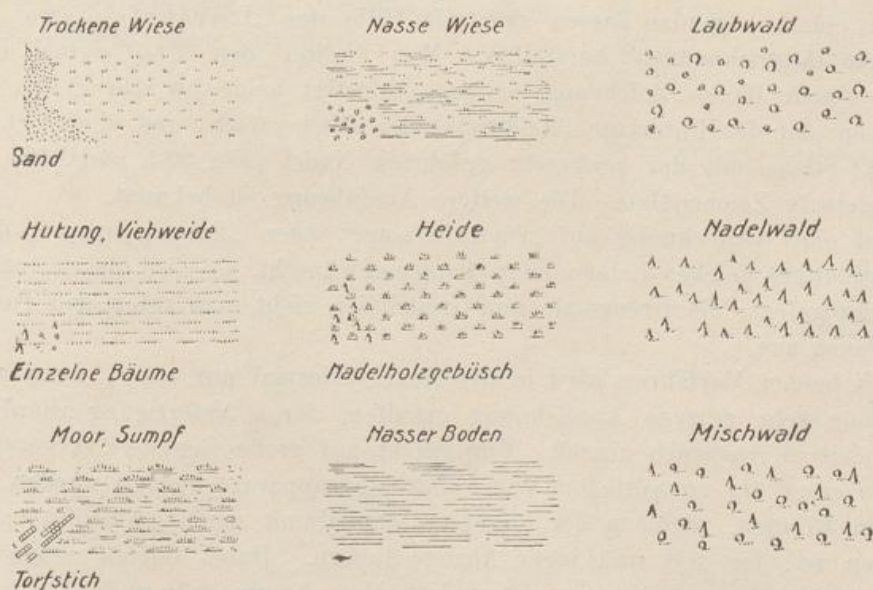
Wenn auf die Färbung größerer Flächen aus dem oben angegebenen Grunde verzichtet wird, können als Ersatz für einige Kulturarten die in Fig. 278 angegebenen Signaturen treten, die sorgfältig mit Hilfe einer Zeichenfeder in die einzelnen Flächen eingetragen werden, oder man wendet die für die Kulturarten vorgeschriebenen Normalzeichen an, die auch für das Feldbuch, siehe S. 51 Anm. und die Fig. 164 bis 169, in Betracht kommen**).

Die Benennungen der Straßen, Wege, Eisenbahnen usw., sowie der Flüsse und Bäche sind in Rundschrift oder Kunstschrift***) in schwarzer Tusche an die bezüglichen Stellen zu setzen; bei den Wasserläufen ist auch die Richtung des Laufes durch einen kleinen schwarzen Pfeil bekannt zu geben (siehe Tafel V).

Fig. 277.



Fig. 278.



Die Lage der aufgemessenen Flächen zu den Himmelsrichtungen wird, wie früher angegeben, durch Eintragung der Nordrichtung — vielfach der magnetischen,

*) Siehe auch „Anhang“ unter Nr. IV. B. I. 2 und 3.

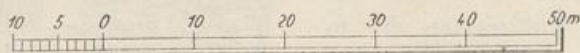
***) Siehe „Anhang“ unter Nr. IV. B. I. 5.

****) Siehe: „Die Rundschrift“ von F. Soennecken in Bonn-Poppelsdorf; „Die Rundschrift“ von F. W. Bischoff in Straßburg i. Els., Julianstr. 5; ferner „Schriften für Ingenieure“ usw. von Fr. Woll in Essen-Ruhr, Steelerstr. 125.

am besten jedoch der astronomischen Nordrichtung — in Form eines schwarzen Pfeiles angezeigt, weiter der Maßstab durch Angabe des Verhältnisses zur natür-

Fig. 279.

Maßstab



lichen Länge klargelegt. Sehr zweckmäßig ist hierzu auf dem Lageplane ein einfacher Längenmaßstab (Fig. 279) oder besser ein Transversalmaßstab (Taf. X) zu zeichnen. Schließlich werden in einem Titel der Zweck der Aufnahme, Namen und Wohnort des Grundbesitzers, Lage der Fläche nach Gemeinde, auch wohl der Kreis- und Regierungsbezirk aufgeführt.

G. Das Vervielfältigen, Vergrößern und Verkleinern von Lageplänen.

I. Vervielfältigung.

Von einem Lageplan lassen sich mit Hilfe des „Durchstechens“ beliebig viele Abzeichnungen herstellen. Man breitet den Ur-(Original-)Plan glatt auf einem Bogen Zeichenpapier aus, befestigt beide an den Ecken mit Heftzwecken auf der Unterlage (Reißbrett oder Zeichentisch) und überträgt die Grenzpunkt-Stiche mit der senkrecht geführten Nadel (Fig. 231 und 232) auf das untergelegte Zeichenblatt. Die weitere Ausführung ist bekannt.

Wird eine Abzeichnung auf „Pausleinen“ oder „Pauspapier“, d. h. auf durchsichtiges Zeichen-Leinen oder -Papier gewünscht, so wird dieses auf die Urzeichnung gelegt; die Grenzmale und Grenzlinien zieht man sofort mit Tusche auf der Pause aus.

Nach beiden Verfahren wird in der Regel jedesmal nur eine, wenn auch dem Urplane sehr getreue Abzeichnung erhalten, deren Anfertigung allerdings geraume Zeit in Anspruch nimmt. Wird nicht auf große Genauigkeit gesehen, dann kann einer der neuzeitlichen Vervielfältigungsapparate benutzt werden, die in wenigen Minuten, nachdem der Lageplan einmal mit sogen. „Kopiertinte“ aufgetragen ist, bis 100 und mehr Abzüge liefern. Dabei dürfen neben den schwarzen auch farbige Linien — rot, violett, blau, braun, grün und gelb — zur Anwendung kommen.

Der Vorgang ist kurz der, daß der Lageplan auf eine eigens zubereitete Glycerin-Masse durch glattes Auflegen der Seite mit der Zeichnung übertragen wird und daß von dieser, gleichfalls durch Auflegen von Zeichenpapier, Abdrücke entnommen werden.

Mit den Apparaten lassen sich auch Meß- und Rechenformulare in beliebiger Anzahl herstellen.

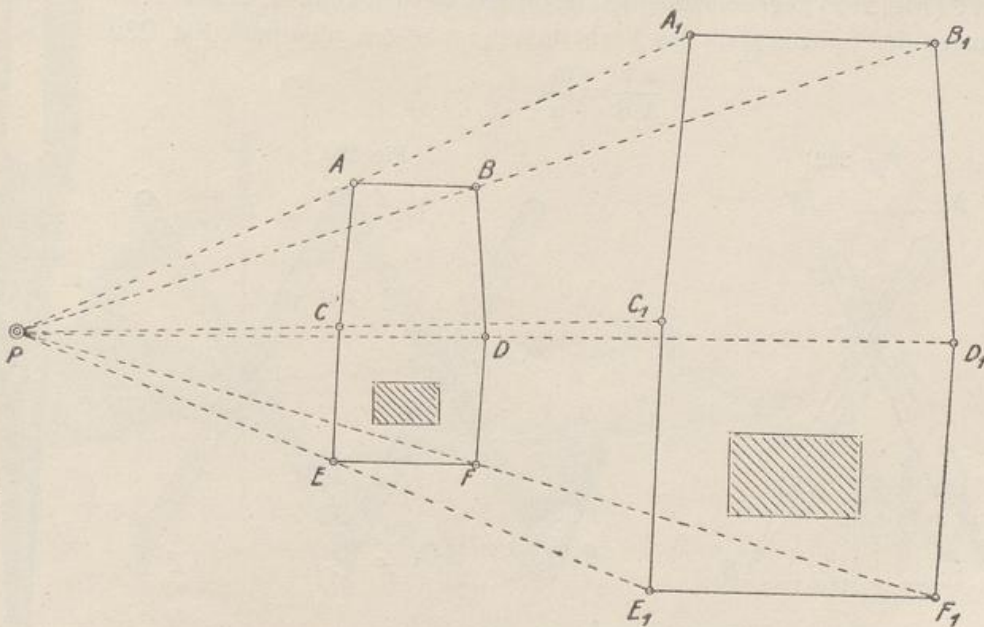
Von den kleineren Vervielfältigungsvorrichtungen sei hier die einfache Zusammenstellung „Triumph“ genannt, die eine Zeichenfläche bis 26×36 cm zuläßt. Weitgehende Abmessungen hat der „Schnell-Vervielfältiger N. J. K.“, der in Größen 40×50 cm, 50×70 cm, 60×80 cm und 75×105 cm hergestellt wird. Eine ausführliche Gebrauchsanweisung wird jedem Apparat beigegeben.

Für umfangreiche Arbeiten wird auf das „Lineamenta“-Trockenverfahren von R. Reiß-Liebenwerda und auf den „Gisaldruck“ von Bogdan Gisevius in Berlin, Bülowstr. 66, hingewiesen, die beide Zeichnungen schwarzer wie farbiger Ausführung in kunstgerechter Wiedergabe vervielfältigen.

II. Vergrößerung und Verkleinerung.

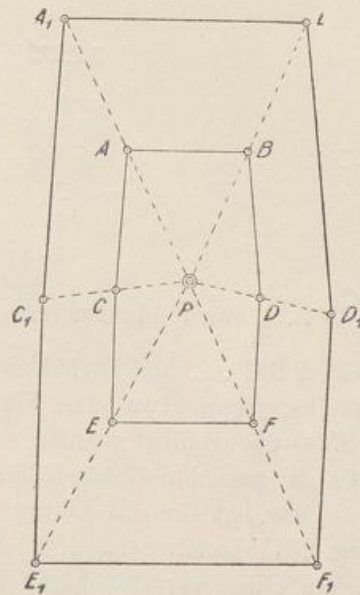
1. Wenn es sich um Flächen kleineren Umfanges handelt, wird durch Ziehen von Strahlen von einem passend gelegten Punkte (Pol) innerhalb oder außerhalb der Figur über die Grenzpunkte und Abtragen der Entfernungen Pol-Grenzpunkt um das Vielfache der Vergrößerung oder Verkleinerung auf den Strahlen eine dem Urplane ähnliche Figur gewonnen.

Fig. 280 b.



Soll die Fläche $A B C D \dots$ der Fig. 280a oder 280b eine doppelte Längenausdehnung erhalten, so werden von P aus über die Grenzpunkte $A B C D \dots$ hinweg Bleilnien als Strahlen gezogen und auf diesen die Entfernungen $P A_1 =$

Fig. 280a.



2 P A bzw. P B₁ = 2 P B bzw. P C₁ = 2 P C usw. abgetragen. Die Stichpunkte A₁ B₁ C₁ . . . , miteinander entsprechend verbunden, ergeben die gesuchte, im Verhältnis 1:2 vergrößerte Fläche. Umgekehrt würde $\frac{P A_1}{2}$ bzw. $\frac{P B_1}{2}$ bzw.

Fig. 280 c.

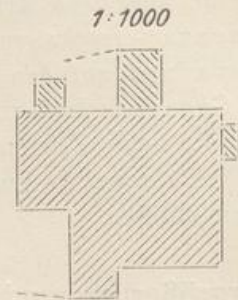
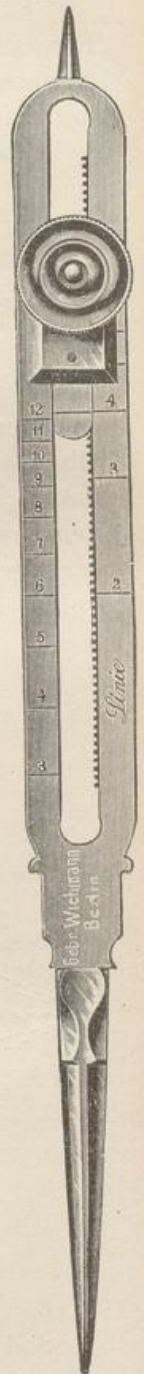


Fig. 281.



$\frac{P C_1}{2}$. . . , von P abgetragen, die Verkleinerung der Fläche A₁ B₁ C₁ . . . nach A B C . . . im Verhältnis 1:1/2 herbeiführen. Der Vorgang bleibt derselbe, wenn etwa eine Fläche, gezeichnet 1:1000, in den Maßstab 1:2500 übergeführt werden soll; in Fig. 280c ist rechts eine gegebene, links die gesuchte Gebäudefläche.

Man hat für das Abtragen der Längen sogen. „Umwandlungszirkel“ (Fig. 281) konstruiert, d. h. Zirkel mit doppelten Schenkeln und Spitzen, die um einen verschiebbaren und mit einer Schraube feststellbaren Drehpunkt C (Fig. 282) gegeneinander so angeordnet werden können, daß die Entfernungen der Spitzen stets das Verhältnis m : n zeigen, also nach Fig. 282

$$\frac{a b}{A B} = \frac{m}{n}$$

Fig. 282.

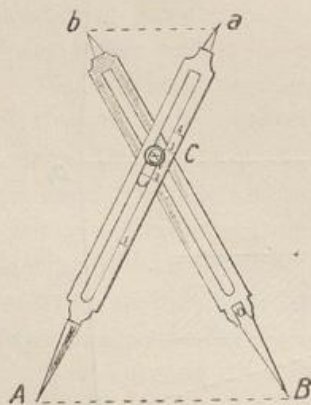
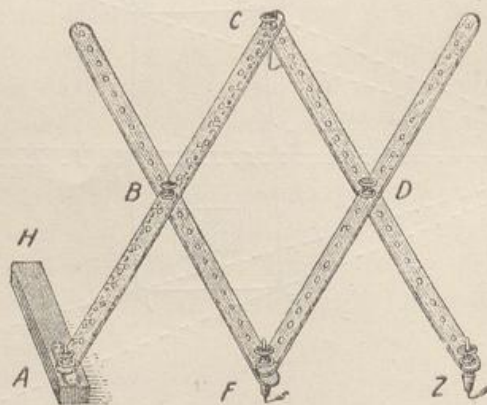


Fig. 283.



Hieraus berechnet sich für die Vergrößerung: $A B = a b \cdot \frac{n}{m}$,

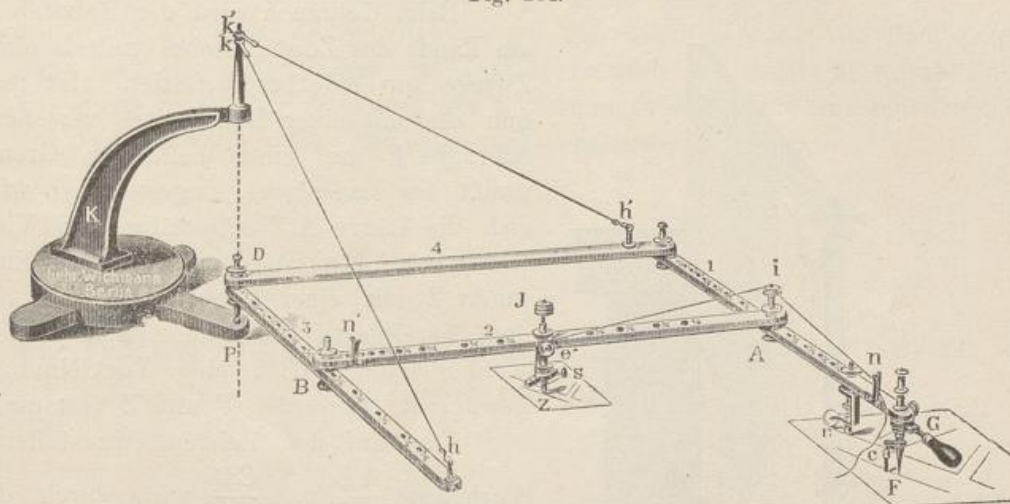
für die Verkleinerung: $a b = A B \cdot \frac{m}{n}$.

Das Umwandlungsverhältnis $\frac{m}{n}$ wird für häufig vorkommende Werte auf einem Schenkel durch Striche angegeben, auf welche der Drehpunkt des Zirkels eingestellt wird. Die Fig. 282 zeigt die Einstellung 2, woraus zu entnehmen ist:

$$AB = 2ab$$

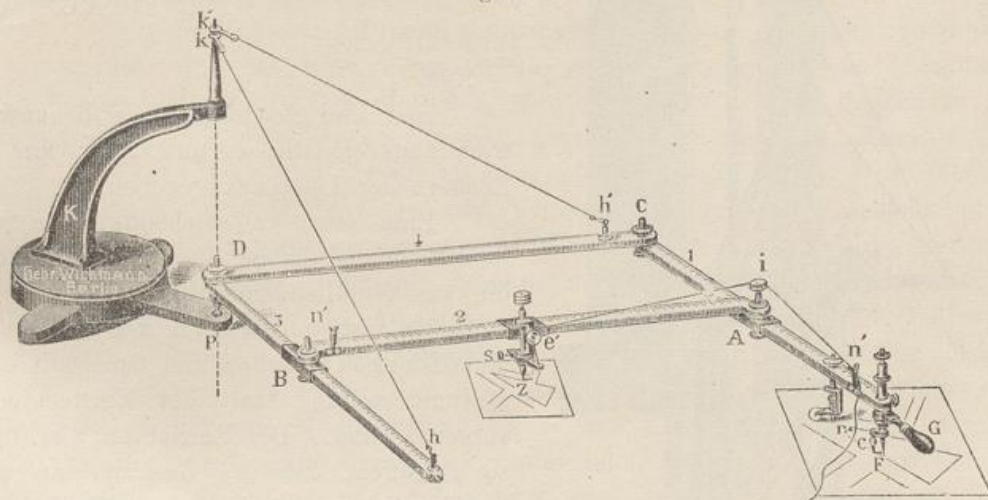
$$ab = \frac{AB}{2}$$

Fig. 284.



2. Umfangreiche Lagepläne vergrößert oder verkleinert man zweckmäßig mit Hilfe eines „Storchschnabels“ oder des aus diesem hervorgegangenen „Pantographen“.

Fig. 285.



Der „Storchschnabel“ (Fig. 283) besteht aus vier gleichlangen Holzleisten mit gleichweit entfernten Löchern, um die Leisten durch die Schrauben bei B, C, D und F stets zu einem Parallelogramm B C D F verbinden zu können. Die Leiste

CA ist bei A um einen kurzen Holzstab H drehbar, der fest auf dem Zeichentische aufruhet. Da in dem Parallelogramm $BC =$ und $\parallel FD$ und $CD =$ und $\parallel BF$ und weiter AFZ immer eine Gerade ist, kann das Verhältnis

$$\frac{AF}{AZ} = \left(\frac{AB}{AC} = \frac{CD}{CZ} \right) = \frac{m}{n}$$

an der Figur abgelesen werden, d. h. man hat es mit einem großen „Umwandlungszirkel“ zu tun, wo $\frac{AF}{AZ} = \frac{m}{n}$, wie früher $\frac{ab}{AB} = \frac{m}{n}$.

Beim Gebrauch wird der Holzstab H am Rande des Zeichentisches mittels einer Zwinde unverrückbar befestigt. Hat man nun die mit einer Metallspitze versehene Schraube F auf einen beliebigen Grenzpunkt des Lageplanes eingestellt, so wird sich die Länge AZ selbsttätig zum Vielfachen von AF ausstrecken, worauf der Endpunkt Z mit einer Zeichennadel in Z auf dem bereitgestellten Bogen Papier fixiert werden kann. Wird eine Verkleinerung gewünscht, so werden F und Z vertauscht.

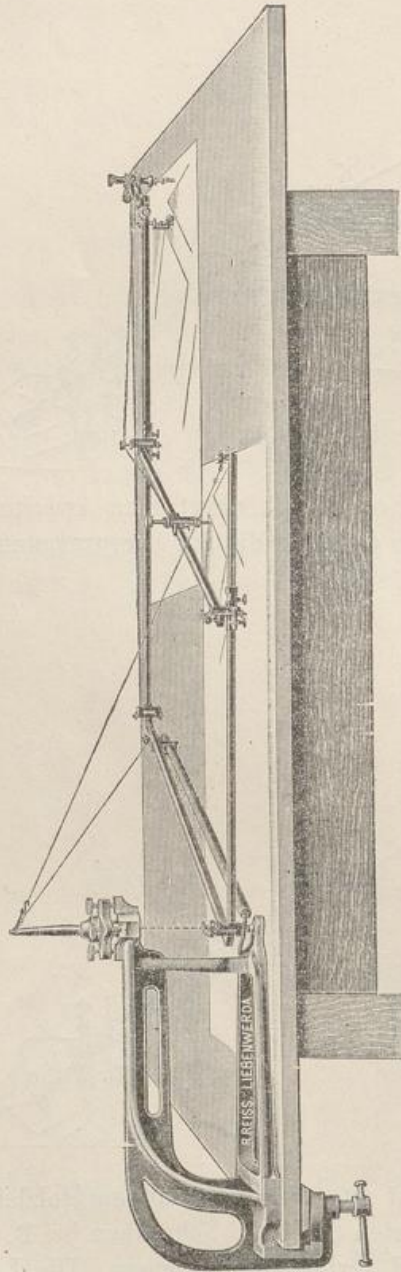
Das auf den Leisten einzustellende Verhältnis $\frac{AB}{AC}$ und $\frac{CD}{CZ}$ wird durch den Maßstab der Urzeichnung und der Vergrößerung (bzw. Verkleinerung) bestimmt. Ist beispielsweise ein Lageplan aus 1:1000 in 1:1500 zu zeichnen, so ist $\frac{AB}{AC} = \frac{CD}{CZ}$

$$= \frac{1000}{1500} = \frac{2}{3}$$

Hier sind gleichfalls die üblichen Umwandlungsverhältnisse und zwar an den Löchern der Leisten angegeben.

Eine etwas abweichende Form vom Storchschnabel haben die „Pantographen“, die aus Metallstäben (Fig. 284) oder bei Präzisionsinstrumenten (Fig. 285) aus hohlen Metallstangen bestehen und dann mit einer Millimeterteilung statt der Einstecklöcher versehen sind. Die Einrichtung ist meist so getroffen, daß das Gestänge an zwei Drähten kh und $k'h'$ in einem Punkte aufgehängt ist, der senkrecht über dem Pole P liegt, und daß in der Nähe vom Fahrstifte F (die Apparate Fig. 284 und 285 sind auf

Fig. 286.



Verkleinerung eingestellt) eine kleine Fußrolle als Stütze angebracht ist. Dadurch läßt sich das Ganze leicht in Bewegung setzen und parallel zur Zeichenfläche verschieben. Beachtenswert ist außerdem eine Vorrichtung an der Zeichennadel Z, die nach Ziehen einer Schnur (Fig. 284 und 285) von selbst auf die Zeichnung niederfällt, ohne daß man den Führungsgriff G loszulassen gezwungen ist.

Bei den Präzisionsinstrumenten (Fig. 285) läßt sich an der Millimeterteilung der Stangen jedes gewünschte Umwandlungsverhältnis einstellen im Gegensatz zu den mit den Einstecklöchern versehenen Pantographen (Fig. 284).

Einen größeren Pantographen zeigt weiter die Fig. 286.

Von der richtigen Arbeitsweise des Storchschnabels und der Pantographen kann man sich am einfachsten dadurch überzeugen, daß man eine Anzahl Punkte von einem Plane abzeichnet und ihre Entfernungen auf dem Plane mit denjenigen der Vergrößerung (oder Verkleinerung) vergleicht.

H. Karten und Bücher des Katasters sowie Karten der Landesaufnahme.

Neben der Anfertigung besonderer Lagepläne wird nicht selten die Forderung gestellt, Lagemessungen in bestehenden Karten, meist des „Grundsteuerkatasters“, oder für Uebersichtszwecke in den von der Landesaufnahme veröffentlichten „Meßtischblättern“ im Maßstabe 1:25000, seltener in den „Generalstabskarten“ 1:100000 oder noch kleineren Maßstabes zur Darstellung zu bringen.

Auf dem Gebiete des Bauingenieurwesens werden derartige Aufgaben in erster Linie dann zu Tage treten, wenn es gilt, neu geschaffene Anlagen von größerer oder kleinerer Ausdehnung oder auch nur einzelne Bauten in ihrer Lage zu den sie umgebenden Grundstücksgrenzen klarzustellen. Hierfür bieten die „Katasterkarten“ die einzig geeignete Unterlage, während die Meßtischblätter und Generalstabskarten zur Veranschaulichung der Ausdehnung der Bauten und ihrer weiteren Umgebung dienen. Eine noch größere Bedeutung haben die Karten des Katasters bei Entwurfsbearbeitungen umfangreicher Anlagen, die im Interesse der mannigfachen Anforderungen der Landeskultur und sonstiger öffentlichen Zwecken dienenden Einrichtungen zur Durchführung gelangen.

So werden Meliorationsentwürfe, mögen sie Ent- oder Bewässerungen betreffen, Drainagen, Moorkulturen, Bach- und Flußregulierungen u. dergl. m. am zweckmäßigsten auf Grund der bestehenden Aufzeichnungen des Katasters aufgestellt. Bebauungspläne für Stadt- und Ortslagen sind stets mit Vorteil unter Zugrundelegung der Katasterkarten eingerichtet und festgesetzt worden. Ebenso erfordert der Bau von Eisenbahnen, Chausseen, Kanälen und anderen Verkehrsanlagen fast ausnahmslos eine sichere Unterlage, die

wiederum das Kataster in seinen Karten, sowie in seinen Büchern darbietet; letztere sind auch in den vorerwähnten Fällen ein oft unentbehrliches Hilfsmittel.

I. Das Grundsteuerkataster.

Das Grundsteuerkataster oder kurz „Kataster“ umfaßt sämtliche Aufzeichnungen, die für die Besteuerung des Grund und Bodens maßgebend sind. Es hat in Preußen — wie auch in den anderen deutschen Staaten — dadurch besondere Geltung erlangt, daß mit der Grundbuchordnung vom 5. Mai 1872 eine Eintragung der in den Steuerbüchern verzeichneten Grundstücke mit ihrer katastermäßigen Bezeichnung in das Grundbuch (s. unten) erforderlich wurde, so daß das Kataster mittelbar eine rechtliche Bedeutung erhalten hat.

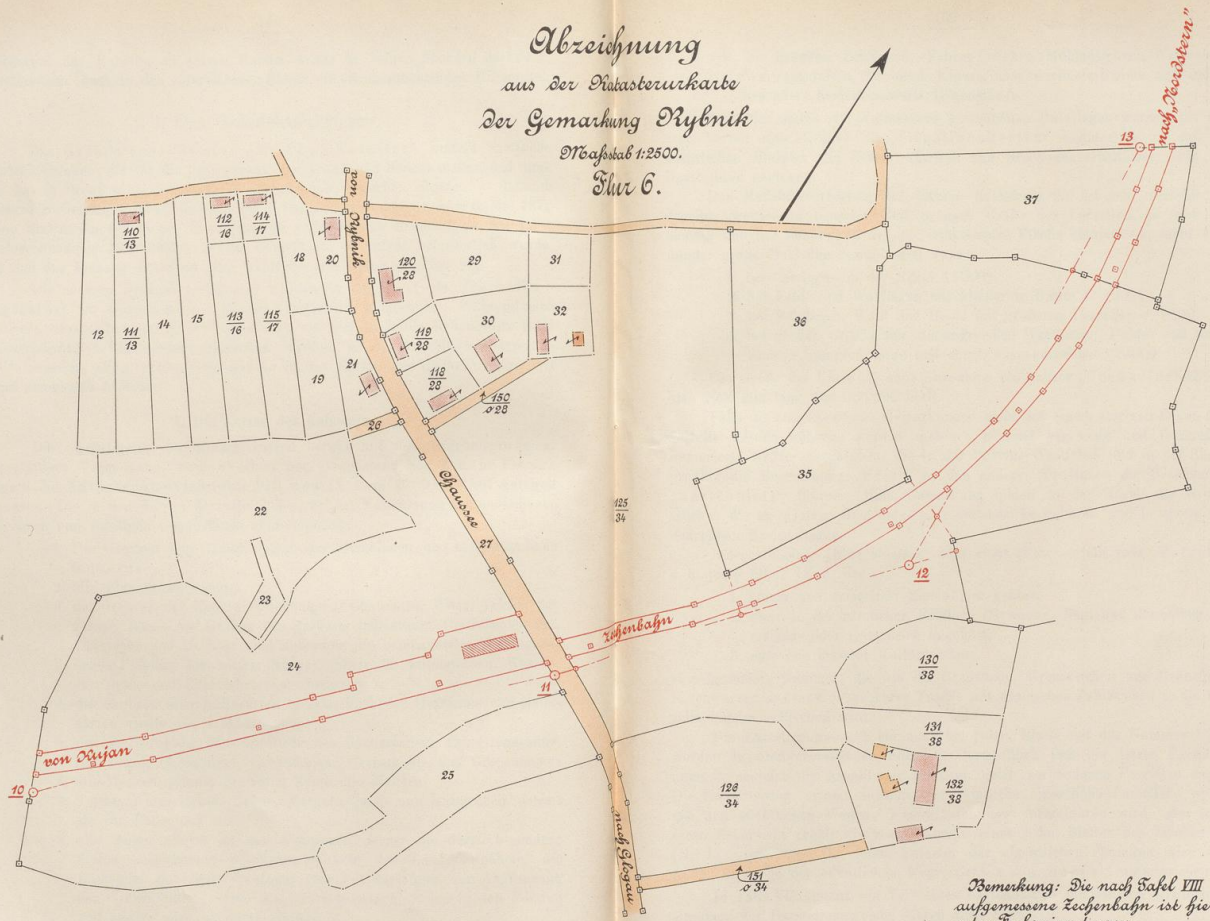
Die neueren Grundsteuerkataster werden in der Regel als „Parzellarkataster“ im Gegensatz zu „Gutskatastern“ aufgestellt. Während sich letztere unmittelbar auf ganze Güter oder auf den gesamten Grundbesitz jedes steuerpflichtigen Eigentümers erstrecken, werden bei der Parzellarkatastrierung alle besonders abgegrenzten Grundstücke in den Karten und Büchern aufgeführt und demgemäß besteuert.

1. Die Karten des Katasters.

Die Anfertigung der Katasterkarten beruht auf den Ergebnissen einer sorgfältigen Vermessung, deren Verlauf und Gegenstand zur Zeit in Preußen durch die Katasteranweisungen VIII und IX vom 25. Okt. 1881 geregelt werden. Die in den Karten darzustellenden, bei der Vermessung aufgenommenen Grenzen und sonstigen Gegenstände sind folgende:

1. Die Grenzen der Gemarkungen, der Gemeinden und selbstständigen Gutsbezirke;
2. alle Eigentums Grenzen;
3. die Grenzen der Kanäle, Eisenbahnen, Chausseen, Wege, Teiche, der Flüsse, Bäche und Gräben von größerer Bedeutung. Bei Eisenbahnen, Chausseen und Deichen sind außerdem die beiden Seiten des eigentlichen Planums (der sogen. Krone), ferner die Seitengräben, Wasserdurchlässe und Ueberfahrten einzumessen;
4. die Grenzen aller Kulturarten einschließlich der Hofräume und Hausgärten, sowie die Gebäudeflächen;
5. die oberirdischen und unterirdischen Grenzzeichen als: Grenzsteine, Hohlziegel, Grenzhügel, Grenzsäulen, Grenzpfähle und Grenzbäume;
6. alle Hecken, Zäune, Erdwälle, Raine und Mauern;
7. Teiche, Wasserlöcher, Lehm-, Mergel-, Sand- und Kiesgruben, soweit sie von Bedeutung sind;
8. alle Nummersteine an den Chausseen, ferner die durch besondere Steine bezeichneten Nivellements punkte der Landesaufnahme, die Lochsteine der Bergverwaltung (oberirdische Steine zur Abgrenzung der Grubenfelder), sowie die Distrikts-(Jagen)-Steine in den Forsten und andere ausgezeichnete Steine;

Abzeichnung
aus der Katasterkarte
der Gemarkung Rybnik
Maßstab 1:2500.
Bl. 6.



Schewior, Feldmessen I.

Bemerkung: Die nach Tafel VIII blv. aufgemessene Leichenbahn ist hier in roter Farbe eingetragen.

9. die Brücken, Schleusen, Fähren, Wehre (Mühlenwehre), Wegweiser, Warnungstafeln, Barrieren, Kreuze, ausgezeichnete Bäume und andere besonders bemerkenswerte Gegenstände.

Nach den durch die Aufmessung gewonnenen Unterlagen werden die Katasterkarten ausschließlich als „Situationskarten“ angefertigt, so daß die natürlichen Formen, die Höhen-, Tiefen- und Böschungsverhältnisse nicht zur Darstellung gelangen.

Das Maßstabsverhältnis der älteren Katasterkarten ist sehr verschieden; dagegen werden in neuester Zeit je nach Größe der Parzellen, je nach Bebauung und der Wichtigkeit der zu vermessenden Fläche einheitliche, mehr oder minder große Maßstäbe gewählt und zwar:

1. bei Ortslagen in der Regel 1:500;
2. bei Feld- und Waldlagen mit kleinerem Besitz 1:1000;
3. bei Feldlagen, Wald und Heide mit größeren Parzellen 1:2000;
4. bei großen Gutsflächen, umfangreichen Waldungen, Heide- und Moorflächen, Sümpfen, Seen und dergl. ausnahmsweise 1:4000.

Die Größe der Karte ist ohne Ausnahme ein ganzer „Großadlerbogen“, also 1000 mm lang und 660 mm breit.

Falls die aufgemessenen Gemarkungen nicht auf einem einzigen Bogen dargestellt werden können, werden mehrere passend begrenzte und fortlaufend nummerierte Blätter vorgesehen, die in der Provinz Westfalen und in der Rheinprovinz die Bezeichnung „Flur“, in den anderen Provinzen die Bezeichnung „Kartenblatt“ führen. Eine Gemarkung bilden in der Regel alle Grundstücke, die zu einem Gemeinde- oder Gutsbezirke gehören und in einem und demselben Kreise liegen.

Innerhalb eines „Kartenblattes“ oder einer „Flur“ erhält jede „Parzelle“ d. h. jedes Stück Land, das

1. einem und demselben Eigentümer gehört,
2. ganz in der nämlichen Feldlage (Gewanne) liegt und demselben Gemeinde- oder Gutsbezirk angehört,
3. eine und dieselbe Kulturart hat,

eine besondere Nummer, die wie die Grenzmale, Grenzzeichen und Grenzlinien in schwarzer und unverwaschbarer Tusche mit arabischen Zahlzeichen in die Parzelle hineingeschrieben wird.

Die Parzellennummern beginnen bei jedem Blatte mit der Nummer 1 und werden in ununterbrochener Folge so fortgeführt, daß die letzte Parzellennummer zugleich die Anzahl der auf dem Blatte vorhandenen Parzellen angibt. Die Numerierung erfolgt zunächst für sämtliche eigentliche Parzellen, worauf mit den öffentlichen Wegen, Wasserläufen usw. fortgefahren wird. Zur leichteren Uebersicht erhält die erste Parzelle eines jeden Blattes das Zeichen Nr. (Nr. 1) vorgesetzt. Die letzte Nummer der eigentlichen Parzellen wird einfach, diejenige der öffentlichen Wege, Gräben usw. doppelt unterstrichen.

In **Tafel VII** kommt ein Teil eines Kartenblattes mit einigen erläuternden Zusätzen zur Darstellung; siehe hierzu auch Seite 179.

Auf Grund der Karten erfolgt blattweise die Berechnung des Flächeninhalts jeder Parzelle in einer „Einzelberechnung“, die zweimal unabhängig voneinander vorgenommen wird. Das Ergebnis wird sodann auf den „Sollbetrag“ des ganzen Blattes abgeglichen und in einem „Flächenverzeichnis“ aufgeführt. Der Sollbetrag selbst wird auf besondere Weise ermittelt und bildet gleichzeitig eine weitere Sicherung für die richtige Einzelberechnung.

2. Die Bücher des Katasters.

Die Flächenverzeichnisse bilden mit den Feldbüchern, „Stückvermessungsrisse“ genannt, und den Ergebnissen der Boden-Schätzung, nach welcher die Grundsteuer berechnet wird, die Unterlage für die Aufstellung der Bücher, die im Zusammenhange mit den Karten das Grundsteuerkataster bilden. Es sind dies: das Flurbuch, die Grundsteuermutterrolle, das Artikelverzeichnis und die Gebäudesteuerrolle.

1. Das Flurbuch enthält sämtliche Liegenschaften des Gemeinde- oder selbständigen Gutsbezirkes, nach der Nummerfolge der Kartenblätter (Flur) und Parzellen geordnet, ferner die Bezeichnung ihrer Lage, des Flächeninhaltes, der Kulturart nebst Einschätzungsklasse und des steuerpflichtigen Reinertrags. In Uebereinstimmung mit der Grundsteuermutterrolle, deren Grundlage es bildet, enthält das Flurbuch zugleich die Artikelnummern der letzteren, die Namen der Eigentümer der einzelnen Liegenschaften und ihre Bezeichnung nach Band und Blatt, wie sie im Grundbuche (siehe unten) nachgewiesen sind. Auf S. 171 und 172 ist die Anordnung eines Flurbuchs zu sehen.

2. Die Grundsteuermutterrolle oder Mutterrolle, nach dem Flurbuche aufgestellt, weist für jeden einzelnen Grundeigentümer in besonderen Artikeln sämtliche ihm gehörige Liegenschaften auf, soweit sie innerhalb desselben Gemeinde- oder Gutsbezirks liegen. Neben der Bezeichnung nach Flur- und Parzellenummer enthält die Mutterrolle für jede aufgeführte Parzelle die Angabe der Kulturart, die Einschätzungsklasse, die Größe des Flächeninhalts, den Reinertrag und die hiernach veranlagte Grundsteuer. Ein Auszug einer Mutterrolle befindet sich auf S. 173.

3. Das Artikelverzeichnis (siehe Seite 174) wird dem Flurbuche und der Mutterrolle zur Erleichterung der Uebersicht und ihrer Handhabung beigegeben. Es enthält die einzelnen Mutterrollenartikel in ihrer Nummerfolge, außerdem die Bezeichnung im Grundbuche nach Band und Blatt und die Angabe des Namens und Wohnorts des jeweiligen Eigentümers.

4. Die Gebäudesteuerrolle enthält unter besonderen Rollennummern die mit Gebäuden bestandenen Flächen und die zugehörigen Hofräume und Hausgärten, letztere nicht über 1 preuß. Morgen = 25 a 53 qm groß.

3. Aufbewahrung der Karten und Bücher.

Die Originalkarten, „Gemarkungsurkarten“, und Bücher werden für jeden Regierungsbezirk am Sitze der betreffenden Regierung im Katasterarchiv aufbewahrt. Die „Katasterämter“ erhalten von den Karten Abzeichnungen, sogen. „Gemarkungsreinkarten“, die gemarkungsweise als „Kartenatlas“

Katasterverwaltung.

Kreis Ratibor.
Gemarkung Kujau.
Nr. 36.

Flurbuch

des

Gemeindebezirks Kujau.

Klassifikationstarif.

Klasse	Reinertrag für einen preußischen Morgen (= 0,2553 Hektar) in Silber Groschen							Reinertrag für ein Hektar in Taler						
	Acker	Gärten	Wiesen	Weiden	Holzungen	Wasserstücke	Oedland	Acker	Gärten	Wiesen	Weiden	Holzungen	Wasserstücke	Oedland
1	120	180	180	60	60	30	1	15,666	23,500	23,500	7,833	7,833	3,917	0,131
2	99	120	120	30	48	1	.	12,925	15,666	15,666	3,917	6,267	0,131	.
3	72	60	90	15	36	.	.	9,400	7,833	11,750	1,958	4,700	.	.
4	54	.	60	9	30	.	.	7,050	.	7,833	1,175	3,917	.	.
5	36	.	30	3	24	.	.	4,700	.	3,917	0,392	3,133	.	.
6	15	.	.	.	12	.	.	1,958	.	.	.	1,567	.	.
7	6	.	.	.	9	.	.	0,783	.	.	.	1,175	.	.
8	.	.	.	.	3	.	.	.	,	.	.	0,392	.	.

Jahrgang der Formveränderung	Nummer		Artikel der Mutterrolle	Bezeichnung nach dem Grundbuche		Des Eigentümers		Bezeichnung der Lage usw.
	des Kartenblatts (der Flur)	der Parzelle		Band	Blatt	Name, Vorname und Stand	Wohnort und Hausnummer	
	2	1-13	.	.	.			
		14	10	I	20	Roesner, Hans, Gutsbes.	Kujau Nr. 30	and. Mühle
		15	8	I	10	Koch, Josef, Windmüller	Kujau Nr. 8	daselbst
		16	8	"	"	derselbe	daselbst	daselbst
		17	8	"	"	derselbe	daselbst	daselbst
		18	9	I	19	Richter, Bernh., Gutsbes.	Kujau Nr. 12	die Wiesen
		19	11	I	23	Schleiffer, Max, Landw.	Kujau Nr. 15	daselbst
		20	12	I	25	Wildi, Jost, Gärtner	Kujau Nr. 20	daselbst
		usw.						

Kulturart	Klasse	A. Steuerpflichtige Liegenschaften		B. Steuerfreie Liegenschaften		C. Wegen ihrer Benutzung zu öffentl. Zwecken ertraglose Liegenschaften				D. Hofräume usw.	Grundstücksbezeichnung in dem bisherigen Kataster							
		Flächeninhalt	Reinertrag	Flächeninhalt	Reinertrag	a. Land (Wege, Eisenbahnen usw.)		b. Wasser (Flüsse, Bäche usw.)			des Kartenblatts (der Flur)	der Parzelle	Artik. d. Mutterrolle					
						ha	a	qm	Tr. 1/100	ha				a	qm	Tr. 1/100	ha	a	qm	ha	a	qm	18	19	20
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20							
Holzung	3	.	3 40	0 16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Weide	4	.	13 45	0 16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hofraum usw.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Acker	3	.	6 92	0 65	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Wiese	1	.	16 35	3 84	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Weide	1	.	8 92	0 70	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Wiese	1	.	13 05	3 07	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Katasterverwaltung.

Kreis Ratibór.
Gemarkung Kujau.
Nr. 36.

Mutterrolle

des

Gemeindebezirks Kujau.

I. Band, enthaltend die Artikel von Nr. 1 bis Nr. 40.

Prozentsatz der Grundsteuer vom Reinertrage = 9,574 234.

Artikel Nr. 8		Koch, Josef, Windmüller in Kujau. HNr. 8														
Bezeichnung nach dem Grundbuche Bd. 1 Bl. 10																
Jahrgang des Flurbuchs	Gemarkung	Nummer		Abweichende Bezeichnung nach dem Grundbuche Band Blatt	Bezeichnung der Lage usw.	Kulturart	Klasse	Flächeninhalt			Reinertrag Tlr. 1/100	Jahresbetrag der Grundsteuer		Nachweisung der Fortschreibungen		
		des Kartenblatts (der Flur)	der Parzelle					ha	a	qm		Mk.	Pf.	zur das Rechnungsjahr von dem Artikel	tür das Rechnungsjahr an den Artikel	zuge-schrie-ben	abge-schrie-ben
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
		2	15		an der Mühle	Weide	4	13	45	0	16					
			16		dasselbst	Hofraum usw.	.	3	80	.	.					
			17		dasselbst	Acker	3	6	92	0	65					
								24	17	0	81					

Katasterverwaltung.

Kreis Ratibor.
Gemarkung Kujau.
Nr. 36.

Artikelverzeichnis

des

Gemeindebezirks Kujau.

Artikel der Mutter- rolle	Bezeichnung nach dem Grundbuche		Des Eigentümers	
	Band	Blatt	Name, Vorname und Stand	Wohnort und Hausnummer
1	2		3	4
1—7	.	.		
8	I	10	Koch, Josef, Windmüller	Kujau Nr. 8
9	I	19	Richter, Bernhard, Gutsbesitzer	Kujau Nr. 12
10	I	20	Roesner, Hans, Gutsbesitzer	Kujau Nr. 30
11	I	23	Schleiffer, Max, Landwirt	Kujau Nr. 15
12	I	25	Wildi, Jost, Gärtner	Kujau Nr. 20

gebunden sind, ferner Abschriften des Originalflurbuchs, die nach diesem angefertigte Mutterrolle und das zugehörige Artikelverzeichnis.

Kartenabzeichnungen werden auf Antrag unter Angabe der Gemarkung, des Kartenblatts und der Parzellennummern von den Regierungen gegen eine jeweils zu berechnende Gebühr abgegeben. Einfache Pauskopien sind bei den Katasterämtern zu bestellen, ebenso Abschriften der eben genannten Bücher und Verzeichnisse.

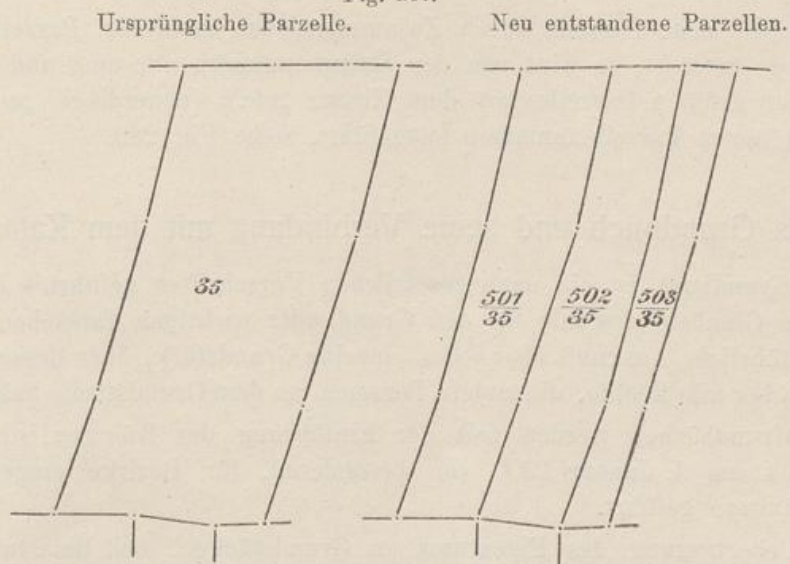
4. Fortführung des Katasters.

Die Fortführung oder „Fortschreibung“ des Katasters hat den Zweck, die Grundsteuerbücher und Karten mit den wirklichen Verhältnissen stets in Uebereinstimmung zu halten. Alle eintretenden Veränderungen, wie Besitzwechsel, Teilung von Grundstücken, Grenzverlegungen, Neuanlagen von Gebäuden, Straßen, Wegen, Eisenbahnen usw. müssen in den Karten und Büchern nachgetragen werden, soll der Wert des Katasters dauernd erhalten bleiben.

Die für die Fortführung maßgebenden Vorschriften sind in der „Anweisung (II) vom 21. Februar 1913 für das Verfahren bei den Vermessungen zur Fortschreibung der Grundsteuerbücher und Karten“ gegeben.

Entstehen durch die Fortschreibung neue Parzellen oder werden solche in der Form verändert, so erfolgt eine neue Numerierung im Anschluß an die letzte Nummer des Kartenblattes (der Flur). Unter diese neue Nummer wird zur Bezeichnung des Ursprunges der Parzelle und ihrer Lage in der Karte die Nummer der ursprünglichen Parzelle, der „Stammparzelle“, in Bruchform gesetzt. Hat z. B. das Kartenblatt die Parzellen von Nr. 1 bis 500 und wird die Parzelle 35 (Fig. 287 links) in 3 neue Parzellen geteilt, dann erhalten die Teilstücke die Parzellennummern 501/35, 502/35 u. 503/35, wie Fig. 287 rechts angibt.

Fig. 287.



Eine bereits fortgeschriebene Parzelle, z. B. 503/35, die nochmals geteilt ist, behält aus dem oben aufgeführten Grunde ebenfalls die Stammnummer im Nenner bei. Es würde also aus 503/35 beispielsweise 600/35 und 601/35 entstehen.

Eine Numerierung der steuerfreien Grundstücke, wie Wege, Gräben usw., wurde in den früher angefertigten Gemarkungsurkarten nicht vorgenommen. Er-

Fig. 288. Parzellennumerierung.
Fortgeschriebener Weg.

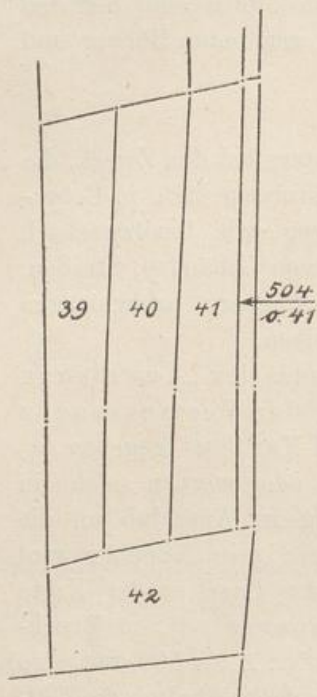
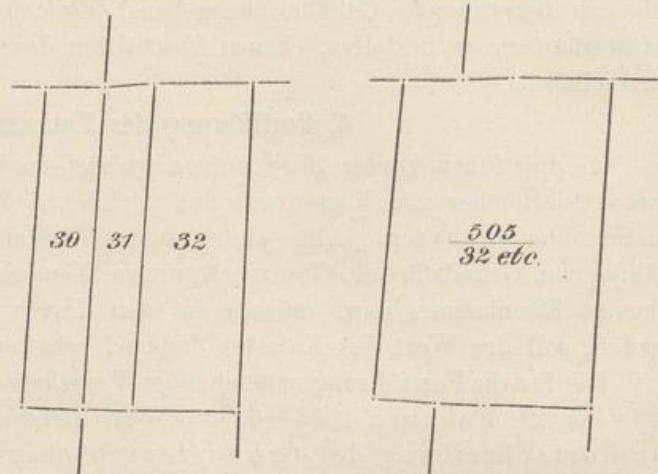


Fig. 289. Parzellennumerierung.
Alter Bestand. Neu entstandene Parzelle.



folgt die Fortschreibung einer derartigen Parzelle, so erhält sie die nächste, offene Nummer als Zähler, während im Nenner die Nummer der zunächst anliegenden Parzelle mit dem Buchstaben „o“ (Orientierung) gesetzt wird, wie aus Fig. 288 zu ersehen ist. Der Buchstabe „o“ bildet mit der Zahl die „Orientierungsnummer“ und gilt nur zur Bezeichnung der Lage der neu entstandenen Parzelle.

Wenn die neue Parzelle durch Zusammenziehen mehrerer Parzellen oder Parzellenteile entsteht, so wird von den Stammmumern nur eine und zwar die Nummer der größten Parzelle mit dem Zusatz „etc.“ (neuerdings „usw.“) als Nenner der neuen Parzellennummer fortgeführt, siehe Fig. 289.

II. Das Grundbuch und seine Verbindung mit dem Kataster.

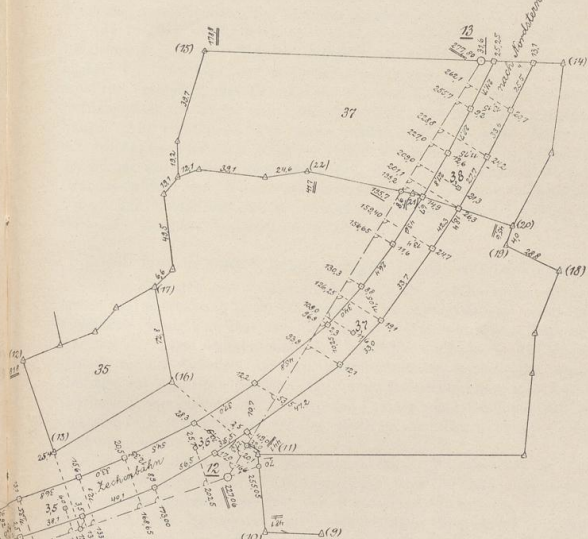
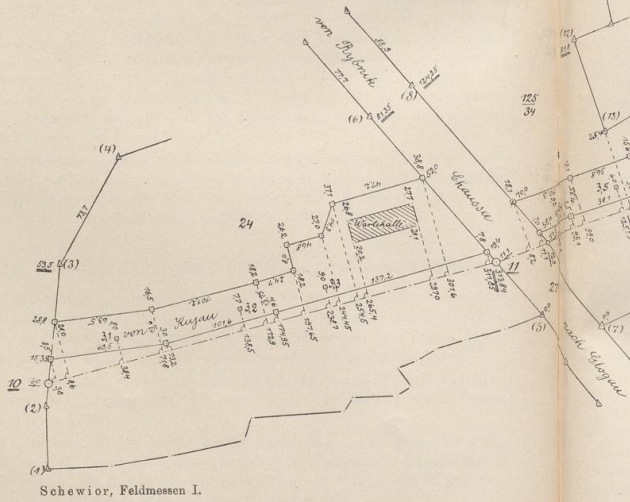
Das Grundbuch ist ein nach gesetzlichen Vorschriften geführtes Buch mit öffentlichem Glauben, das alle für den Grundbesitz wichtigen Tatsachen enthält. Es gibt ausführliche Auskunft über jedes einzelne Grundstück, über dessen Eigentümer und über alle Rechte, die andere Personen an dem Grundstücke haben.

Die Grundbücher werden seit der Einführung des Bürgerlichen Gesetzbuches am 1. Januar 1900 von besonderen, für Bezirke eingerichteten Grundbuchämtern geführt.

Bei Uebertragung des Eigentums an Grundstücken, bei Belastung eines Grundstückes z. B. durch Reallasten, Renten, Hypotheken oder Grundschulden ist die Eintragung der Rechtsänderung in das Grundbuch erforderlich, wenn die Aenderung auf gesetzlichen Schutz Anspruch machen will.

Feldbuch

über die Aufmessung einer Leichenbahn
 von Kuzau nach Leche Nordstern
 (Teil der Aufnahme)



Erläuterung:
 △ alte Grenzsteine
 ○ neue Grenzsteine

Gemessen am 24. April 1914
 durch
 N. N.

115 117

115 117

D
s
C
L
h
s
L
L
2
C
C
C

Aus der weitgehendsten Sicherstellung des Eigentums und der Rechte Dritter durch das Gesetz folgt ohne weiteres, daß die Bezeichnung der Grundstücke genau und unzweideutig sein muß. Sie wird in der einfachsten Weise durch die Aufzeichnungen des Katasters gegeben.

In Preußen wurde durch die Grundbuchgesetze vom 5. Mai 1872 die Bezeichnung nach dem Kataster eingeführt, so daß dessen Karten und Steuerbücher die Unterlage der Grundbucheintragen bilden. Die einmal geschaffene Verbindung des Grundbuches mit dem Kataster ergibt von selbst die Notwendigkeit, die Bücher der beiden Amtsstellen stets in Uebereinstimmung zu halten. Alle wichtigeren Aenderungen werden deshalb in jedem einzelnen Falle zur gegenseitigen Kenntnis gebracht, wonach die Berichtigung bzw. Fortführung der Bücher und Karten vorgenommen wird. Zur weiteren Sicherung werden dem Grundbuchrichter vom Katasteramte alljährlich nach erfolgter Berichtigung der Grund- und Gebäudesteuerbücher Flurbuchs- und Gebäudesteuer-Anhänge eingereicht, die sämtliche Aenderungen enthalten.

III. Das Eintragen neuer Anlagen in die Katasterkarten.

Das Eintragen der Messungsergebnisse in die Katasterkarten ist bei einfachen Linienaufnahmen (s. S. 60) unschwer zu bewerkstelligen, wenn die Abscissenlinie wenigstens über zwei Grenzpunkte gelegt wird, deren Lage mit den Angaben der Karte übereinstimmt. Die benutzten Grenzpunkte sind aus diesem Grunde vor der Aufnahme auf ihre Uebereinstimmung nachzuprüfen, was durch Umfrage bei den Grundbesitzern und durch Maßvergleichung nach Karte und Oertlichkeit von unzweideutig festliegenden Punkten unter Beachtung der Papieränderung (s. S. 208) geschieht und im einzelnen eine nicht geringe Gewandtheit und Sorgfalt erfordert.

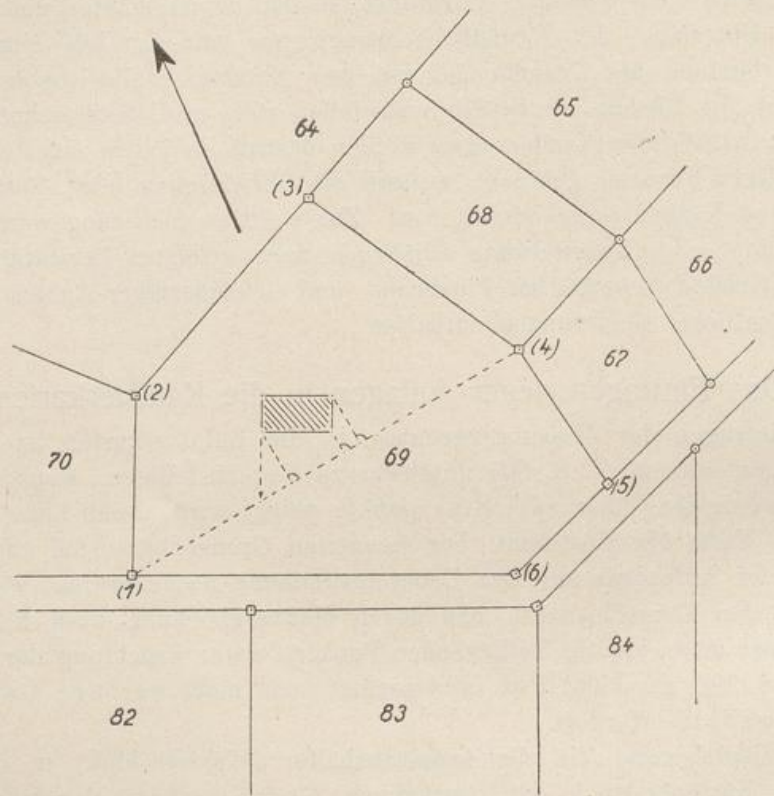
War beispielsweise ein Quellwasserbehälter (Wasserschloß) in die Parzelle 69 des Kartenblatts 3 der Gemarkung Groß-Gorschütz einzumessen, so sind von der Abscissenlinie über den Grenzsteinen (1) und (4) die Eckpunkte des aufgehenden Mauerwerks nach rechtwinkligen Koordinaten aufzunehmen. Die Uebereinstimmung des Grenzsteines (4) mit der Karte wurde durch die Messung der Steinentfernungen (2) (3), (3) (4), (4) (5) und (5) (6) nachgeprüft, wobei sich fand, daß diese von den aus der Karte (Fig. 290) abgegriffenen und in das Feldbuch (Fig. 291) in Klammern eingetragenen Maßen nur wenig abweichen. Der Grenzstein (1) ist ein alter, der Forstverwaltung zugehöriger Jagenstein.

Zur Kontrolle der Aufnahme sind die Spannmaße an dem Gebäude ermittelt worden, siehe das Feldbuch.

Vor der Eintragung in die Parzelle wird die gemessene Abscissenlinie (1) (4) = 142,1 m mit der Karte verglichen. Die Abweichung ist gegen die Messung: $141,5 - 142,1 = -0,6$ m; sie wird auf die Abscissen im Verhältnis ihrer Längen verteilt, so daß nunmehr die im Feldbuche (Fig. 291) in Klammern beigesetzten Maße zur weiteren Kartierung benutzt werden können. Die Fig. 290 zeigt die Eintragung des Wasserschlosses, mit besonderer Kenntlichmachung der Abscissen- und Ordinatenlinien.

Bei der Einmessung von Eisenbahnen, Wegen, Wasserläufen, Deichen und ähnlichen lang getreckten Anlagen, ferner insbesondere auch bei Flächennivellements (s. Teil II des „Feldmessens“) werden die Abseissenlinien meist über viele Grundstücke geführt, und es kommt im wesentlichen darauf an, diese so

Fig. 290.



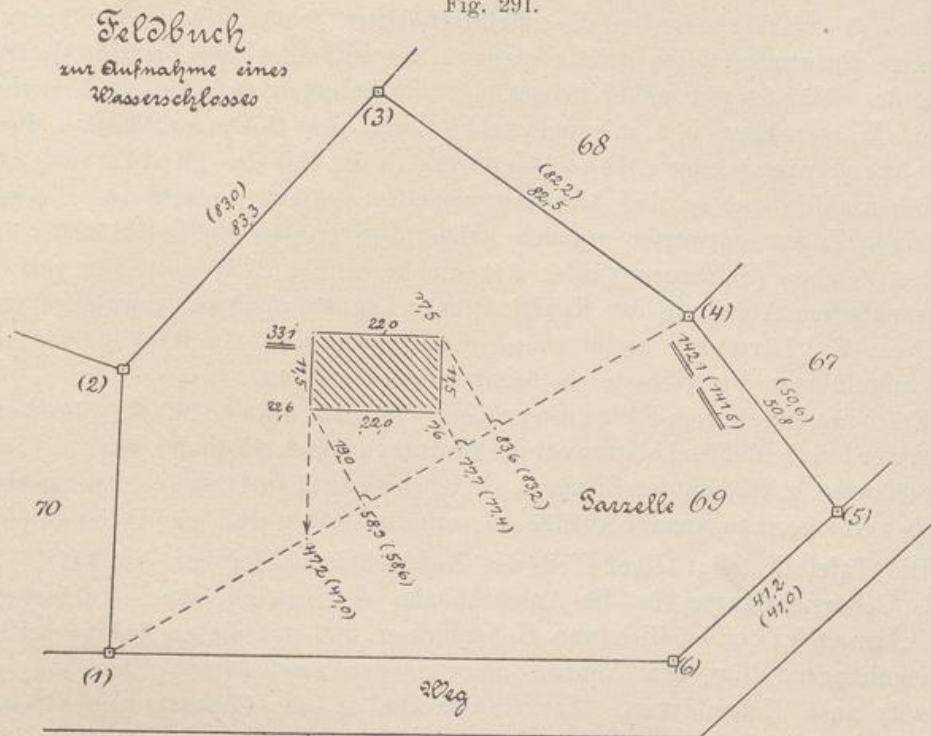
Maßstab 1:2500

zwischen festen Punkten einzubinden, daß sie in der Karte nach allen Richtungen hin möglichst sicher festliegen und keine einseitigen Verschiebungen erleiden. Die Messungslinien sind in ihrem Verlauf immer wieder mit den benachbarten Grenzpunkten durch Längenmessungen in Verbindung zu bringen, wobei es nicht selten eintreten wird, daß die zwischen den Punkten ausgeglichene, in Wirklichkeit gerade Linie in der Karte streckenweise gebrochen erscheint. Stets ist auch hier die Papieränderung (s. S. 208) zu ermitteln und bei der weiteren Eintragung zu beachten.

Ein Beispiel wird den Vorgang erläutern. Eine Zechenbahn soll in die Katasterkarte eingetragen werden. Ein Teil der Aufmessung ist in dem Feldbuche **Tafel VIII** dargestellt. Von einem Polygonzuge, der hier nur die Polygonpunkte $\odot 10$ bis $\odot 13$ aufweist, sind die Grenzpunkte des Bahnkörpers, die km-Steine und die Haltestelle mit Schutzhalle (in der Nähe von $\odot 11$) aufgemessen worden. Die Polygonseite $\odot 10 - \odot 11$ ist an ihrem Anfangspunkte zwischen den Grenzsteinen (2) und (3) der Parzelle 24 mit dem Maße 6,0 und dem Endmaße 53,5 eingebunden worden, nachdem durch Vergleich der in der Karte,

siehe **Tafel VII**, abgegriffenen Maße (1) (2) = 37,4* und (3) (4) = 73,7 nachgeprüft worden ist, daß die Grenzpunkte (2) und (3) mit der Örtlichkeit übereinstimmen. Die zwischen (2) und (3) gesetzten neuen Grenzsteine, die hier

Fig. 291.



zum Unterschiede gegen die vorhandenen die Form eines Dreiecks (Δ) erhalten, sind gleichfalls mit den Maßen 15,35 und 28,8 in der Grenzlinie festgelegt, weiter auch durch Koordinatenaufnahme von der Seite $\odot 1 - \odot 2$ bestimmt. Der Endpunkt $\odot 11$ sitzt durch eine gleiche Messung zwischen den Chausseesteinen (5) und (6) fest. Um den Punkt $\odot 12$ der Polygonseite $\odot 11 - \odot 12$ richtig zu bestimmen, wurde letztere bis in die Grenzlinie (10) (11) verlängert und hier durch die Maße 7,0 und 48,1 eingebunden, nachdem (9) (10) als richtig befunden worden ist. Der Punkt $\odot 12$ selbst wird durch Messung der Verlängerung über $\odot 12$ hinaus fixiert.

Eine Kontrolle für die richtige Lage der Linie $\odot 11 - \odot 12$ gibt die Einbindung zwischen (7) und (8) an der Chaussee und die Verlängerung und Messung von (12) (13). Die Polygonseite $\odot 12 - \odot 13$ schließlich wird im Endpunkte $\odot 13$ durch die Messung zwischen (14) (15), ferner durch Einbinden zwischen den Grenzsteinen (11) und (16) bzw. (21) und (22) zu den örtlich gegebenen Grenzpunkten in sichere Beziehung gebracht.

Sind in der angegebenen Weise die Linien, selbstverständlich unter Beachtung der Papieränderung, in die Katasterkarte übertragen, so folgt die Kartierung der aufgemessenen Neupunkte, auch hier nach vorheriger Feststellung und Beachtung der Abweichung zwischen der gemessenen und der in der Karte abgegriffenen Länge der einzelnen Polygonseiten. Die Auszeichnung der neuen Anlagen, siehe **Tafel VII**, erfolgt in karminroter Farbe.

*) In der Figur beim Druck ausgesprungen!

IV. Die Karten der Landesaufnahme.

1. Die Meßtischblätter.

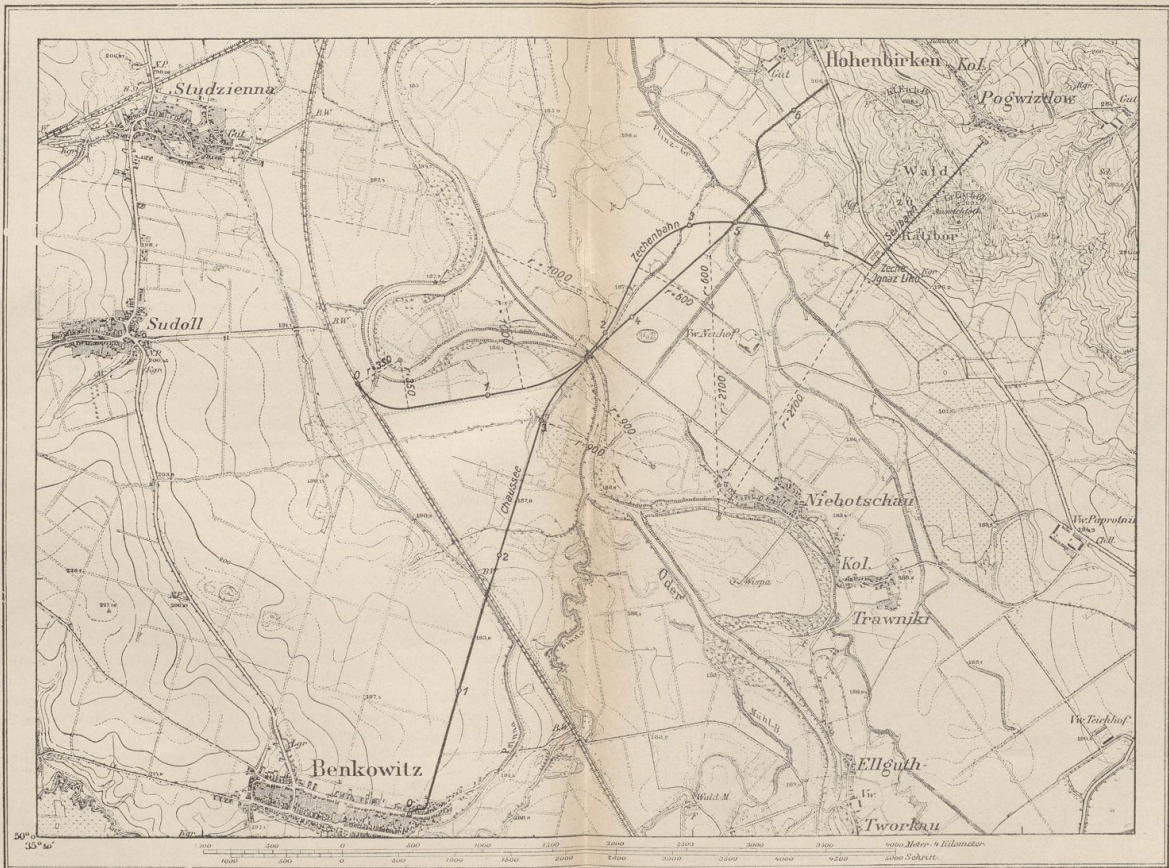
Von den Karten der Preußischen Landesaufnahme sind wegen ihres großen Maßstabes (1:25000) besonders die „Meßtischblätter“*) für Uebersichtspläne und großzügige Entwurfsarbeiten sehr geeignet. Sie enthalten eine umfassende Darstellung des Geländes mit seiner Bedeckung, den Kulturen, Ortschaften, Verkehrsanlagen, Wasserzügen u. a. m. und geben auch die Höhenverhältnisse durch „Schichtenlinien“ oder „Höhenkurven“ (s. II. Teil des „Feldmessens“) und Höhenzahlen an, so daß hiernach manches Projekt wenigstens in seinen allgemeinen Zügen entworfen werden kann. Die in den Meßtischblättern verwendeten Zeichen (Signaturen) aller Art sind (s. a. Fig. 278) aus einer von der kartographischen Abteilung der Königl. Preuß. Landesaufnahme herausgegebenen „Zeichen-Erklärung“ zu ersehen, die zum Preise von 0,60 M. von den unten aufgeführten Vertriebsstellen bezogen werden kann.

Erscheint in gewissen Fällen ein größerer Maßstab, etwa 1:10000, wünschenswert, so werden die Meßtischblätter vor der Eintragung nach einem der neueren Lichtdruckverfahren, z. B. dem der Firma C. G. Blankertz in Düsseldorf vergrößert, die selbst eine geringe Anzahl Abzüge zu verhältnismäßig niedrigen Preisen liefert.

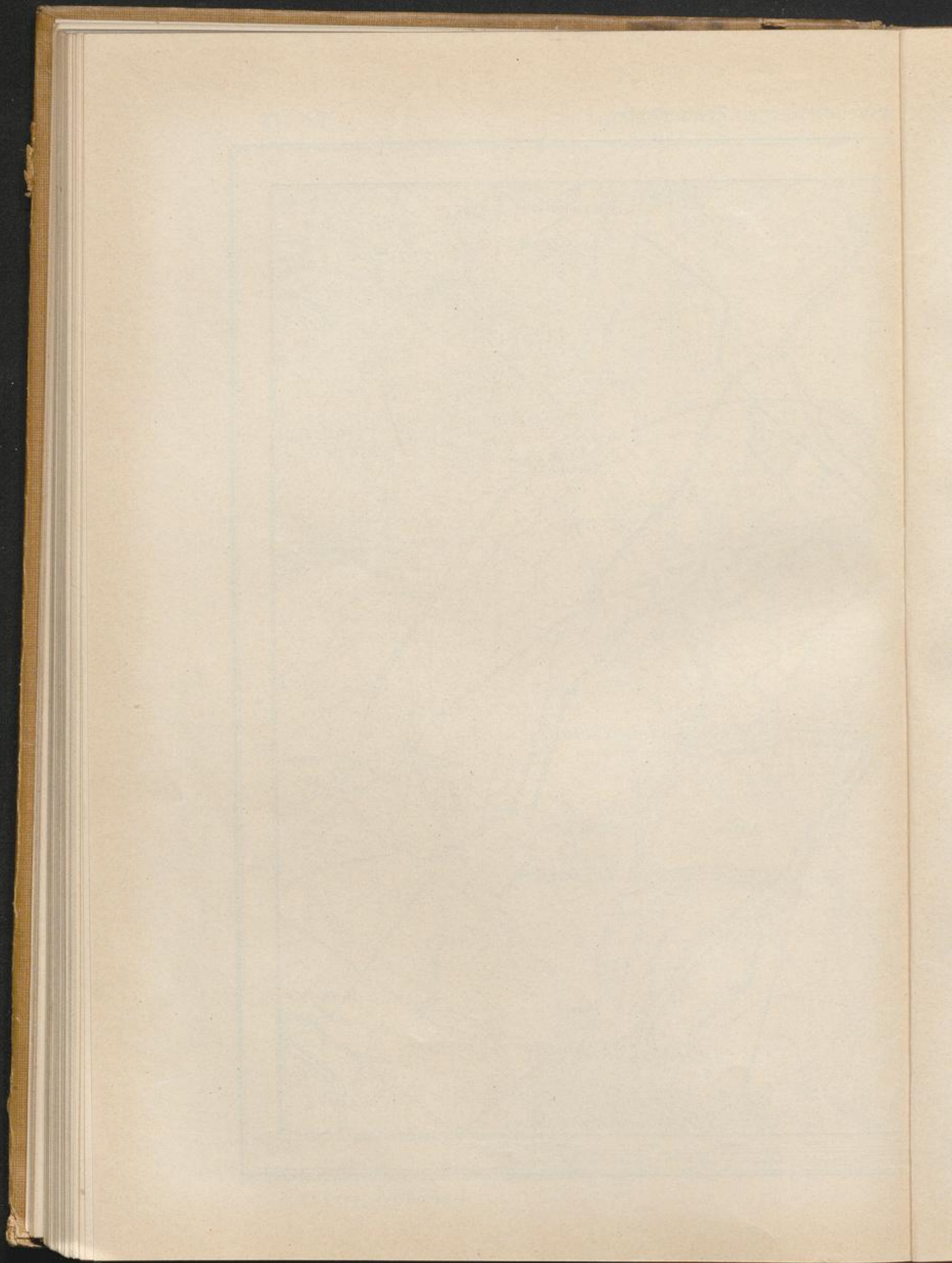
Die **Tafel IX** zeigt einen Teil des Meßtischblattes Ratibor Nr. 3418. Sie gilt als Uebersichtskarte für die Anschlußbahn des neuangelegten Kohlenbergwerks „Ignaz Liko“ südlich von Hohenbirken und mit dieser Anlage zeitlich zusammenhängend für den Neubau einer längst gewünschten Chaussee von Benkowitz nach Hohenbirken. Zur Hauptzeche an der Chaussee am Großen-Eich-Berge (südöstlich von Hohenbirken) führt außerdem eine Seilbahn von einem Nebenschachte auf dem Eichberge. Die Gesamtanlagen sind in der Tafel in kräftigen vollen (sonst roten) Linien gezeichnet, unter Angabe der Krümmungsradien r und der Stationen von km zu km. Die neue Chaussee verfolgt bis auf die Strecke zwischen den Stationen Kil. 3 und 5 vorhandene Feldwege und mündet nahe bei 5 in den gebesserten Weg von Niebotschau nach Hohenbirken, der erbreitert und von neuem gehärtet werden soll. Die über die Oder gebaute Brücke dient der Ueberführung von Bahn und Chaussee.

Eine weitere Verwendung der Meßtischblätter zeigt die Fig. 292. Für den Bau einer Brücke im Dorfe Bigge wird die Größe des Niederschlagsgebietes eines kleinen Gebirgswasserlaufes, des Voss-Baches, bestimmt. Der Auszug gehört zum Meßtischblatte Eversberg Nr. 2568 und enthält die durch eine starke Linie begrenzte Gesamtniederschlagsfläche von 3,6 qkm. Am Anfange der nördlich vom Dorfe Helmeringhausen gelegenen Wiesenfläche beträgt das Niederschlagsgebiet 1,8 qkm. Die Berechnung der Flächen erfolgt mit dem Planimeter (S. 195) oder mit der Harfe (S. 201).

*) Jedes Blatt umfaßt einen Längenunterschied von 10', einen Breitenunterschied von 6'. Die Bezifferung der „Länge λ “ rechnet von der Insel Ferro, die gegen den jetzt fast allgemein geltenden Nullmeridian von Greenwich um 17,7° abweicht, derjenige der „Breite φ “ vom Äquator; sie ist am Bande der Blätter (s. Tafel IX mit $\lambda = 35^{\circ} 5'$ und $\varphi = 50^{\circ} 0'$) angegeben. Die Unterteilung nach Minuten (') ist durch kurze Striche an den die Zeichnung abgrenzenden Linien angedeutet.



Schewior, Feldmessn. I.



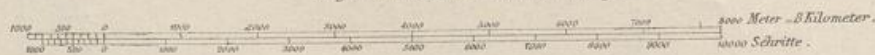
2. Die Generalstabskarten.

In den Generalstabskarten des Maßstabes 1 : 100000 werden im Gegensatz zu den Meßtischblättern die Höhenverhältnisse des Geländes durch sogen. „Bergstriche“, siehe Fig. 293, und gelegentlich durch Höhenzahlen nur im allgemeinen klargestellt. Ein Blick auf die beiden Kartenauszüge (Fig. 292 und 293) läßt die Ueberlegenheit der Meßtischblätter für technische Zwecke erkennen, wo die Höhenkurven eine äußerst wichtige und unentbehrliche Rolle spielen.

Fig. 293.



Maßstab $\frac{1}{100000}$ der natürl. Länge.



Die Generalstabskarten in noch kleineren Maßstabem geben meist nur die Situation an, also ohne wesentliche Klarstellung der Geländeoberflächenform.

Für manche Zwecke sehr geeignet sind auch die in neuester Zeit von Max Bonnemann in Cassel herausgegebenen deutschen Höhengschichtenkarten „Wandervogel“ im Maßstabe 1 : 50000, siehe Fig. 294. Die sehr scharf gezeichneten Blätter, 17 cm lang, 11 cm hoch, sind in jeder Buchhandlung

Magdeburg, Fürstenwallstr. 11, für die Provinz Sachsen, den Regierungsbezirk Cassel, das Herzogtum Anhalt und die Thüringischen Staaten.
 Hannover, Georgstr. 20¹, für die Provinzen Hannover und Westfalen, das Großherzogtum Oldenburg, das Herzogtum Braunschweig, die Fürstentümer Lippe, Schaumburg-Lippe und Waldeck und die Freie Stadt Bremen.
 Koblenz, Hohenzollernstr. 153, für die Rheinprovinz, den Regierungsbezirk Wiesbaden und das Großherzogtum Hessen.
 Straßburg, Stephansplatz 15¹, für die Reichslande Elsaß-Lothringen.

I. Die Flächenberechnung.

Durch die in den voraufgegangenen Abschnitten beschriebenen Messungen und Zeichnungen wird die Aufgabe gelöst, die Gestalt von Grundflächen irgend welcher Art und für irgendwelche Zwecke zur Darstellung zu bringen.

Eine sehr oft gestellte Forderung ist weiter die Ermittlung der Größe der aufgemessenen Flächen nach ha, a, qm (s. S. 2), die sich im wesentlichen auf die Berechnung des Flächeninhalts von Dreiecken und Vierecken gründet.

Es ist vorab zu unterscheiden zwischen Flächenberechnungen, bei denen die „Urmaße“, d. h. die im Felde ermittelten Maße Verwendung finden, gegenüber den Berechnungen, für welche die erforderlichen Längen ausschließlich oder nur teilweise den Lageplänen entnommen werden. Außerdem kommen gewisse besondere Meßwerkzeuge für die Ermittlung des Flächeninhalts in Frage, schließlich auch einige Hilfsmittel, welche bei der Ausmittlung der Rechenprodukte wertvolle Dienste leisten.

I. Flächenberechnung nach Urmaßen.

Die genaueste Flächenbestimmung erhält man im allgemeinen aus den im Felde gewonnenen Maßen, weil hier das Ergebnis nur durch die Messungsfehler beeinflusst wird.

Der Flächeninhalt eines Dreiecks, siehe Fig. 295 oder 296, ist bekanntlich

$$F = \frac{a \cdot h}{2} \text{ oder } 2F = a \cdot h.$$

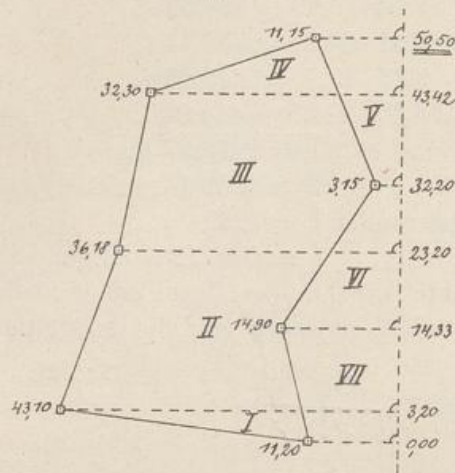
In einem Viereck, Fig. 297, oder Trapez, Fig. 298, ist:

$$F = \frac{a \cdot (h_1 + h_2)}{2} \text{ oder } 2F = a (h_1 + h_2).$$

Das durch die Koordinatenmethode (s. S. 60) aufgemessene Grundstück, Fig. 299, läßt sich in die Dreiecke I, III, IV, VII und in die Trapezee II, V, VI zerlegen. Setzt man die hier gegebenen Maße für den doppelten Flächeninhalt $2F$ ein, so erhält man:

Das Dreieck VI und VII gibt zusammen ein sogen. „verschränktes Trapez“, dessen Flächeninhalt durch Multiplikation der Abscissen- und Ordinaten-Unterschiede — das Ganze geteilt durch 2 — berechnet wird. Je nachdem die Ordinate des Teiles, der addiert oder subtrahiert werden soll, größer oder kleiner als die des anderen ist, erhält man die Fläche als Zugang (+) oder als Abgang (—). Hier wäre zu rechnen:

Fig. 301.



Verschränktes Trapez:

$$\frac{17,85 \cdot (8,05 - 3,70)}{2} = + 39 \text{ qm.}$$

Die Einzelberechnung des Grundstückes (Fig. 300) vollzieht sich im übrigen am einfachsten nach folgendem Rechenschema, das leicht durch den auf S. 163 genannten Apparat „Triumph“ oder „N. J. K.“ vervielfältigt werden kann.

Ähnliche Formulare erhält man auch im Handel bei einer der im Anhang unter Nr. VII genannten Firmen.

Figur	Grundlinie a	Höhe h bzw. (h ₁ +h ₂)	2F=a·h bzw.=a·(h ₁ +h ₂)	
			Zugang (+) qm	Abgang (-) qm
I	3,20	31,90	102,08	.
II	20,00	56,90	1138,00	.
III	20,25	46,10	933,52	.
IV	7,05	21,10	148,76	.
V	18,30	8,05	147,32	.
VI und VII	17,85	4,35	77,65	.
VIII	14,35	3,70	.	53,10
			2547,33	53,10
			-53,10	
			2 F = 2494,23	
			F = 1247	

$$= 0 \text{ h } 12 \text{ a } 47 \text{ qm.}$$

Würde die Abscissenlinie ganz außerhalb der aufzumessenden Fläche liegen, (Fig. 301), so ergibt sich folgender Gang der Berechnung.

Figur	Grundlinie a	Höhe h bezw. (h ₁ +h ₂)	2 F = a · h bzw. = a(h ₁ +h ₂)	
			Zugang (+) qm	Abgang (-) qm
I	3,20	54,30	173,76	.
II	20,00	79,28	1585,60	.
III	20,22	68,48	1384,67	.
IV	7,08	43,45	307,63	.
V	18,30	14,30	.	261,69
VI	17,87	18,05	.	322,55
VII	14,33	26,10	.	374,01
			3451,66	958,25
			- 958,25	
		2 F =	2493,41	
		F =	1247	

= 0 h 12 a 47 qm.

In dem Linienaufbau der Fig. 167 werden zunächst die beiden großen Trapeze CC_1DD_1 und EE_1FF_1 berechnet, hier anschließend die kleinen Teilflächen an den Messungslinien CD und EF , endlich die Dreiecke und Trapeze an den Ordinaten für die Grenzpunkte C, D, E und F , die als Abscissenlinien niedriger Ordnung dienen.

Wenn ein einzelnes „Dreieck als Liniennetz“ vorliegt (Fig. 168), so ist zuerst der Inhalt des Dreiecks ABC , sodann die einzelnen kleinen Dreiecke und Trapeze zu berechnen, wobei auch hier insbesondere für die verschränkten Trapeze das maßgebende Vorzeichen (+ oder -) genau zu beachten ist. Da zur Konstruktion des Lageplanes in der Regel die Abscisse und Ordinate der Dreiecksspitze berechnet wird (s. S. 132), so ist die Flächenbestimmung des Dreiecks ABC nach $F = \frac{a \cdot h}{2}$, wie vor, durchzuführen. Wird der Punkt A durch Bogenschlag (s. S. 132) erhalten, so kann auch die Dreiecks-Flächenformel aus der ebenen Trigonometrie angewendet werden:

$$F = \sqrt{s \cdot (s-a) \cdot (s-b) \cdot (s-c)},$$

wo $s = \frac{a+b+c}{2}$ gesetzt wird.

In dem Dreiecke ABC (Fig. 168) wäre demnach bei:

$$1. F = \frac{a \cdot h}{2} \qquad 2. F = \sqrt{s \cdot (s-a) \cdot (s-b) \cdot (s-c)}$$

$a = 81,50 \text{ m}$ (s. S. 132)	$a = 81,50 \text{ m}$	$s - a = 41,32 \text{ m}$
$h = 71,10 \text{ m}$ (s. S. 312)	$b = 84,65 \text{ m}$	$s - b = 38,17 \text{ m}$
$a \cdot h = 5794,65 \text{ qm}$	$c = 79,50 \text{ m}$	$s - c = 43,32 \text{ m}$
$F = 2897 \text{ qm}$	$a + b + c = 245,65 \text{ m}$	$(s-a) \cdot (s-b) \cdot (s-c) = 6832,3 \text{ m}$
	$s = 122,82 \text{ m}$	
	$s \cdot (s-a) \cdot (s-b) \cdot (s-c) = 839150$	
	$F = 2897 \text{ qm}$	
$= 0 \text{ ha } 28 \text{ a } 97 \text{ qm.}$	$= 0 \text{ ha } 28 \text{ a } 97 \text{ qm.}$	

Legt man der Aufnahme ein Viereck, Fig. 169, ein Fünfeck, Sechseck oder Siebeneck (Tafel I und X) usw. zugrunde, also ein Liniennetz, das durch einen Aufbau von Dreiecken gebildet wird, so sind letztere bei der Flächenberechnung in derselben Weise, wie oben angegeben, zu benutzen.

Die Zerlegung einer Fläche in Dreiecke, gewöhnliche und verschränkte Trapeze kann auch im geschlossenen Polygonzug nach den Koordinaten für die Polygonpunkte (s. Fig. 260) vorgenommen werden. Die vom Polygon umschlossene Fläche ist selbstverständlich noch weiter nach den Restfiguren zwischen Polygonseiten und Grenzlinien zu vervollständigen. Im allgemeinen ist es jedoch empfehlenswerter, hier die von C. F. Gauß entwickelte Koordinaten-Flächenformel einzuführen, die, wie leicht einzusehen, auch für die Aufnahmen nach Fig. 299 usw. Geltung hat.

Man erhält den doppelten Flächeninhalt eines Polygons nach dem Ausdrucke:

Gl. 1. $2 F = x_1 (y_2 - y_n) + x_2 (y_3 - y_1) + x_3 (y_4 - y_2) + \dots$

und nach dem Ausdrucke:

Gl. 2. $2 F = y_1 (x_n - x_2) + y_2 (x_1 - x_3) + y_3 (x_2 - x_4) + \dots$

wo n in y_n bzw. x_n die letzte Nr. der Polygonpunkte bedeutet. Beide Formeln müssen den gleichen Betrag ergeben.

Der Flächeninhalt des Umringspolygons in Tafel V ist in dieser Weise, siehe das nachstehende Rechenschema, berechnet worden.

Flächenberechnung nach Koordinaten.

Zu Taf. V.

Nummer des Punktes	x_n		y_n		$\Delta x_n =$ $-x_{n+1}$ $+x_{n-1}$		$\Delta y_n =$ $+y_{n+1}$ $-y_{n-1}$		$x_n \cdot \Delta y_n$		$y_n \cdot \Delta x_n$	
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
⊙1	0,0	0,0										
⊙2	+ 85,4	+ 6,0		95,4	140,4		11990,16					572,40
⊙3	+ 95,4	+ 140,4		8,6	236,4		22552,56					1207,44
⊙4	+ 94,0	+ 242,4	68,8		80,1		7529,40		16677,12			
⊙5	+ 26,6	+ 220,5	122,0		37,2		989,52		26901,00			
⊙6	- 28,0	+ 279,6	111,3			46,6	1304,80		31119,48			
⊙7	- 84,7	+ 173,9	56,4			250,9	21251,23		9807,96			
⊙8	- 84,4	+ 28,7		84,7		173,9	14677,16					2430,89
⊙1	0,0	0,0		169,8		22,7	0,00					0,00
⊙2	+ 85,4	+ 6,0										
			358,5	358,5	494,1	494,1	80294,83		84505,56	4210,73		
			Hiervon ab						80294,83			
			gem. Seite 190				6486,88					
			Mithin $2 F =$				73807,95					
			$F =$				36904 qm					

= 3 ha 69 a 04 qm.

Die Abscissen und Ordinaten der Polygonpunkte (Spalte 1) werden in „rechlufiger Aufeinanderfolge“ (d. h. in der Richtung von Norden über Osten, Süden und Westen) in das Rechenschema (Spalte 2 und 3) eingetragen, beginnend mit jedem beliebigen Brechpunkte des Polygons.

Die Koordinaten*) werden gewöhnlich, wenn nicht wertvolle Grundstücke in Frage kommen, auf Dezimeter abgerundet unter strenger Befolgung der Regel, daß

- „1) mehr als 5 Zentimeter für ein volles Dezimeter,
- 2) weniger als 5 Zentimeter gar nicht gerechnet werden,
- 3) bei genau 5 Zentimeter aber die Abrundung stets auf diejenige der beiden benachbarten vollen Dezimeterzahlen erfolgt, die eine gerade Zahl ist“.

Beispielsweise ist abzurunden: 130,46 auf 130,5 und 130,44 auf 130,4; jedoch 130,45 (zwischen 130,4 und 130,5 liegend) auf 130,4 und 130,35 (zwischen 130,3 und 130,4 liegend) auf 130,4.

In den Spalten 4 und 5 bzw. 6 und 7 werden dem Kopfe der Rechenschema entsprechend nach dem allgemeinen Ausdrucke:

$$\Delta x_n = -x_{n+1} + x_{n-1}$$

einmal die Abscissenunterschiede des folgenden und des vorhergehenden Polygonpunktes bzw. nach

$$\Delta y_n = +y_{n+1} - y_{n-1}$$

die gleichen Unterschiede für die Ordinaten ermittelt.

Die Multiplikation nach $x_n \cdot \Delta y_n$ bzw. $y_n \cdot \Delta x_n$ erfolgt in den Spalten 8 und 9 bzw. 10 und 11. Die beiden Summen müssen, wie schon gesagt, genau übereinstimmen. Eine Abweichung zeigt einen Rechenfehler an.

Für die Bildung der Koordinatenunterschiede besteht eine einfache Rechenprobe darin, daß die positiven und negativen Unterschiede in den Spalten 4 und 5 bzw. 6 und 7 dieselbe Summe ergeben müssen.

Die für das Umringspolygon der Tafel V durchgeführte Rechnung ergibt übereinstimmend nach den beiden Formeln (Seite 188)

$$2 F = 80294,83 \text{ qm.}$$

Hierbei sind noch zu berücksichtigen die Zu- und Abgänge an den einzelnen Polygonseiten, deren Berechnung nachstehend (siehe Seite 190) in übersichtlicher Weise gemäß den Messungszahlen in Tafel II durchgeführt ist.

Die Berechnung der Zu- und Abgänge schließt ab mit einem Abgange von $2 F = 6486,88 \text{ qm}$, der im Rechenschema Seite 188 zum Abzuge gelangt ist. Das Ergebnis der Gesamtfläche in Tafel V ist hier zu

$$F = 3 \text{ ha } 69 \text{ a } 04 \text{ qm}$$

zu finden.

In allen oben aufgeführten Beispielen wurden für die Flächenberechnung die im Felde direkt ermittelten Längenmaße in die Rechnung eingeführt, unter der Voraussetzung, daß die bei der Messung benutzten Längenmeßwerkzeuge

*) Für das vorliegende Beispiel sind die Koordinaten der Koordinatenberechnung auf Seite 146 entnommen.

Berechnung der Zu- und Abgänge
zur Flächenberechnung nach Koordinaten
im Beispiele nach Tafel V bezw. II.

Figur	Grundlinie a	Höhe h bezw. (h ₁ +h ₂)	2 F = a · h bezw. = a (h ₁ + h ₂)	
			Zugang (+) qm	Abgang (-) qm
An Polygonseite ⊙1—⊙2	3,5	4,9	.	17,15
	24,8	13,3	.	329,84
	24,1	20,2	.	486,82
	33,2	11,8	.	391,76
	40,0	16,2	.	648,00
An Polygonseite ⊙2—⊙3	53,7	4,1	220,17	.
	81,0	7,3	.	591,30
	27,7	8,0	.	221,60
An Polygonseite ⊙3—⊙4	14,4	7,6	.	109,44
	61,4	10,2	.	626,28
	30,1	11,7	.	352,17
An Polygonseite ⊙4—⊙5	3,9	9,1	35,49	.
	7,6	6,6	50,16	.
	14,8	13,3	196,84	.
	16,3	6,7	109,21	.
	19,4	3,4	.	65,96
An Polygonseite ⊙5—⊙6	29,4	8,5	211,65	.
	12,6	2,4	.	42,84
An Polygonseite ⊙6—7⊙	6,6	8,1	.	53,46
	12,7	13,5	.	171,45
	17,3	7,4	.	128,02
	22,8	2,0	.	45,60
	26,1	1,7	.	44,37
	24,9	8,7	.	216,63
	9,4	7,0	.	65,80
28,2	10,0	.	282,00	
An Polygonseite ⊙7—⊙8	22,8	6,9	.	157,32
	112,0	14,0	.	1568,00
	10,5	7,1	.	74,55
An Polygonseite ⊙8—⊙1	3,3	12,4	.	40,92
	8,7	17,8	.	154,86
	55,6	5,4	.	300,24
	23,4	5,3	.	124,02
			823,52	7310,40
Bleibt Abgang 2 F =			6486,88	

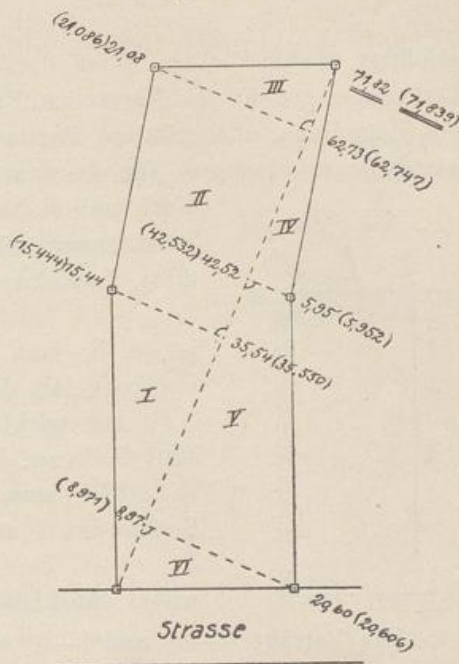
innerhalb der auf Seite 32 und 35 angegebenen zulässigen Grenzen mit dem Normalmaß übereingestimmt haben. Will man auch die bei der Messung vorangegangenen Maßvergleiche (s. S. 34 und 35) ermittelten Abweichungen in Rechnung ziehen, weil z. B. sehr teures Baugelände nach der örtlich vorgefundenen Fläche bezahlt wird, so werden die Urmaße vor ihrer Einführung in das Rechen-schema auf das Normalmaß zurückgeführt.

Beispiel. Die Fig. 302 zeigt eine sehr sorgfältige Aufmessung eines Baugrundstückes, das nach der Fläche verkauft werden soll. Die verwendeten 2 Fünfmetermeßblatten ergaben nach der Maßvergleiche, daß die „schwarze“ (S. 39) Meßlatte 5 m + 1,4 mm = 5,0014 m, die „rote“ Latte (Seite 39) 5 m + 1,3 mm = 5,0013 m lang ist. Da stets mit der „schwarzen“ Latte bei der Messung — Abscissen und Ordinaten — begonnen worden ist (die Abscissenpunkte wurden scharf durch kleine Pfählehen bezeichnet), ist es unschwer, die im Felde gefundenen Maße auf das Normalmaß zu bringen. Beispielsweise ist die erste Abscisse 8,97 m, also fallen auf die „schwarze“ Latte 5,0 m, auf die „rote“ Latte 3,97 m. Das eigentliche Maß ist demnach:

$$\frac{5,0014}{5} \cdot 5,00 + \frac{5,0013}{5} \cdot 3,97 = 8,972^*) \text{ m,}$$

das wie auch die anderen auf das Normalmaß zurückgeführten Längen den Urmaßen im Feldbuche in Klammern beige-schrieben werden kann. Der nach den berichtigten Koordinaten ermittelte Flächeninhalt beträgt, siehe unten, 1492,43 qm.

Fig. 302.



Figur	Grundlinie a	Höhe h bezw. (h ₁ + h ₂)	2 F = a · h bezw. = a (h ₁ + h ₂)	
			Zugang (+) qm	Abgang (-) qm
I.	35,550	15,444	549,0342	.
II.	27,197	36,530	993,5064	.
III.	9,092	21,086	191,7139	.
IV.	29,307	5,952	174,4353	.
V.	33,560	26,558	891,2865	.
VI.	8,972	20,606	184,8770	.
2 F =			2984,8533	
F =			1492,43 qm	

*) Die Zahl ist in Fig. 302 irrtümlich zu 8,971 eingetragen.

Bei Dreieckskonstruktionen und Polygonaufnahmen gilt sinngemäß das gleiche Verfahren.

Man kann jedoch, vielfach genau genug, einen einfacheren Weg einschlagen, indem man die Fläche nach den Urmaßen zu F_1 ermittelt und diese zu

$$F = F_1 + f$$

berichtigt, wobei f einen Wert darstellt, den man aus den Abweichungen der Werkzeuge gegen das Normalmaß ableitet. Hierzu wird, am einfachsten auf dem Lageplane, die mittlere Breite b_1 oder auch die mittlere Länge l_1 des Grundstückes bestimmt, für das man den Inhalt F_1 bereits berechnet hat. Dividiert man F_1 durch b_1 (bzw. l_1), so erhält man das zweite Bestimmungsstück l_1 (bzw. b_1) zu einem Rechteck (Fig. 303), in welchem

$$F_1 = b_1 \cdot l_1$$

ist, d. h. man verwandelt die gemessene Fläche in ein Rechteck mit den Seiten b_1 und l_1 .

Die wirklichen Bestimmungsstücke sind nun b und l statt b_1 bzw. l_1 . Bildet man (Fig. 303) $b - b_1$ und $l - l_1$, so erhält man die Zusatzfläche f aus den zwei kleinen Rechtecken I und II der Figur 303 nach

$$f = (b - b_1) l_1 + (l - l_1) b_1,$$

wobei das kleine Rechteck III vernachlässigt werden kann.

Die Beträge $b - b_1$ und $l - l_1$ ergeben sich aus der Abweichung der Meßwerkzeuge gegen das Normalmaß.

In dem vorigen Beispiele wurden zwei Meßlatten mit den Längen 5,0014 m und 5,0013 m verwendet; die gemessene Längeneinheit beträgt demnach im Mittel:

$$\frac{1}{5} \cdot \frac{5,0014 + 5,0013}{2} = 1,00027 \text{ m.}$$

Da $F_1 = 1491,60$ qm, wie anderweitig berechnet, und $l_1 = 66,0$ m (der Fig. 302 entnommen), so ist $b_1 = \frac{1491,60}{66,0} = 22,6$ m.

Hiernach ist

$$b = b_1 \cdot 1,00027 = 22,6 \cdot 1,00027 = 22,606 \text{ m}$$

$$l = l_1 \cdot 1,00027 = 66,0 \cdot 1,00027 = 66,018 \text{ m}$$

und

$$b - b_1 = 22,606 - 22,6 = 0,006 \text{ m}$$

$$l - l_1 = 66,018 - 66,0 = 0,018 \text{ m.}$$

Weiter ist:

$$f = (b - b_1) l_1 + (l - l_1) b_1$$

$$= 0,006 \cdot 22,6 + 0,018 \cdot 66,0$$

$$= 1,32 \text{ qm,}$$

demnach ist die Gesamtfläche der Figur 302:

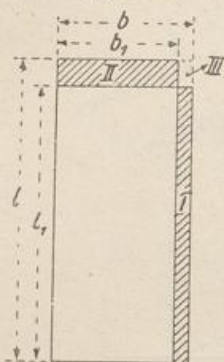
$$F = F_1 + f = 1491,60 + 1,32$$

$$= 1492,92 \text{ qm.}$$

$F = 1492,92$ qm weicht gegen die früher (S. 191) berechnete Fläche $F = 1492,43$ qm um 0,49 qm ab.

Sobald für die Abscissen- und Ordinatenmessung verschiedene Meßwerkzeuge verwendet werden, wird l_1 in der Abscissenrichtung, b_1 in der zu dieser

Fig. 303.



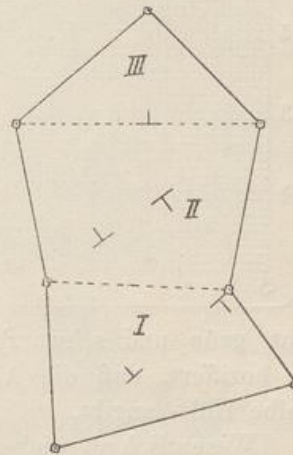
senkrechten Richtung gedacht. Die Berichtigung für l_1 ist dann nach den für die Abscissen, für b_1 nach den für die Ordinaten benutzten Längenmeßwerkzeugen durchzuführen.

II. Flächenberechnung unter ausschließlicher Benutzung des Lageplanes.

1. Wenn es auf einen genauen Flächeninhalt nicht ankommt oder wenn nur ein Lageplan, aber keine Messungszahlen vorliegen, werden die im Plane gezeichneten Flächen durch kurze Bleistiftstriche in Dreiecke und Vierecke zerlegt und die Grundlinien und Höhen dieser mit einem Anlegemaßstabe (Fig. 229 usw.) oder mit Zirkel und Transversalmaßstab ermittelt.

Das Grundstück in Figur 304 ist das gleiche wie in Figur 301 und im Maßstabe 1:1000 gezeichnet. Man zerlegt — siehe die kurzen Striche — die Figur in die Vierecke I und II und in das Dreieck III und zwar allgemein wenn möglich so, daß Grundlinien und Höhen annähernd gleich sind. Die Fußpunkte für die Höhen werden mit Hilfe von 2 Dreiecken (Fig. 242) festgestellt. Benutzt man das Rechen-schema von Seite 187, so ergibt sich ein Flächeninhalt von 0 ha 12 a 39 qm, der gegen den aus Urmaßen berechneten Wert (Seite 187) um 8 qm abweicht.

Fig. 304.



Figur	Grundlinie a	Höhe h bezw. ($h_1 + h_2$)	$2 F = a \cdot h$ bzw. $= a \cdot (h_1 + h_2)$	
			Zugang (+) qm	Abgang (-) qm
I	30,0	30,9	927,00	.
II	33,6	32,9	1105,44	.
III	31,0	14,4	446,40	.
			2 F =	2478,84
			F =	1239,42
			=	0 ha 12 a 39 qm

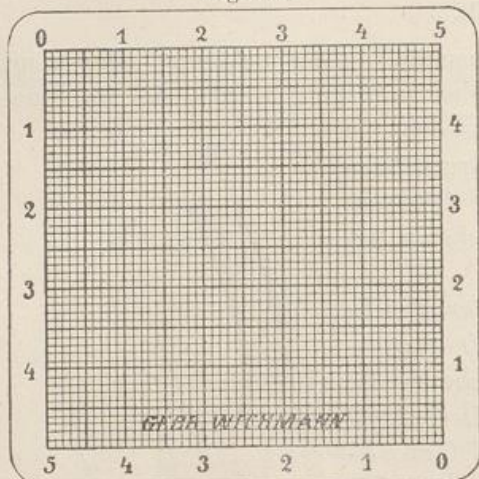
Wie groß die Abweichung zwischen den beiden Berechnungen sein darf, wird auf Seite 215 angegeben.

Für die Ermittlung von Grundlinie und Höhe bilden eine wesentliche Erleichterung die für diesen Zweck eigens angefertigten „Quadratglastafeln“ (Fig. 305), bei denen auch die Einteilung der Flächen in Dreiecke und Vierecke, wie auch das besondere Zeichnen der Höhenfußpunkte entfallen kann. Das Liniennetz ist auf den Glastafeln geätzt oder auf diese photographisch übertragen und dann mit

einem Lacküberzug versehen. Die Maschenweite ist in der Regel 1 mm, doch werden auch Glastafeln für beliebige Maßstäbe der Lagepläne hergestellt.

Den gleichen Zweck verfolgen Glasplatten mit **Parallelteilung**, s. Fig. 305 a, für Höhenermittlungen. Die Linien sind, um Irrtümer zu verhüten, verschieden

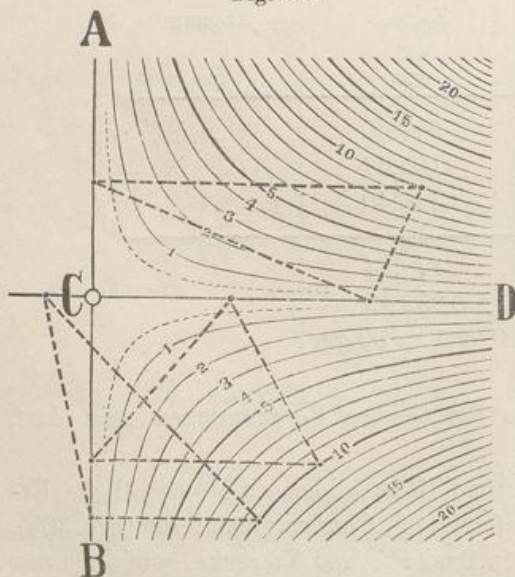
Fig. 305.



(rot, grün und schwarz) gefärbt und sind so beziffert, daß die Ablesung schon die halbe Höhe angibt.

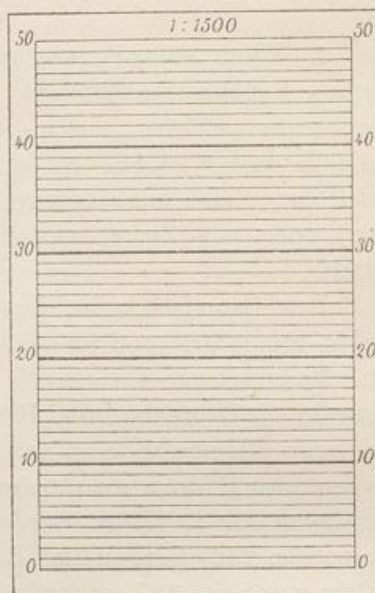
Wesentlich abweichend sind die Kloth-schen „**Hyperbeltafeln**“ (Fig. 306), an deren Kurvenlinien sofort der Flächeninhalt eines Dreiecks abgelesen werden kann.

Fig. 306.



verschiebt die Tafel längs eines an die linke Kante der Glasplatte angelegten Lineals soweit, bis die Spitze des Dreiecks in CD fällt (Fig. 306).

Fig. 305 a.



Auf einer Glasplatte sind in den Quadranten ACD und BCD bezifferte Hyperbeln aufgetragen, die die Eigenschaft haben, daß die Produkte der Abstände ihrer Punkte von den beiden Achsen konstant und gleich einer bestimmten Fläche sind. Die Hyperbeln sind also geometrische Orte für Eckpunkte gleichgroßer Dreiecke, deren Grundlinien parallel der Achse CD sind.

Bei der Flächeninhaltsermittlung eines Dreiecks legt man die Glastafel, deren untere Seite die Kurvenzeichnung trägt, derart auf das Dreieck, daß eine Dreiecksseite von CD gedeckt wird, während der linke Eckpunkt mit C zusammenfällt, und

Nunmehr liest man die Lage des rechten Eckpunktes des Dreiecks in dem Kurvensystem ab und erhält sofort den Flächeninhalt, z. B. für die drei Dreiecke in Figur 306 gleichlautend 10 Ar.

Die Hyperbeltafeln werden in den Verhältnissen 1:500, 1000, 1250, 1500, 2000 und 2500 geliefert.

2. Die Zerlegung in Dreiecke und Vierecke und die Berechnung ist bei stark unregelmäßigen Flächen sehr umständlich und zeitraubend. In solchen Fällen bedient man sich am besten eines Flächenmeßinstruments, eines „Planimeters“, mit dem die Grenzlinien der auszumessenden Fläche befahren werden.

Von den vorhandenen Konstruktionen seien hier nur das „Polarplanimeter“ nach Amsler, und das „Kompensationsplanimeter“ von Schnöckel genannt. Auf die Theorie der Instrumente soll hier nicht eingegangen werden.

a. Ein verbessertes **Polarplanimeter** der Firma A. Ott in Kempten (Bayern) zeigen die Figuren 307 und 307a. Der Polarm P endet in einem Gewichte p, das an der Unterseite eine kurze Nadelspitze trägt und mit dieser als Drehpunkt (Pol) auf dem Zeichenpapier aufsitzt. Der Polarm ist weiter durch ein

Fig. 307.

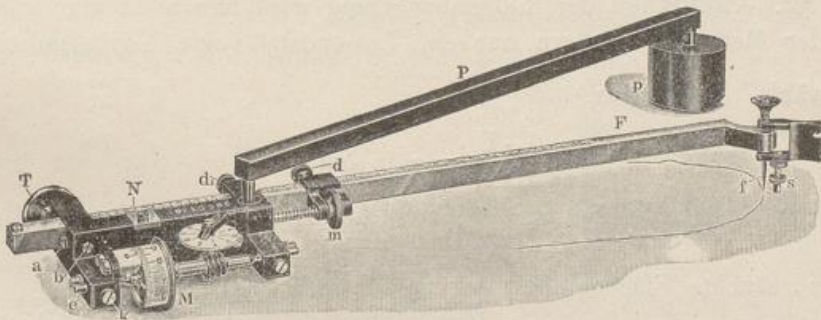
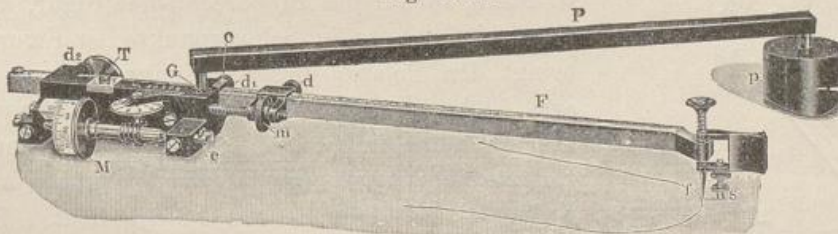
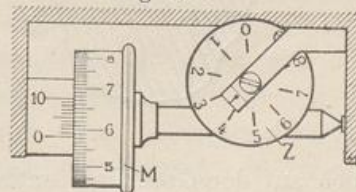


Fig. 307a.



Kugelgelenk G (Fig. 307a) mit dem Fahrarm verbunden. Letzterer ruht auf der Meßrolle M, einem Rädchen T und der Stütze s und kann gegen die Rolle M verschoben werden. Hierzu werden die beiden Druckschraubchen d_1 und d gelöst und nach einer groben Verschiebung des Armes d wieder angezogen, während eine Feinbewegung durch die Schraubenmutter m vorgenommen wird; hierauf ist auch d_1 anzuziehen. Eine bestimmte Einstellung erfolgt mit Hilfe des Nonius N an einer Teilung, die in halben Millimetern an der oberen Seite des Fahrarmes angebracht ist.

Fig. 308.



Die Meßrolle M (Fig. 308), bestehend aus sehr hartem Material, Stahl oder Glas, ist mit einer etwas kleineren Trommel verbunden, die in 100 Teile geteilt ist. Dieser Teilung steht ein Nonius gegenüber, der die Zehntel eines Trommelteiles, also ein Tausendstel einer Meßrollenumdrehung abzulesen gestattet. Ferner ist zur Zählung ganzer Rollenumdrehungen eine mit 10 Teilstrichen versehene kleine Zählerplatte Z angebracht, die durch eine Schraubenschnecke für je 10 Umdrehungen der Meßrolle einmal gedreht wird. Jede Ablesung des Standes der Meßrolle ergibt demnach eine vierstellige Zahl, z. B. in Fig. 308 die Zahl 3584, von welcher an der Zählerplatte Z die Tausender, an der Meßrolle die Hunderter und Zehner und am Nonius die Einer entnommen werden.

Der Inhalt einer beliebigen, mit dem Planimeter umfahrenen Figur ist gleich einem Rechtecke, dessen Grundlinie der Länge des Fahrarmes und dessen Höhe der Länge der Rollenabwicklung entspricht. Bezeichnet man mit L die Länge des Fahrarmes, gemessen vom Fahrstift f (Fig. 307a) bis zum Kugelgelenk G, mit U den Umfang der Meßrolle und mit N die Anzahl ihrer Umdrehungen nach Umfahrung einer Fläche, so ist der Flächeninhalt:

$$F = N \cdot (L \cdot U)$$

wo $L \cdot U$ eine Fläche darstellt, bei deren Umfahrung die Meßrolle sich genau einmal dreht. Als Einheit der Rollenabwicklung wird nun nicht eine ganze Umdrehung der Meßrolle, sondern nur ein Tausendstel (eine Noniuseinheit), also $\frac{L \cdot U}{1000}$ gewählt. Setzt man:

$$\frac{L \cdot U}{1000} = q \text{ in qm}$$

und bezeichnet mit n den Betrag der Abwicklung in Tausendstel der Rolle, so ist

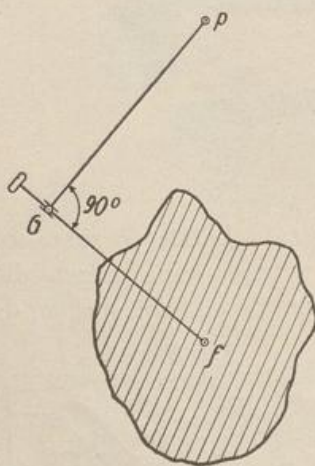
$$F = n \cdot q$$

in qm der gesuchte Flächeninhalt der umfahrenen Figur.

Zum Gebrauche setzt man zunächst das Instrument so auf die zu berechnende Figur, daß der Fahrstift f nahezu im Schwerpunkte der Figur steht, bringt den Polarm ungefähr senkrecht zum Fahrarm, siehe Fig. 309 und drückt das Polgewicht p mit der Nadel in das Papier; die ganze Anordnung richtet man aber so ein, daß der Pol stets außerhalb der zu berechnenden Fläche liegt. Hierauf stellt man den Fahrstift über einen beliebigen Punkt der Umringslinie, den man durch einen Bleistiftstrich bezeichnet hat oder bei Grundstücksgrenzen auf einen mit einem Bleistift-Kreis kenntlich gemachten Grenzpunkt (Grenzstein usw.) und notiert den Stand der Meßrolle. Alsdann führt man den Fahrstift, indem man den seitlichen Flügel der Stütze s (Fig. 307a) zwischen Daumen und Mittelfinger faßt, im Uhrzeigersinne so genau als mög-

lich auf der Grenzlinie entlang, bis man zu dem Ausgangspunkte wieder zurückkehrt, macht die zweite Ablesung und zieht die Differenz der beiden Ab-

Fig. 309.



lesungen. Multipliziert man die so gefundene Zahl n mit q , dem Flächenwerte der Noniuseinheit, so erhält man den Flächeninhalt der umfahrenen Figur, also

$$F = n \cdot q$$

Beispiel. Angenommen, es laute die Meßrollenablesung vor der Umfahung 2612, nach der Rückkehr zum Ausgangspunkt 4274, so ist zu schreiben:

Erste Ablesung: 2612

Zweite Ablesung: 4274

Differenz: $n = 1662$.

Beträgt der Flächenwert für eine Noniuseinheit $q = 10$ qm, so ist der Flächeninhalt:

$$F = n \cdot q = 1662 \cdot 10 = 16620 \text{ qm} = 1 \text{ ha } 66 \text{ a } 20 \text{ qm.}$$

In der Regel begnügt man sich nicht mit einer einzigen Umfahung; man wiederholt dieselbe, nachdem man nach der ersten Bestimmung die Ablesung notiert hat, noch 2 oder 3 Mal hintereinander, schreibt die Schlußablesung auf und bildet die Differenzen der ersten Ablesung gegen die zweite und gegen die Schlußablesung. Die erste Differenz gilt als Kontrolle für die richtige Zählung der Umfahrungen.

Beispiel:

Erste Ablesung: 2612	}	Differenz: 1662*)
Zweite Ablesung: 4274		
Nach zweimaliger Umfahung: <u>Schlußablesung: 7601</u>		
Differenz: 4989		

$$n = \frac{4989}{3} = 1663$$

$$F = n \cdot q = 1663 \cdot 10 = 16630 \text{ qm.}$$

$$= 1 \text{ ha } 66 \text{ a } 30 \text{ qm.}$$

Der Wert für q ist, sobald die Fahrarmlänge ungeändert bleibt, für beliebige Maßstäbe der Zeichnung verschieden. Ändert man die Länge, so wird auf der Teilung des Fahrarmes zweckmäßig für jeden Maßstab eine Einstellung gewählt, daß q eine runde Zahl, z. B. 1, 2, 5, 10, 20, 40 qm usw. wird.

Jedes von einer Fabrik bezogene Polarplanimeter erhält eine Tabelle, in der für eine Anzahl der üblichen Kartenmaßstäbe die Fahrarmeinstellung und der bezügliche Flächenwert einer Noniuseinheit der Meßrolle verzeichnet ist. Es empfiehlt sich, ein Instrument beim Empfange und später von Zeit und Zeit auf die Angaben der Tabelle nachzuprüfen. Man geht in der Weise vor, daß man mit dem Planimeter eine Fläche von bekanntem Inhalte umfährt und feststellt, ob der mit dem Instrumente ermittelte Flächeninhalt der wirklich vorliegenden Flächengröße entspricht. Ist dies nicht der Fall, dann wird die Fahrarmlänge im Verhältnis der Größe der Abweichung geändert. Ist F zu klein ermittelt, so ist der Fahrarm zu verkürzen, wird F zu groß, so ist der Fahrarm zu verlängern.

In Fig. 310 ist als Probestfläche ein Kreis angenommen, über den man das Planimeter so aufstellt, daß Polarm und Fahrarm einen rechten Winkel bilden, wenn der Fahrstift im Mittelpunkte des Kreises liegt. Zur Kontrolle umfährt man die Probestfläche zweimal, einmal bei der Lage des Polarmes rechts (P

*) Die erste Differenz 1662 gilt zur Kontrolle der endgültigen $n = 1663$.

Fig. 310), das andere Mal links (P' Fig. 310) vom Fahrarme, und nimmt das Mittel aus beiden Ergebnissen. Damit die Prüfung jederzeit rasch und fehlerlos vor sich gehen kann, ist jedem Polarplanimeter ein Kontrolllineal (Fig. 311) beigegeben, mit dessen Hilfe der Fahrstift f zwangsläufig auf einer Kreislinie

Fig. 310.

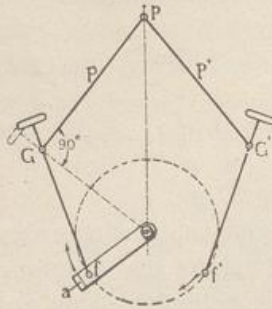
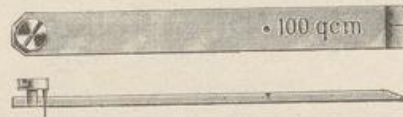
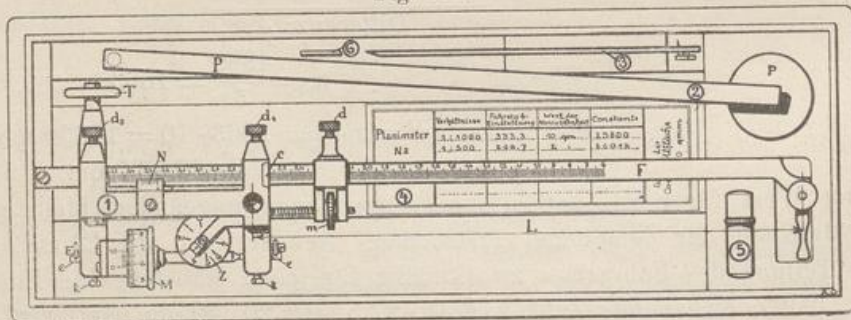


Fig. 311.



geführt wird (Fig. 310). Das Lineal (Fig. 311) besitzt auf der Unterseite eine Nadelspitze, die in das Zeichenpapier gedrückt wird, und auf der Oberseite eine kleine Vertiefung. Wird in letztere die Fahrstiftspitze f gesetzt, nachdem die Stütze s (Fig. 307a) in die Höhe geschraubt oder am besten ganz entfernt worden ist, und das Lineal, etwa vom Striche a (Fig. 310) aus, einmal um die Nadel gedreht, so umfährt das Planimeter eine Kreisfläche von fast genau 100 qcm Inhalt. Die Kontroll-Lineale sind geeicht; das Eichungsergebnis ist in der oben erwähnten Tabelle jedes Instrumentes eingetragen, siehe Fig. 312.

Fig. 312.



Beispiel. Das einem Polarplanimeter beigegebene Kontrolllineal umfaßt laut Ausweis der Eichung eine Kreisfläche von 100,2 qcm. Der Flächenwert einer Noniuseinheit ist zu $q = 10$ qm, die FahrarmEinstellung zu 333,3 angegeben. Es ist eine Nachprüfung des Instruments vorzunehmen.

Man stellt die Meßrolle mit Hilfe der Schraubchen d_1 , d und m (Fig. 307) genau auf die Zahl 333,3 des Fahrarms und umfährt die Kreisfläche, wie oben beschrieben wurde. Die Ablesungen ergeben statt 1002 eine Differenz von 1011, d. h. zu groß um:

$$\frac{1011 - 1002}{1002} = 0,0088 \text{ (0,88 \%)}, \text{ wo}$$

1002 nichts anderes als die Längsseite eines Rechtecks bei der Breite einer Noniuseinheit ist. Die Fahrarmlänge ist um 0,0088 der eingestellten Armlänge zu vergrößern, so daß die richtige Einstellung sich ergibt zu:

$$L = 333,3 + 0,0088 \cdot 333,3 = 333,3 + 2,9 = 336,2.$$

Erfolgt die Prüfung nicht mit Hilfe des Kontrolllineals, so wird ein gleichseitiges Dreieck, daß sich mit 3 Zirkelschlägen sehr scharf festlegen läßt, gezeichnet und, wie vor, verfahren. Einige günstige Abmessungen sind:

Seitenlänge des Dreiecks in mm: 48,1; 68,0; 152,0; 214,9

Flächeninhalt in qcm: 10,0; 20,0; 100,0; 200,0

Die letzte Art der Nachprüfung kann auch dazu verwendet werden, Instrumente älterer Art, bei denen die Fahrarmlänge unveränderlich ist, ohne Kenntnis des Flächenwertes q zu sofortigem Gebrauch fertig zu stellen. Ist für ein gleichseitiges Dreieck F_1 von 100 qcm die Rollenabwicklung $n_1 = 2054$, die Meßrollenablesung für eine zu berechnende Fläche F : $n = 5423$, so verhält sich

$$\frac{F}{F_1} = \frac{n}{n_1}$$

$$\begin{aligned} \text{Daraus:} \quad F &= F_1 \cdot \frac{n}{n_1} = 100 \cdot \frac{5423}{2054} = 100 \cdot 2,6402 \\ &= 264,02 \text{ qcm.} \end{aligned}$$

Wäre die Fläche F in dem beliebigen Maßstabs-Verhältnisse $1 : x$ kartiert, so würde der Flächeninhalt in qm betragen:

$$F = \frac{F_1}{10000} \cdot \frac{n}{n_1} \cdot x^2$$

Bei einem Maßstabe eines Planes $1 : 2500$ ergibt sich für den obigen Fall:

$$\begin{aligned} F &= \frac{F_1}{10000} \cdot \frac{n}{n_1} \cdot x^2 \\ &= \frac{100}{10000} \cdot 2,6402 \cdot 6250000 \\ &= 165012,5 \text{ qm} \\ &= 16 \text{ ha } 50 \text{ a } 12 \text{ qm.} \end{aligned}$$

Der zu erwartende Fehler M bei Anwendung eines „Polarplanimeters“ nach Amsler beträgt nach den Untersuchungen von Lorber bei einer Flächenermittlung für eine Fläche:

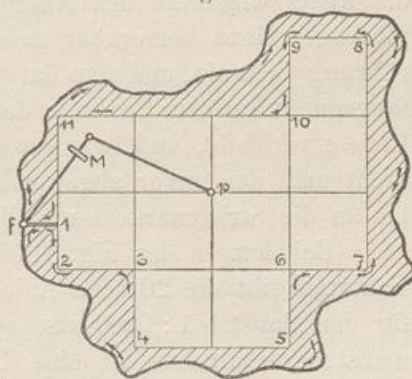
$$\begin{array}{cccccc} F = 10 \text{ qcm} & 20 \text{ qcm} & 50 \text{ qcm} & 100 \text{ qcm} & \text{und} & 200 \text{ qcm} \\ M = & 1,3\% & 0,7\% & 0,3\% & 0,15\% & 0,08\% \end{array}$$

der Fläche F .

Hierbei wird eine sorgfältige Handhabung des Werkzeuges vorausgesetzt. Das Mittel aus 2 und mehr Umfahrungen ist selbstverständlich genauer.

Wie oben (Seite 196) betont wurde, soll der Pol (das Gewicht p) stets außerhalb der zu umfahrenden Figur liegen. Sehr große Flächen werden deshalb in mehrere kleine Teile zerlegt, die einzeln mit außerhalb gelagertem Pol gemessen werden können, oder aber es wird der Innenraum durch ein Quadratnetz (s. Fig. 269 und S. 151) oder durch Dreiecke, die mit Zirkel und Maßstab usw. (s. S. 193) berechnet werden, abgegrenzt und nur

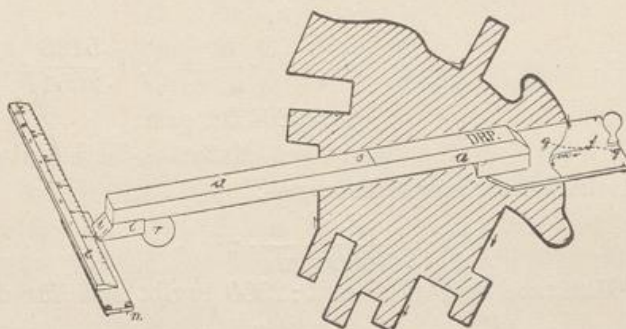
Fig. 313.



der verbleibende Randstreifen mit dem Planimeter bestimmt in der Weise, wie sie Fig. 313 veranschaulicht. In letzterem Falle wird jedoch weit zweckmäßiger nach „Randquadraten“ gerechnet, wie Seite 203 näher ausgeführt wird.

b. Das **Kompensationsplanimeter** von Schnöckel, dem Inhaber des math. mech. Instituts in Berlin W., Steglitzerstr. 56, verdient schon wegen seiner Wohlfeilheit die weiteste Verbreitung. An einem Ende der Fahrstange a, Fig. 314, ist eine durchscheinende Zelluloidplatte mit dem Fahrpunkt f und einem Handgriff, an dem anderen ein weißes Zelluloidstück i mit einer Strichmarke befestigt. Die an der unteren Fläche ausgefräste Stange ruht auf einer

Fig. 314.



Stahlkugel r, die den Anschlag i berührt. Der Anfangspunkt für die Umfahrung einer Fläche wird so gewählt, daß beim Drehen des Instrumentes um die Kugel die zu umfahrende Figur vom Fahrpunkte f nicht getroffen wird. Nach Aufstellung der Fahrstange, die in ihrer günstigsten Anordnung die Figur schätzungsweise halbiert, wird der Maßstab c so angelegt, daß sein Nullstrich auf die Strichmarke des Zelluloidanschlages i zeigt. Der mit einer Metallspitze n im Zeichenpapier haftende Maßstab wird nach links gedreht und man umfährt die Figur mit dem Fahrpunkt f im Sinne des Uhrzeigers, wobei die Kugel unter der Stange in der Ausfräsung hin- und herrollt. Tritt der Fahrpunkt wieder über den Anfangspunkt, so berührt bei kleineren Figuren bis etwa Handgröße die Kugel wiederum den Anschlag i, was sich durch einen leisen Schlag in der führenden Hand bemerkbar macht. Bei größeren Figuren tritt die genannte Berührung nicht ein, und man hat das Instrument derart weiter zu führen, daß der Anfangspunkt auf dem Umringe der Fläche unter der in der Figur 314 punktierten Linie g verbleibt, und zwar soweit, bis man das Anschlagen der Kugel spürt. Nun dreht man den zuvor abgewendeten Maßstab mit seiner Teilung um die Spitze n bis an die Strichmarke i und liest an ihr die neue Stellung der Fahrstange ab.

Bei dem in der Fig. 314 abgebildeten Kompensationsplanimeter mit festem Fahrstab gibt die 20fache Ablesung den Flächeninhalt in Quadratmillimetern an, für den Maßstab 1 : 1000 also sofort den Flächeninhalt in qm. Für andere Kartenmaßstabsverhältnisse ist eine Umrechnung entsprechend Seite 199 vorzunehmen. Doch liegt auch eine andere Ausführung vor, mit verstellbarer Fahrarmlänge, so daß der Koeffizient auch für ein beliebiges Verhältnis in rundem Betrage erhalten wird. In letzterem Falle ist der Kugelanschlag i nicht fest mit der Fahr-

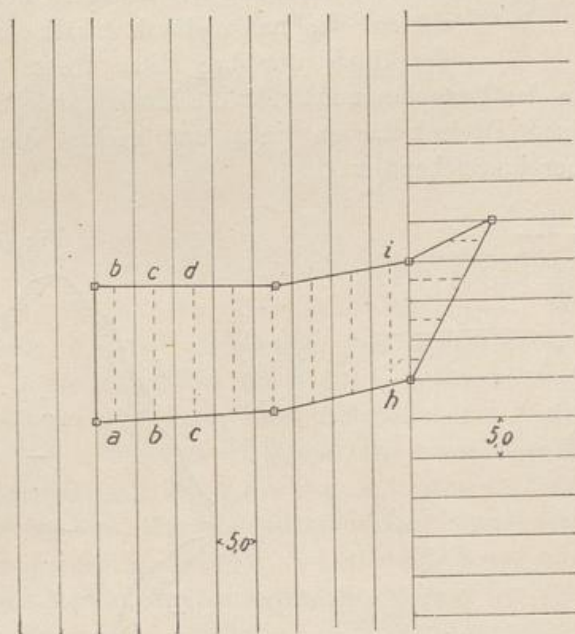
stange verbunden, sondern als Läufer angeordnet, der ähnlich wie beim Polarplanimeter (S. 197), nach den Angaben einer Tabelle an der Fahrstange eingestellt werden kann.

Wenn die zu berechnende Figur eine unregelmäßige Form hat, so empfiehlt es sich, eine zweite Umfahrung in einer zur ersten etwa rechtwinkligen, die Figur ebenfalls ungefähr halbierenden Lage der Fahrstange zu machen (Kompensationsmessung). Durch Mittelung beider Ergebnisse werden gewisse dem Instrumente anhaftende Fehler beseitigt. Die Berechnung erreicht einen hohen Grad von Genauigkeit, wenn die in einem Zuge zu umfahrenden Figuren nicht viel breiter sind als eine Handspanne, also nicht breiter als rd. 2 Dezimeter.

c. Die beiden Planimeter können für jede Figur benutzt werden, nur nicht für langgestreckte Flächen, z. B. schmale Wege, Gräben, Bachläufe, Dammanlagen usw. Hier ist von großer Wichtigkeit die wohlfeile „Harfe“, die in allen Fällen anwendbar ist und leicht von Jedermann angefertigt werden kann; im Handel kostet sie nur 15 Pfg.

Die „Harfe“ besteht aus festem durchsichtigem Papier (Pauspapier), auf dem schwarze gleichweit und parallel verlaufende Linien, siehe Fig. 315, gezeichnet sind. Senkrecht zu dieser Hauptteilung befindet sich am Rande noch eine Querteilung, die in gewissen Fällen die Flächenermittlung unterstützt, wie man an dem weiteren Beispiele sehen kann.

Fig. 315.



Die Harfe wird so auf die zu berechnende Fläche (Fig. 315) gelegt, daß die Linien der Hauptteilung die Grenzen der Figur möglichst rechtwinklig schneiden. Durch die Linien der Harfe wird die Figur in Trapeze von gleicher Höhe zerlegt, deren Mittellinien nach dem Augenmaße bestimmt und mit dem Zirkel addiert werden. Man geht in der Weise vor, daß man zu der Mittellinie a — b nacheinander die

Mittellinien $b - c$, $c - d$ usw. bis $h - i$ in den Zirkel nimmt und schließlich die ganze Länge an einem Transversalmaßstabe — dem Maßstabe des Planes entsprechend — bestimmt. Multipliziert man diese mit dem Abstände der Harfenlinie, so erhält man den Flächeninhalt dieses Figurenteiles. Der noch übrig gebliebene Teil, rechts vom Trapez mit der Mittellinie $h - i$, wird in gleicher

Fig. 316a.

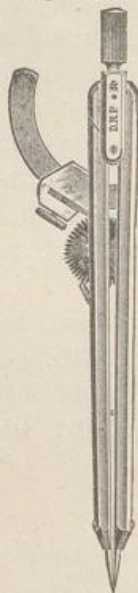


Fig. 316b.



Weise mit Hilfe der Querteilung seiner Fläche nach ermittelt und zu dem obigen addiert. Die Haupt- und Querteilung ergibt hier eine Gesamtfläche von $128,5 \times 5,0 + 16,5 \times 5,0 = 725$ qm. Falls eine Zirkelöffnung zur Bewältigung der Mittellinien nicht ausreicht, ist die Figur in passende Teile zu zerlegen.

Zur leichteren Entnahme der Mittellinien werden sogen. „Harfenzirkel“ konstruiert, Fig. 316, die eine Einstellung auf ein bestimmtes Maß, z. B. 100 m, gestatten und auch an einem Zählrad (Fig. 316 a) die Anzahl der 100 m direkt angeben; das noch fehlende Maß, also unter 100 m, wird am Transversalmaßstabe abgegriffen.

In Fig. 317 wird die Flächenberechnung eines Flußlaufes in seinen Krümmungen gezeigt. Hier ist besonders an den Stellen A, B, C und D die senkrechte Einstellung der Harfe zu den Uferlinien zu beachten, die man dadurch erhält, daß man die Linien der Harfe um ihre Mitte dreht. Hierzu sticht man den Zirkel bei z in den Lageplan und dreht die Harfe vorsichtig um diesen Stichpunkt. Die kleinen Dreiecksflächen links und rechts von dem Stichpunkte gleichen sich immer hinreichend aus.

Fig. 317.

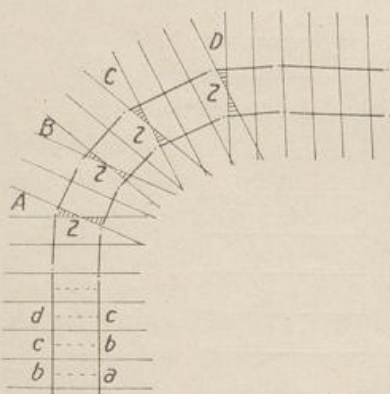
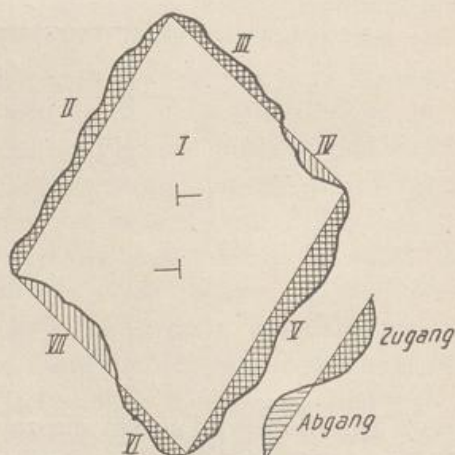


Fig. 318.



Liegen große unregelmäßige Flächen zur Inhaltsberechnung vor, so ist auch die Harfe mit großem Vorteile zu verwenden. Man zerlegt zunächst die

Rechenschema für Flächenberechnung
nach „Randquadraten“ zu Tafel V.

Des Randquadrates		Erste Berechnung				Zweite Berechnung				Mittel aus Spalte 7 und 11			Verbesserung			Sollinhalt der Randfiguren			Anzuhaltende mit Zeichnung bedeckte Randfigur				
Bezeichnung	Abscisse Ordin.	Teil des Randquadrates	Mit oder ohne Zeichnung	Grundlinie	Höhe	$F = \frac{a \cdot h}{2}$ bzw. $\frac{a(h_1+h_2)}{2}$	Erster Flächeninhalt F	Grundlinie	Höhe	$F = \frac{a \cdot h}{2}$ bzw. $\frac{a(h_1+h_2)}{2}$	Zweiter Flächeninhalt F	Mittel aus Spalte 7 und 11			Verbesserung			Sollinhalt der Randfiguren			Anzuhaltende mit Zeichnung bedeckte Randfigur		
				a	h bzw. (h ₁ +h ₂)	qm	ha	a	h bzw. (h ₁ +h ₂)	qm	ha	a	h	F	ha	a	qm	±	qm	ha	a	qm	ha	a	qm
1				4	5	6	7	8	9	10	11	12			13			14			15		
+50		1/4	mit	0000 1539 3075 5,0x	1539 1536 1537,5	7687,50	76 88	769,2	10,0	7692,00	76 92	76 90			+			76 98			76 98		
			ohne	3075 3537 4000 5,0x	462 463 462,5	2312,50	23 12	228,8	10,0	2288,00	22 88	23 00			+			23 02			23 02		
			mit	0477 2241 4007 5,0x	1764 1766 1765	8825,00	88 25	880,8	10,0	8808,00	88 08	88 16			-			88 11			88 11		
			ohne	5555 5793 6031 5,0x	238 238 238	1190,00	11 90	118,9	10,0	1189,00	11 89	11 90			-			11 89			11 89		
+250		1/2	mit	0612 1236 1859 5,0x	624 623 623,5	3117,50	31 18	310,9	10,0	3109,00	31 09	31 14			+			31 21			31 21		
			ohne	1859 2231 2605 5,0x	372 375 373,5	1867,50	18 68	188,3	10,0	1883,00	18 83	18 75			+			18 79			18 79		
							49 86				49 92	49 89			+			50 00			50 00		

+250	-50	3/4	mit	1598 2246 2893 5,0x	648 647 647,5	3237,50	32 38	325,0	10,0	3250,00	32 50	32 44	4	32 48	32 48	
			ohne	2893 3741 4589 5,0x	843 848 848	4240,00	42 40 73 78	425,3	10,0	4253,00	42 53 75 03	42 46	6	42 52 75 00		
+150	-50	1/2	mit	0504 2020 3536 5,0x	1516 1516 1516	7580,00	75 80	756,2	10,0	7562,00	75 62	75 71	5	75 76	75 76	
			ohne	3536 4021 4505 5,0x	485 484 484,5	2422,50	24 22 1 00 00	242,0	10,0	2420,00	24 20 99 82	24 21	3	24 24 1 00 00		
+50	-50	1/2	mit	0041 1331 2620 5,0x	1290 1289 1289,5	6447,50	64 48	646,4	10,0	6464,00	64 64	64 56	3	64 59	64 59	
			ohne	2620 3328 4035 5,0x	708 707 707,5	3537,50	35 38 99 86	354,0	10,0	3540,00	35 40 1 00 04	35 39	2	35 41 1 00 00		
														Gesamtfläche		3 69 13

drates ergibt. Innerhalb dieser Hilfsfigur ist dann wieder die oben angegebene Abgleichung vorzunehmen.

Die Flächenberechnung wird für jeden Teil der Randquadrate doppelt ausgeführt; die Ergebnisse beider Berechnungen, die innerhalb der auf Seite 215 bekannt gegebenen Fehlergrenzen übereinstimmen müssen, werden gemittelt.

Als Beispiel sei hiernach der gesamte Besitz der in **Tafel V** gezeichneten Ziegelei unter Benutzung des vorstehenden Schemas (S. 204 u. 205) berechnet.

Da in der **Tafel V** mit Zeichnung voll ausgefüllte Netzquadrate nicht vorkommen, ergibt schon die Summe der 6 Randfiguren mit Zeichnung die gesuchte Fläche, siehe Spalte 15 zu 3 ha 69 a 13 qm. Gegen den aus Urmaßen Seite 188 ermittelten Flächeninhalt weicht die Berechnung nur um 9 qm ab, während nach der Tabelle im Anhang unter Nr. III d = 158 qm zulässig sind.

In Spalte 1 des obigen Rechenschemas wird die Mitte des Randquadrates durch ihre beiden Koordinaten bezeichnet, bei dem ersten zu $x = +50$ m und $y = +50$ m. Unter „Teil des Randquadrates“ in Spalte 2 ist anzugeben, ob das Randquadrat ganz ($\frac{1}{1}$) oder nur teilweise ($\frac{1}{2}$ usw.) der Berechnung unterliegt. Für die „Erste Berechnung“ kam ein Polarplanimeter nach Amsler (Fig. 307) mit der Noniuseinheit $a = 5,0$ qm in Anwendung. Die zweimalige Umfahrung in Spalte 4 wurde in Spalte 5 einzeln ausgerechnet, das Mittel direkt unter die Umfahrungsbeträge gesetzt und mit dem Faktor 5,0 (s. Spalte 4) multipliziert. Die „Zweite Berechnung“ erfolgte mit einem Harfenplanimeter (Fig. 315). In Spalte 12 wird das Mittel der beiden Berechnungen eingetragen, in Spalte 13 die Verbesserung und in Spalte 14 die auf den Sollinhalt zurückgeführten Flächeninhalte. Die für die zu ermittelnde Gesamtfläche in Betracht kommenden Teile der Randquadrate endlich werden in Spalte 15 aufgeführt und am Schlusse zusammengezählt. Sind mit Zeichnung vollbedeckte Netzquadrate vorhanden, so ist ihre Zahl festzustellen und ihrer Flächengröße entsprechend dieser Summe zuzufügen. In **Tafel V** liegen, wie bereits gesagt, keine „Vollquadrate“ vor.

Es sei, hier anschließend, auch gezeigt, wie die Auseinanderrechnung einer ausgedehnten Grundfläche auf einem Lageplane in einzelne Parzellen vor sich geht.

In **Tafel V** sind durch örtliche Begrenzung die Besitzstücke 1 bis 9 entstanden; sie sind ihrem Flächeninhalte nach zu bestimmen. Mit Ausnahme der Parzellen 6, 7 und 8, die teilweise aus Urmaßen gerechnet worden sind, ist mit Rücksicht auf die Größe und Unregelmäßigkeit der Flächenstücke das Polarplanimeter benutzt worden. Die Summe der Parzellen, siehe Spalte 6 des nachstehenden Rechenschemas, ergab 3 ha 68 a 71 qm, also gegen den aus Urmaßen auf S. 188 berechneten und daher anzuhaltenden Gesamtflächeninhalt von 3 ha 69 a 04 qm eine Abweichung von 33 qm, die auf die Parzellen 1 bis 10 im Verhältnis ihrer Größe in Spalte 7 verteilt wird. Die berichtigten Flächen ergeben in ihrer Summe den Sollinhalt des ganzen Besitzes, siehe Spalte 8.

Es sei darauf hingewiesen, daß das Papier der „Harfen“ leicht durch Temperatur- und Feuchtigkeitswechsel beeinflußt wird, so daß der Abstand der Linien zu verschiedenen Zeiten nicht derselbe ist. Es ist deshalb not-

Auseinanderrechnung von Besitzstücken
mit Zurückführung auf einen Sollinhalt, zu Tafel V.

Figur	Grundlinie a	Höhe h bezw. (h ₁ +h ₂)	2F=a·h bezw. =a(h ₁ +h ₂)		Vorläufige Fläche			Verbesserung		Endgültiger Flächeninhalt		
			Zugang (+) qm	Abgang (-) qm	ha	a	qm	+	-	qm	ha	a	qm
1	2	3	4	5	6			7		8		
Parzelle 1	2379				22	28	+	1		22	29	
	2824	415										
	3270	446										
	5,0×	445,5	2227,50									
Parzelle 2	4312				39	52	+	4		39	56	
	5104	792										
	5893	789										
	5,0×	790,5	3952,50									
Parzelle 3	5731				24	58	+	2		24	60	
	6223	492										
	6714	491										
	5,0×	491,5	2457,50									
Parzelle 4	6617				6	65				6	65	
	6750	133										
	6883	133										
	5,0×	133	665,00									
Parzelle 5	0210				1	69	+	17		1	69	69
	3600	3390										
	6991	3391										
	5,0×	3390,5	16952,50									
Parzelle 6	13,3	23,8	316,54		4	01				4	01	
	4,65	28,0	130,20									
	13,0	27,4	356,20									
			¹ / ₂ 802,94									
Parzelle 7	17,9	27,2	486,88		4	60				4	60	
	15,9	27,3	434,07									
			¹ / ₂ 920,95									
			460,48									
Parzelle 8	22,7	27,3	619,71		6	00				6	00	
	21,2	27,4	580,88									
			¹ / ₂ 1200,59									
			600,30									
Parzelle 9	0656				91	55	+	9		91	64	
	2487	1831										
	4318	1831										
	5,0×	1831	9155,00									
Im Ganzen					3	68	71	+	33	3	69	04
Sollinhalt gem. S. 188					3	69	04					
Verbesserung								+	33			
Zulässige Abweichung nach Seite 227									1	58		

wendig, vor jeder Berechnung die Harfe auf die Entfernung der Linien hin zu prüfen. Zu diesem Zwecke greift man auf der Harfe an verschiedenen Stellen den Abstand von 11 oder 21 Linien rechtwinklig zu diesen ab, ermittelt die Länge desselben auf einem der Harfe entsprechenden Maßstabe ab und teilt das Maß durch die Anzahl der Linienabstände, nämlich 10 bzw. 20. Die an den verschiedenen Stellen erhaltenen Ergebnisse werden zu einem Mittel zusammengefaßt, das nun als zweiter Faktor bei der Flächenberechnung dient.

Auch eine Aenderung des Zeichenpapiers ist allgemein für den Lageplan selbst zu beachten, wenn die Flächenberechnung auf Grund des Planes erfolgt. Die „Krimpe“, wie die Papieränderung genannt wird, ist in zwei zu einander senkrechten Richtungen in der Weise festzustellen, daß man im Lageplane Längen von bekannter Größe mit dem Anlegemaßstabe oder Zirkel- und Transversalmaßstab abgreift und sie mit dem Sollmaß vergleicht. Bei der Koordinatenaufnahme bieten Abscissen und Ordinaten die Möglichkeit, die Krimpe zu ermitteln, auch bei einem Quadratnetz mit den Maschen von 1 dm Länge (s. S. 151) ist die Feststellung sehr einfach. An einem auf dem Lageplan gezeichneten Maßstabe (z. B. Tafel X) kann wenigstens für eine Richtung die Aenderung des Papiers nachgewiesen werden. Liegt keine Möglichkeit vor, die Krimpe zu bestimmen, so muß sie unberücksichtigt bleiben.

Es wird nun für die Flächenberechnung entweder jede aus dem Lageplane abgegriffene Länge entsprechend der Krimpe verbessert, oder es wird zunächst die Fläche in gewöhnlicher Weise zu F_1 ermittelt und ihr Betrag um $p\%$ + $q\%$ oder $2p\%$ von F_1 zur Fläche F berichtigt.

Hierbei bedeutet $p\%$ die Aenderung der Länge in der einen, $q\%$ die Aenderung der Länge in der zu dieser senkrechten Richtung auf 100 m; ist nur die Aenderung einer Richtung bekannt, so kommen $2p\%$ der ermittelten Fläche für die Berichtigung in betracht.

Beispiel. Nach Kartierung der Polygon-Aufnahme in Tafel V im Maßstabe 1:1000 wurde die ganze Fläche mit einem Polarplanimeter zu 36700 qm bestimmt. Die Krimpe ist am Quadratnetze mit Hilfe eines Längenmaßstabes ermittelt worden. In der Richtung Nord-Süd sind zwischen den 3 Quadratnetzpunkten (s. S. 151) statt 200 m gemessen: 199,4 m, also statt 100 m 99,7 m, d. i. $p = 100,0 - 99,7 = +0,3\%$ Krimpe. Die Richtung West-Ost ergab 299,4 m statt 300,0 m, demnach $q = 0,2\%$ Krimpe. Die auf dem Lageplane berechnete Fläche $F_1 = 36700$ qm ist demnach zu:

$$\begin{aligned} F &= F_1 + (p\% + q\%) F_1 \\ &= 36700 + (0,3 + 0,2) \cdot \frac{36700}{100} \\ &= 3 \text{ ha } 68 \text{ a } 84 \text{ qm} \end{aligned}$$

zu berichtigen.

Hätte die Krimpe in einer oder in beiden Richtungen das Vorzeichen (—), d. h. wäre die Karte nicht eingegangen, wie beim Vorzeichen (+), sondern größer geworden, so wäre die Fläche F_1 um

+ (+ $p\%$ — $q\%$) bzw. um + (— $p\%$ — $q\%$) = — ($p\%$ + $q\%$) zu berichtigen.

III. Flächenberechnung nach dem Lageplan unter gleichzeitiger Benutzung von Urmaßen.

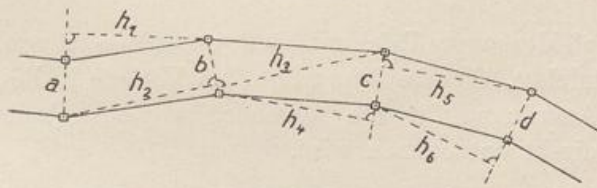
Obschon man stets darauf bedacht sein sollte, die Aufnahme so anzuordnen, daß die Flächen ausschließlich aus Urmaßen berechnet werden können, wird es doch oft notwendig oder auch einfacher sein, neben den im Felde direkt ermittelten Maßen auch solche aus dem Lageplane zu verwenden.

Als Grundsatz sei hier beachtet, daß man für die beiden Faktoren a und h (Seite 185), also für die Grundlinien und Höhen, möglichst immer die größere Zahl im Lageplan abgreift, den kleineren Faktor dagegen im Feldbuche aufsucht.

Bei der Aufnahme in Figur 168 ist beispielsweise bei B die Fläche B (1) (2) von der Gesamtfläche zu subtrahieren; man entnimmt als Grundlinie das Maß 16,5 dem Feldbuche und bestimmt die Höhe im Maßstabe der Figur 1 : 1000 zu 6,3 m. Die abzuziehende Fläche beträgt $F = \frac{a \cdot h}{2} = \frac{16,5 \cdot 6,3}{2} = 52 \text{ qm.}$

Die teilweise Benutzung von Urmaßen kommt auch besonders oft bei der Berechnung von Wegen, Gräben usw. vor, wo für die Zwecke der Flächenberechnung schon bei der Aufmessung Rücksicht genommen wird und zwischen den meist sich gegenüberliegenden Grenzpunkten die Abstände im Felde gemessen werden. So sind in der Figur 319 die Längen a, b, c, \dots zwischen

Fig. 319.



den Grenzsteinen ermittelt. Man berechnet die einzelnen Dreiecks-Flächen nach: $\frac{a \cdot h_1}{2}; \frac{b \cdot h_2}{2}; \frac{b \cdot h_3}{2}; \frac{c \cdot h_4}{2}; \frac{c \cdot h_5}{2} \dots$, wobei also a, b, c, \dots der Aufmessung, die Höhen h_1, h_2, h_3, \dots dem Lageplane entstammen.

IV. Rechenhilfsmittel.

Die Ausmittlung der Flächenmaße nach den beiden Faktoren: Grundlinie und Höhe erfolgt entweder direkt nach dem allgemein bekannten gewöhnlichen Verfahren der Multiplikation oder, wenn viel Zahlen vorliegen, sehr zweckmäßig mit Hilfe von Rechentafeln oder Rechenmaschinen, weniger mit Logarithmen, selten mit dem Rechenschieber.

1. Rechentafeln.

Unter den Rechentafeln sind als die bekanntesten die „Rechentafeln“ von Crelle, Verlag Georg Reimer, Berlin, zu erwähnen, in denen für alle 1×1 , 2×2 und 3×3 stelligen Zahlen die Produkte zusammengestellt sind. Die

Crelleschen Tafeln zeigen, wie auch die weiteren Ausgaben, zwei Eingänge, in horizontaler und vertikaler Richtung, mit dem Produkte in dem Schnittpunkte der beiden Reihen. Bei $a = 19,5$ und $h = 51,1$ ist in der Tafel — siehe den Auszug unten — an den unterstrichenen Stellen das Ergebnis zu $19,5 \cdot 51,1 = 996,45$ qm zu entnehmen.

Rechentafeln von Crelle.

195	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	
1	1	196	391	586	781	976	1171	1366	1561	1756	95
2	3	198	393	588	783	978	1173	1368	1563	1758	90
3	5	200	395	590	785	980	1175	1370	1565	1760	85
4	7	202	397	592	787	982	1177	1372	1567	1762	80
5	9	204	399	594	789	984	1179	1374	1569	1764	75
6	11	206	401	596	791	986	1181	1376	1571	1766	70
7	13	208	403	598	793	988	1183	1378	1573	1768	65
8	15	210	405	600	795	990	1185	1380	1575	1770	60
9	17	212	407	602	797	992	1187	1382	1577	1772	55
11	21	216	411	606	801	996	1191	1386	1581	1776	45
12	23	218	413	608	803	998	1193	1388	1583	1778	40
13	25	220	415	610	805	1000	1195	1390	1585	1780	35
14	27	222	417	612	807	1002	1197	1392	1587	1782	30
15	29	224	419	614	809	1004	1199	1394	1589	1784	25
16	31	226	421	616	811	1006	1201	1396	1591	1786	20
17	33	228	423	618	813	1008	1203	1398	1593	1788	15
18	35	230	425	620	815	1010	1205	1400	1595	1790	10
19	37	232	427	622	817	1012	1207	1402	1597	1792	05

Größere als dreistellige Zahlen sind zu zerlegen. Eine eingehende Erläuterung ist allen Rechentafeln, die auch für Divisionen usw. zu benutzen sind, beigegeben.

Eine sehr empfehlenswerte Tafel mit bis 2×4 Stellen ist von **Ludwig Zimmermann** als „Rechentafeln“, Große Ausgabe, im Verlage R. Reiß, Liebenwerda, erschienen. Die Anordnung ist die folgende, wo das Produkt der Zahlen $12 \cdot 1242 = 14904$ direkt entnommen wird.

0240 bis 9249

Rechentafeln von Ludwig Zimmermann.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	
1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	1
2	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	480	482	484	486	488	490	492	494	496	498	2
3	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	720	723	726	729	732	735	738	741	744	747	3
4	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	960	964	968	972	976	980	984	988	992	996	4
5	1	6	11	16	21	26	31	36	41	46	200	205	210	215	220	225	230	235	240	245	5
6	1	7	13	19	25	31	37	43	49	55	440	446	452	458	464	470	476	482	488	494	6
7	1	8	15	22	29	36	43	50	57	64	680	687	694	701	708	715	722	729	736	743	7
8	1	9	17	25	33	41	49	57	65	73	920	928	936	944	952	960	968	976	984	992	8
9	2	11	20	29	38	47	56	65	74	83	160	169	178	187	196	205	214	223	232	241	9
10	2	12	22	32	42	52	62	72	82	92	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	10
11	2	13	24	35	46	57	68	79	90	101	640	651	662	673	684	695	706	717	728	739	11
12	2	14	26	38	50	62	74	86	98	110	880	892	904	916	928	940	952	964	976	988	12
13	3	16	29	42	55	68	81	94	107	120	120	133	146	159	172	185	198	211	224	237	13
14	3	17	31	45	59	73	87	101	115	129	360	374	388	402	416	430	444	458	472	486	14
15	3	18	33	48	63	78	93	108	123	138	600	615	630	645	660	675	690	705	720	735	15
16	3	19	35	51	67	83	99	115	131	147	840	856	872	888	904	920	936	952	968	984	16
17	4	21	38	55	72	89	106	123	140	157	080	097	114	131	148	165	182	199	216	233	17
18	4	22	40	58	76	94	112	130	148	166	320	338	356	374	392	410	428	446	464	482	18
19	4	23	42	61	80	99	118	137	156	175	560	579	598	617	636	655	674	693	712	731	19
20	4	24	44	64	84	104	124	144	164	184	800	820	840	860	880	900	920	940	960	980	20

Eine kleine Ausgabe der gleichen Rechentafeln enthält 2×2 stellige Zahlen; sie reicht in vielen Fällen vollständig aus.

Als sehr praktische Multiplikationstafel gilt schließlich die **Rechentafel** von **Dr. Ing. H. Zimmermann**, Verlag Wilh. Ernst & Sohn, Berlin, mit bis 2×3 Stellen, wie der nachstehende Auszug für $16,0 \times 87,6 = 1401,60$ zeigt.

Rechentafeln von Dr. Ing. H. Zimmermann.

870 bis 879.

	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	
01	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	01
02	1740	1742	1744	1746	1748	1750	1752	1754	1756	1758	02
03	2610	2613	2616	2619	2622	2625	2628	2631	2634	2637	03
04	3480	3484	3488	3492	3496	3500	3504	3508	3512	3516	04
05	4350	4355	4360	4365	4370	4375	4380	4385	4390	4395	05
06	5220	5226	5232	5238	5244	5250	5256	5262	5268	5274	06
07	6090	6097	6104	6111	6118	6125	6132	6139	6146	6153	07
08	6960	6968	6976	6984	6992	7000	7008	7016	7024	7032	08
09	7830	7839	7848	7857	7866	7875	7884	7893	7902	7911	09
10	8700	8710	8720	8730	8740	8750	8760	8770	8780	8790	10
11	9570	9581	9592	9603	9614	9625	9636	9647	9658	9669	11
12	10440	10452	10464	10476	10488	10500	10512	10524	10536	10548	12
13	11310	11323	11336	11349	11362	11375	11388	11401	11414	11427	13
14	12180	12194	12208	12222	12236	12250	12264	12278	12292	12306	14
15	13050	13065	13080	13095	13110	13125	13140	13155	13170	13185	15
16	13920	13936	13952	13968	13984	14000	14016	14032	14048	14064	16
17	14790	14807	14824	14841	14858	14875	14892	14909	14926	14943	17
18	15660	15678	15696	15714	15732	15750	15768	15786	15804	15822	18
19	16530	16549	16568	16587	16606	16625	16644	16663	16682	16701	19
20	17400	17420	17440	17460	17480	17500	17520	17540	17560	17580	20

Ueber Preise der genannten Rechentafeln, wie auch der weiteren Rechenmaschinen, Logarithmentafeln und Rechenschieber unterrichtet der Anhang unter Nr. VII.

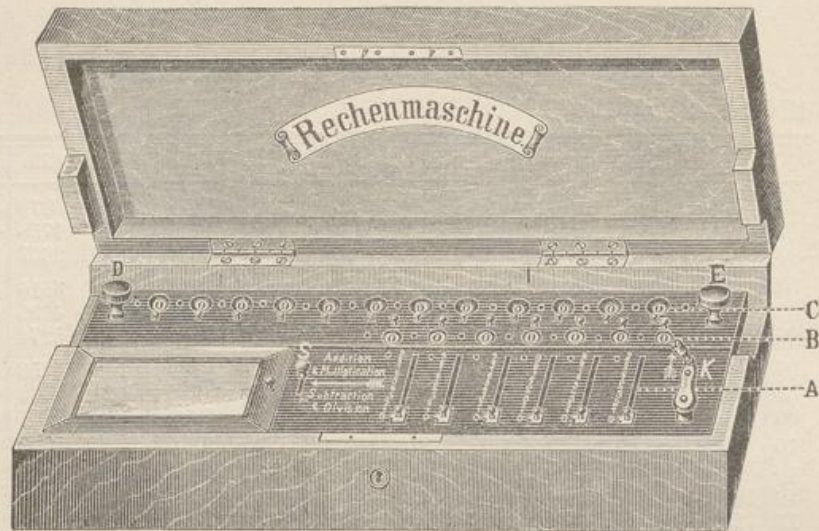
2. Rechenmaschinen.

Unter Rechenmaschinen versteht man Einrichtungen zur mechanischen Ausführung von Zahlenrechnungen. Von den bekannteren Konstruktionen, die mit einer Ausnahme auf dem Grundgedanken der Addition beruhen, ist als ursprünglichste die Rechenmaschine nach Thomas zu nennen, die von dem Ingenieur und Fabrikhaber Burkhardt in Glashütte i. Sa. als „**Arithmometer**“ (Fig. 320) zu großer Vollkommenheit ausgebildet worden ist.

Diese wie auch die weiteren „**Additionsmaschinen**“ addieren (bezw. subtrahieren) in der Weise, daß für jede Stelle eine Scheibe mit den Ziffern 0 bis 9 um je einen den betreffenden Zahlen der Rechnung entsprechenden Winkel in positiver (bezw. negativer) Richtung durch eine Handkurbel gedreht wird. Dabei ist der Mechanismus so eingerichtet, daß, wenn die Scheiben die Lagen 0 bis 9 (bezw. 9 bis 0) überschreiten, ein Weiterdrehen der diesen letzteren Scheiben folgenden höheren (bezw. niederen) Scheiben automatisch durch die sogen. „Zehnerübertragung“ stattfindet. Die Additionsmaschinen lösen aber auch die Aufgaben des Multiplizierens (Potenzierens) und des Dividierens (Radizierens),

indem für die ersteren Rechnungen die wiederholte Addition, für die letzteren die wiederholte Subtraktion in Anwendung gebracht wird. Nicht unwesentlich

Fig. 320.

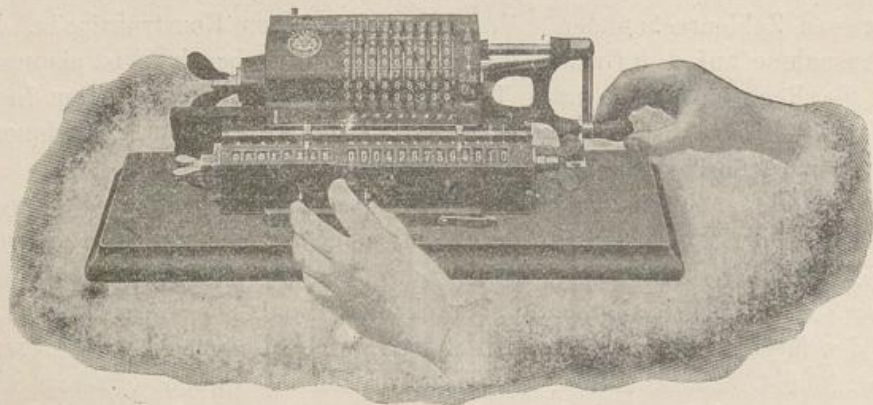


vereinfacht wird hierbei die Multiplikation durch Ausnutzung der Subtraktion nach dem Prinzip der sogenannten „dekadischen Ergänzung“.

Auf die Einzelheiten des Maschinenrechnens soll hier nicht eingegangen werden; es sei vielmehr auf die Gebrauchsanweisung hingewiesen, die den Maschinen beim Kauf beigelegt werden.

Eine selbständige Konstruktion stellt die Rechenmaschine des Russen Odhner dar, die von verschiedenen Firmen, in erster Linie von der Maschinenfabrik Grimme, Natalis u. Comp. in Braunschweig unter dem Namen „Brunsviga“ hergestellt wird und mit mannigfachen Vorzügen ausgestattet

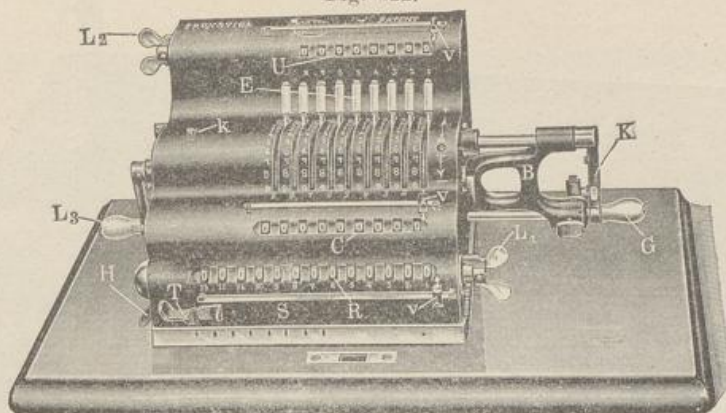
Fig. 321.



worden ist. Eine einfache Maschine der letzteren Art ist in Fig. 321, einen neuere Anordnung in Fig. 322 zu sehen.

Rechenmaschinen eigener Bauart sind ferner die „Gauß“, Fig. 323, und die „Mercedes“, Fig. 324, von Chr. Hamann-Friedenau, die von der Ge-

Fig. 322.



sellschaft Mercedes in Berlin S.W. 68 in den Handel gebracht werden. Von diesen ist die „Mercedes“ wegen ihrer automatischen Division, die „Gauß“ wegen der Handlichkeit und des geringen Preises sehr bemerkenswert.

Fig. 323.



Den Additionsmaschinen ist als beschränkte „Multiplikationsmaschine“ die „Millionär“ von H. W. Egli, Zürich 2, Fig. 325, gegenüber zu stellen, die nur eine Kurbeldrehung für jede Stelle des Multiplikators (bezw. Quotienten) beansprucht. Diese Vereinfachung bedeutet eine wesentliche Erhöhung der Leistungs-

fähigkeit der Maschine, wodurch noch infolge der geringeren Abnutzung der Konstruktionsteile eine größere Lebensdauer des Mechanismus zu erwarten ist.

Fig. 324.

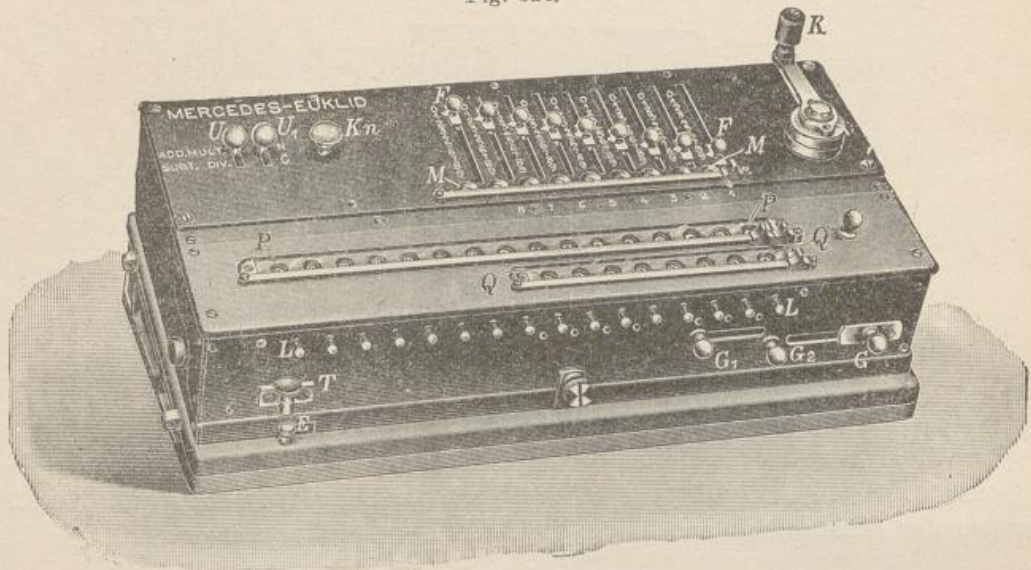
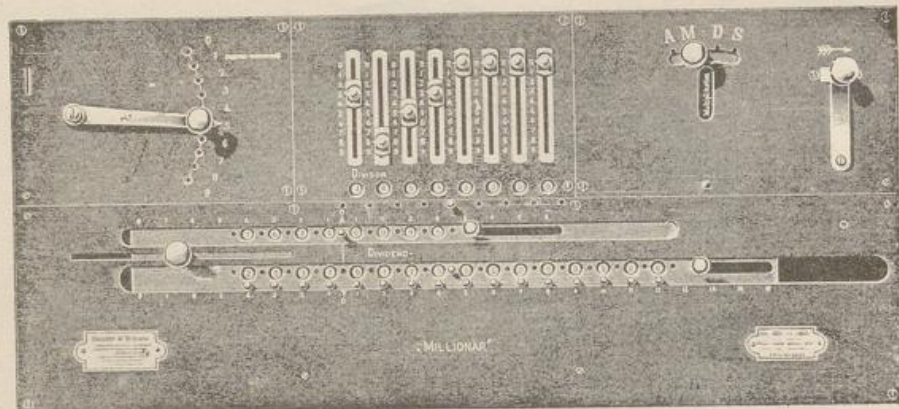


Fig. 325.



3. Logarithmen-Tafeln.

Logarithmen sind für Zahlenrechnungen aller Art ein sehr wichtiges Hilfsmittel. Eine in den Schulen und in der Praxis weit verbreitete Ausgabe ist von Dr. F. G. Gauß als: „Fünfstellige vollständige logarithmische und trigonometrische Tafeln“ im Verlage von Konrad Wittwer, Stuttgart, erschienen. Die Stellenzahl ist für die hier vorzunehmenden Rechnungen vollständig ausreichend. Für viele Arbeiten genügen auch die vierstelligen Logarithmen, die im Anhang des Werkes unter Nr. V und VI aufgenommen sind.

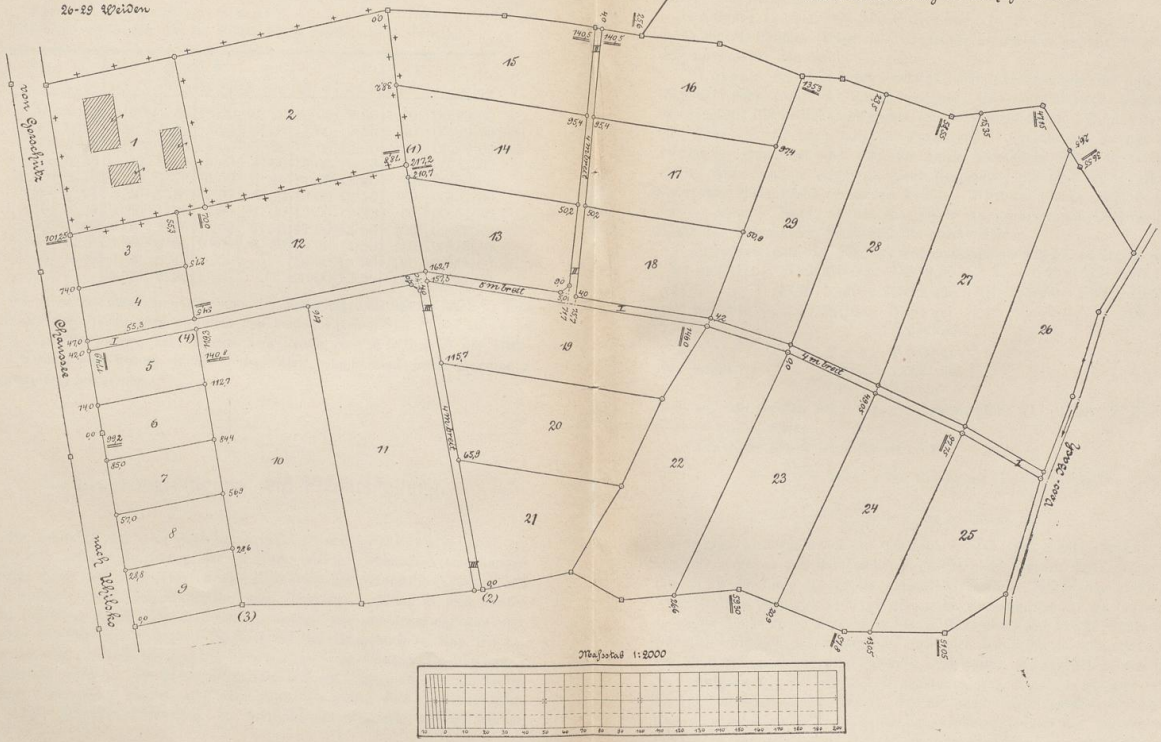
4. Rechenschieber.

Rechenschieber, deren Einrichtung jedem Ingenieur und Techniker bekannt ist, kommen für Flächenberechnungen höchstens zur Nachprüfung auf grobe Fehler in Betracht. Von den vielfach angepriesenen Sonder-Anordnungen sei

Einteilung:

- 1-2 Reutgrundstücke
- 3-9 Baumstellen
- 10-21 Ackergrundstücke
- 22-25 Wiesen
- 26-29 Weiden

Lageplan
des Gutes
Schulze - Tröbting
mit der Einteilung in Backtgrundstücke.



Schwior, Feldmessen I.

sind von dieser die Punkte (1) bis (6) aufzumessen. Die Absteckung der Abscissenlinie erfolgt in der Weise, daß man auf MN in passenden Punkten zwei gleich lange Senkrechte (Fig. 328 $h_1 = h_2$) absetzt; durch die beiden Endpunkte der Senkrechten legt man dann die Abscissenlinie.

Ergibt die Berechnung der Flächen links und rechts der Abscissenlinie eine Abweichung gegen 0 (siehe oben), was in der Regel eintritt, so erfolgt die

Fig. 327.

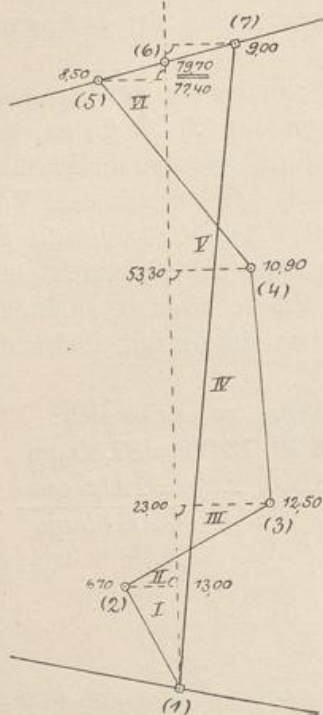
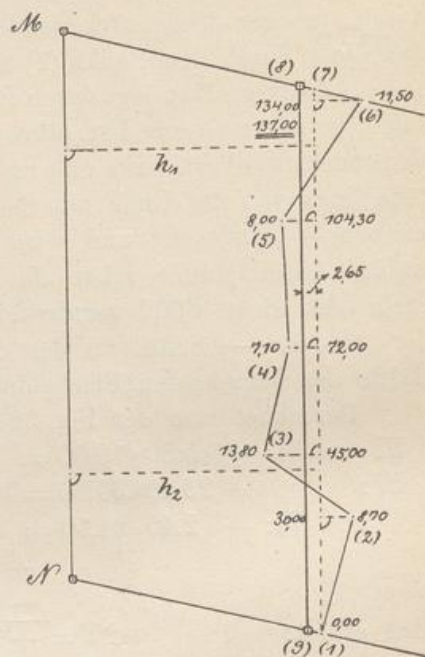


Fig. 328.



weitere Verschiebung der Grenzlinie nicht durch Abschneiden eines Dreiecks, sondern eines Trapezes mit einer Höhe, die man aus der Abweichung berechnet.

Die Flächenermittelung für Fig. 328 ergibt links von der Abscissenlinie eine Fläche von $-564,3$ qm, rechts eine solche von $+199,7$ qm. Der Unterschied ist $-364,6$ qm, d. h. es ist auf der linken Seite ein Trapez abzuschneiden.

Seine Höhe ist $h = \frac{F}{a}$, wo für a zunächst die Länge der Abscissenlinie zu

$137,00$ m eingesetzt wird. Ist $h = 2,66$ m hieraus berechnet, so wird dieses zunächst im Lageplane nach links abgesetzt, hierauf die Mittellinie des Trapezes im Lageplane (Fig. 328) parallel zur Abscissenlinie, hier zu $137,5$ m abgegriffen und

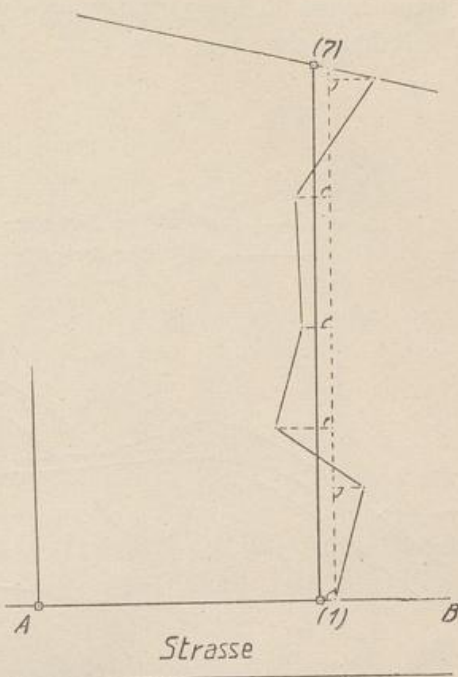
mit dieser Länge noch einmal h endgültig zu $h = \frac{F}{a} = -\frac{364,6}{137,5} = -2,65$ m be-

rechnet. Wird dieses Maß nunmehr an zwei Stellen rechtwinklig von der Messungslinie nach links abgesetzt und über diese beiden Punkte eine Linie (parallel also zur Abscissenlinie) gezogen, so sind die Schnittpunkte (8) und (9) die neuen Grenzpunkte und die Grenzlinie (8) (9) die gesuchte Begradigung.

Auch hier müßten, wenn man die Grenzpunkte (1) bis (6) von der neuen Grenzlinie aufnehmen würde, die links und rechts liegenden Flächen gleich sein.

Aufgabe 3. In gleicher Weise, wie vor, würde die Aufgabe gelöst werden, wenn die Forderung bestände, daß die neue Grenzlinie, z. B. wegen Aufführung eines Gebäudes, rechtwinklig zu einer einem Wege oder einer Straße zugekehrten Grenze verlaufen soll, z. B. Fig. 329 A B. Es wird nur die annähernd ausgleichende Abscissenlinie (1) (7) vorab rechtwinklig zur Grenzlinie A B abgesteckt.

Fig. 329.



Aufgabe 4. Eine sehr häufige Aufgabe beim „Wasserbau“, insbesondere auch in der „Kulturtechnik“, ist die Begradigung von Flußläufen. Zwischen den Parzellen 94 und 95 der Figur 330 soll der in mehreren Windungen fließende Bach reguliert werden in der Weise, daß nach Abzug der für das neue Bachbett erforderlichen Grundfläche die Eigentümer der Parzellen 94 und 95 an dem Landgewinn zur Hälfte teilnehmen.

Das linke und rechte Bachufer wird von einer Abscissenlinie, die in die Grenzlinien bei A und B eingebunden ist, nach rechtwinkligen Koordinaten, wie am Anfang und Ende der Linie angedeutet ist (s. a. S. 18), aufgenommen und in einem beliebigen, am besten großen Maßstabe kartiert. Man berechnet hierauf einmal die Fläche F_l zwischen der Abscissenlinie und dem linken Ufer, dann F_r zwischen der Abscissenlinie und dem rechten Ufer. Die neue Bachmittellinie ist nun so anzuordnen, daß der Flächeninhalt zwischen ihr und der Abscissenlinie $F_m = \frac{F_l + F_r}{2}$ groß ist. Man trägt hierzu nach Augenmaß eine vorläufige Bachmittellinie (punktiert in der Figur 330) in Blei ein und ermittelt den Flächeninhalt bis zur Abscissenlinie. Ist dieser gleich der vorberechneten Fläche $F_m = \frac{F_l + F_r}{2}$, so ist die eingetragene Linie die endgültige Bachmitte.

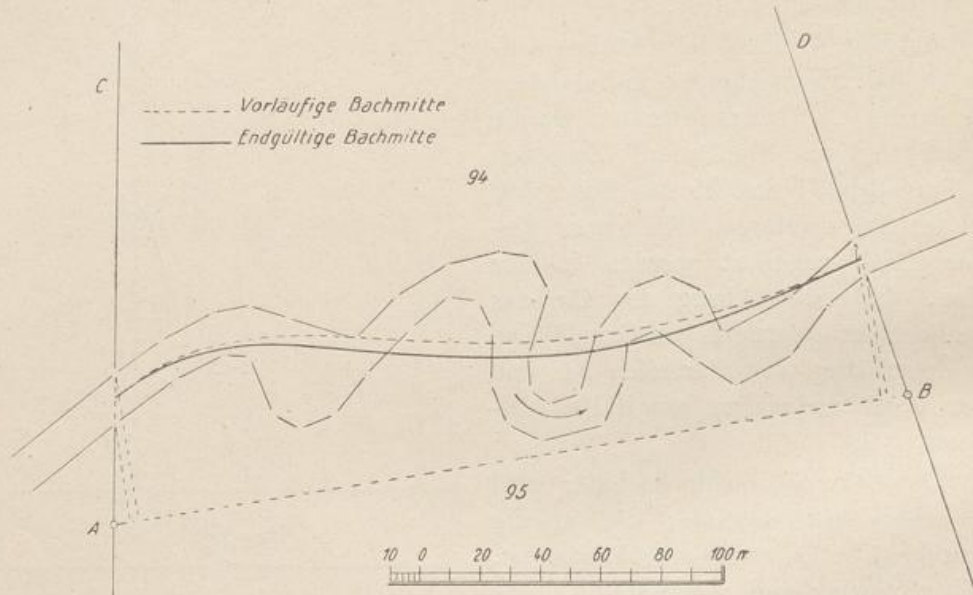
Eine Abweichung von F_m ist durch entsprechende Verlegung der vorläufigen Bachmitte zu beseitigen, wenn nicht durch eine Geldentschädigung ein Ausgleich geschaffen werden soll.

Die Berechnung der Flächen kann, in der Regel genau genug, mit Hilfe eines Planimeters (S. 195) oder einer Harfe (S. 201) erfolgen.

Im vorliegenden Beispiele ergab sich: $F_l = 1 \text{ ha } 32 \text{ a } 33 \text{ qm}$, und $F_r = 0 \text{ ha } 79 \text{ a } 07 \text{ qm}$, also $F_m = 1 \text{ ha } 05 \text{ a } 70 \text{ qm}$.

Bis zur angenommenen Bachmitte wurde eine Fläche von 1 ha 13 a 38 qm abgetrennt, also $11338 - 10570 = 768$ qm zu viel. Diese wurden durch die Länge der vorläufigen Bachmitte zwischen den Grenzlinien AC und BD (= 254 m) dividiert und als Streifen mit der mittleren Breite $\frac{768}{254} = 3$ m nach der Abscissenlinie zu abgeschnitten. Die nochmalige Feststellung bis zur nunmehr voll ausgezogenen Bachmittellinie ergab $F_m = 1$ ha 05 a 70 qm. Man wird nach einigen Wiederholungen stets zum Ziele gelangen.

Fig. 330.



Die neue Bachmitte kann sodann von der Abscissenlinie AB aus, die man durch Pfähle oder in anderer Weise vermarkt hat, im Feld nach rechtwinkligen Koordinaten übertragen werden, ebenso auch das neue Bachbett, das nach den abzuführenden Wassermengen und sonstigen wasserbau- oder kulturtechnischen Gesichtspunkten entworfen wird, siehe „Der Wasserbau“ von S. Deutsch, Band I und II, und „Die Bodenmelioration“ von Georg Schewior, Band VIII bis X des „Handbuchs des Bauingenieurs“, Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig.

II. Flächenteilung.

Bei einer Teilung von Flächen wendet man im wesentlichen das gleiche Verfahren an, wie es im obigen Abschnitte zur Begradigung von krummen Grenzen angegeben wurde.

Man wird hier immer, abgesehen von ganz einfachen Fällen, am schnellsten zum Ziele gelangen, wenn man das aufgemessene Grundstück kartiert, im Lageplane die neuen Grenzlinien nach Augenmaß einträgt und die so entstandenen vorläufigen Flächen berechnet. Weicht der Flächeninhalt von der vorzusehenden Flächengröße ab, so wird ein Dreieck oder Viereck von der Größe der Ab-

Der untere Teil:	Der obere Teil:
$43,00 \cdot 4,00 = 172,00$ qm	$62,00 \cdot 27,70 = 1717,40$ qm
$76,00 \cdot 27,50 = 2090,00$ „	$29,00 \cdot 11,00 = 319,00$ „
$27,30 \cdot 4,30 = 117,39$ „	$10,50 \cdot 25,70 = 269,85$ „
$1,70 \cdot 16,80 = 28,56$ „	$16,20 \cdot 8,70 = 140,94$ „
2407,95 qm	2447,19 qm
Davon ab: $4,00 \cdot 19,00 = 76,00$ „	Davon ab: $27,30 \cdot 4,30 = 117,39$ „
2 F = 2331,95 qm	2 F = 2329,80 qm
F = 1166 qm	F = 1165 qm.

Hiernach stimmt die vorgenommene Teilung.

Beispiel 2. Die Aufnahme nach **Tafel I** ist zum Zwecke der Aufteilung und Verpachtung der dort verzeichneten Ländereien vorgenommen. Mit Ausnahme der Hofraumbesitzung und des zugehörigen Gartens sollen nach Ausweisung einiger Wege Acker-, Wiesen- und Weidenparzellen von 0,25 bis 0,75 ha (1 bis 3 preuß. Morgen) Größe abgeschnitten und örtlich durch Pfähle abgegrenzt werden. Außerdem sind an der Chaussee eine Anzahl Bauplätze in einer Größe von etwa 15 Ar vorzusehen.

Die **Tafel X**, im Maßstabe 1:2000 gezeichnet, weist die Einteilung im angegebenen Sinne nach. Sie enthält außer dem alten Bestande die neu entworfenen Wegeanlagen und Parzellen, für die beiden letzteren auch die für die Absteckung im Felde erforderlichen Maße. Das Liniennetz der Aufnahme ist fortgelassen.

Der eigentlichen Planteilung geht die Aufschließung der Ländereien voraus. Ein durchgehender Weg I, anfangs 5,0 m, dann 4,0 m breit, verbindet die Chaussee mit dem Voss-Bache. Er teilt das ganze Gebiet in zwei fast gleiche Stücke und wird in seinem östlichen Teile entlang der Wiesenfläche, von ihr nördlich, geführt. In seinem Verlaufe bis zu den Wiesengrundstücken ist ein Knickpunkt vorgesehen, der in der Verbindungslinie der Gartenecke (1) und eines im Süden gelegenen Grenzsteines (2) liegt. Die genannte Verbindungsgerade bildet vom Wege I nach Süden zu die östliche Grenze des Weges III, der zur Aufschließung der Ackerstücke 19, 20 und 21 dient. Ein dritter Weg (II) endlich zweigt etwa in der Mitte des Weges I ab und ist gleichfalls, wie Weg III, in einer Fahrbahnbreite von 4,0 m Breite auszubauen. Wegegräben sind nicht erforderlich. Bei der Abzweigung der Wege II und III ist zur besseren Einfahrt eine „Wegekehre“ oder „Wende“ nach beiden Seiten im Ausmaße von 4,0 m anzulegen.

Für Weg I können die Absteckmaße nur für die südliche Wegeseite der **Tafel X** entnommen werden. Die zweite, zur obigen parallel verlaufende Seite wird rechtwinklig auf dieser im Abstände von 5,0 bzw. 4,0 m abgesetzt. Hierüber ist Näheres im Teile II des „Feldmessens“ bei den „Absteckungs-“ oder „Tracierungsarbeiten“ zu finden.

Sind, etwa in der Reihenfolge der Bezeichnung, die drei Wege I, II und III ins Feld übertragen und durch Pfähle (siehe Taf. X) im Felde festgelegt, so kann mit der Absteckung der neuen Parzellen begonnen werden.

Die Lage der Bauplätze 3 und 4 ist nach den Maßen sehr einfach zu bestimmen. Das gleiche gilt für die Bauplätze 5 bis 9, deren östliche Begrenzung geradlinig vom Grenzsteine (3) bis zum Pfahle (4) in der südlichen Seite des Weges I verläuft. Sollte das Längenmaß 140,8 m nicht mit der im Felde gefundenen Länge (3) (4) übereinstimmen, so ist eine Abweichung, die das andert-halb-fache der nach Seite 226 angegebenen Fehlergrenze d nicht überschreiten soll, verhältnismäßig auf die einzelnen Absteckmaße (ähnlich Seite 150 und 151) zu verteilen. Dieses Verfahren gilt allgemein für die hier in Frage kommenden Absteckungen.

An der Hand der Tafel X fällt es nicht schwer, die Festlegung der Grenzpunkte auch für die weiteren Pachtstücke zu verfolgen.

Ueber die Berechnung der einzelnen Flächen braucht nichts mehr gesagt zu werden.

L. Anhang.

Nr. I. Zuschläge für geneigt gemessene Längen in m.
(Siehe Seite 40 und 45.)

Neigungs- winkel	Ge- fälle in	Für eine Länge von			Nei- gungs- winkel	Ge- fälle in	Für eine Länge von		
		3 m	5 m	20 m			3 m	5 m	20 m
		beträgt der Zuschlag z					beträgt der Zuschlag z		
α°	‰	m	m	m	α°	‰	m	m	m
0,0	0,0	0,000	0,000	0,00	7,2	12,6	0,023	0,039	0,16
0,5	0,9	0,000	0,000	0,00	7,4	13,0	0,025	0,042	0,17
1,0	1,7	0,001	0,001	0,00	7,6	13,3	0,026	0,044	0,18
1,5	2,6	0,001	0,002	0,01	7,8	13,7	0,028	0,046	0,19
2,0	3,5	0,002	0,003	0,01	8,0	14,1	0,029	0,049	0,19
2,2	3,8	0,002	0,004	0,01	8,2	14,4	0,031	0,051	0,20
2,4	4,4	0,003	0,004	0,02	8,4	14,8	0,032	0,054	0,21
2,6	4,6	0,003	0,005	0,02	8,6	15,1	0,034	0,056	0,22
2,8	4,9	0,004	0,006	0,02	8,8	15,5	0,035	0,059	0,24
3,0	5,2	0,004	0,007	0,03	9,0	15,8	0,037	0,062	0,25
3,2	5,6	0,004	0,008	0,03	9,2	16,2	0,039	0,064	0,26
3,4	5,9	0,005	0,009	0,04	9,4	16,6	0,040	0,067	0,27
3,6	6,2	0,006	0,010	0,04	9,6	16,9	0,042	0,070	0,28
3,8	6,6	0,007	0,011	0,04	9,8	17,3	0,044	0,073	0,29
4,0	7,0	0,007	0,012	0,05	10,0	17,6	0,046	0,076	0,30
4,2	7,3	0,008	0,013	0,05	10,2	18,0	0,047	0,079	0,32
4,4	7,7	0,009	0,015	0,06	10,4	18,4	0,049	0,082	0,33
4,6	8,0	0,010	0,016	0,06	10,6	18,7	0,051	0,086	0,34
4,8	8,4	0,010	0,018	0,07	10,8	19,1	0,053	0,089	0,35
5,0	8,7	0,011	0,019	0,08	11,0	19,4	0,055	0,092	0,37
5,2	9,1	0,012	0,021	0,08	11,2	19,8	0,057	0,095	0,38
5,4	9,5	0,013	0,022	0,09	11,4	20,2	0,059	0,099	0,39
5,6	9,8	0,014	0,024	0,10	11,6	20,5	0,061	0,102	0,41
5,8	10,2	0,015	0,026	0,10	11,8	20,9	0,063	0,106	0,42
6,0	10,5	0,016	0,028	0,11	12,0	21,3	0,066	0,109	0,44
6,2	10,9	0,017	0,029	0,12	12,2	21,6	0,068	0,113	0,45
6,4	11,2	0,019	0,031	0,12	12,4	22,0	0,070	0,117	0,47
6,6	11,6	0,020	0,033	0,13	12,6	22,4	0,072	0,120	0,48
6,8	11,9	0,021	0,035	0,14	12,8	22,7	0,075	0,124	0,50
7,0	12,3	0,022	0,037	0,15	13,0	23,1	0,077	0,128	0,51

Neigungs- winkel α°	Ge- fälle in ‰	Für eine Länge von			Nei- gungs- winkel α°	Ge- fälle in ‰	Für eine Länge von		
		3 m	5 m	20 m			3 m	5 m	20 m
		beträgt der Zuschlag z m					beträgt der Zuschlag z m		
13,2	23,5	0,079	0,132	0,53	22,2	40,8	0,222	0,370	1,48
13,4	23,8	0,082	0,136	0,54	22,4	41,2	0,226	0,378	1,51
13,6	24,2	0,084	0,140	0,56	22,6	41,6	0,230	0,384	1,54
13,8	24,6	0,087	0,144	0,58	22,8	42,0	0,234	0,390	1,56
14,0	24,9	0,089	0,148	0,59	23,0	42,4	0,238	0,398	1,59
14,2	25,3	0,092	0,153	0,61	23,2	42,9	0,243	0,404	1,62
14,4	25,7	0,094	0,157	0,63	23,4	43,3	0,247	0,411	1,64
14,6	26,1	0,097	0,161	0,65	23,6	43,7	0,251	0,418	1,67
14,8	26,4	0,100	0,166	0,66	23,8	44,1	0,255	0,425	1,70
15,0	26,8	0,102	0,170	0,68	24,0	44,5	0,260	0,432	1,73
15,2	27,2	0,105	0,175	0,70	24,2	45,0	0,263	0,439	1,76
15,4	27,5	0,108	0,180	0,72	24,4	45,4	0,268	0,446	1,79
15,6	27,9	0,111	0,184	0,74	24,6	45,8	0,272	0,454	1,82
15,8	28,3	0,113	0,189	0,76	24,8	46,2	0,277	0,461	1,84
16,0	28,7	0,116	0,194	0,77	25,0	46,6	0,281	0,468	1,87
16,2	29,1	0,119	0,199	0,79	25,2	47,1	0,286	0,476	1,90
16,4	29,4	0,122	0,203	0,81	25,4	47,5	0,290	0,484	1,93
16,6	29,8	0,125	0,208	0,83	25,6	47,9	0,295	0,491	1,96
16,8	30,2	0,128	0,213	0,85	25,8	48,3	0,299	0,498	1,99
17,0	30,6	0,131	0,218	0,87	26,0	48,8	0,304	0,506	2,02
17,2	30,9	0,134	0,224	0,89	26,2	49,2	0,308	0,514	2,05
17,4	31,3	0,137	0,229	0,92	26,4	49,6	0,313	0,522	2,09
17,6	31,7	0,140	0,234	0,94	26,6	50,1	0,317	0,529	2,12
17,8	32,1	0,144	0,239	0,96	26,8	50,5	0,322	0,537	2,15
18,0	32,5	0,147	0,245	0,98	27,0	51,0	0,327	0,545	2,18
18,2	32,9	0,150	0,250	1,00	27,2	51,4	0,332	0,553	2,21
18,4	33,3	0,153	0,256	1,02	27,4	51,8	0,337	0,561	2,24
18,6	33,7	0,156	0,261	1,04	27,6	52,3	0,341	0,569	2,28
18,8	34,0	0,160	0,267	1,07	27,8	52,7	0,346	0,577	2,31
19,0	34,4	0,164	0,272	1,09	28,0	53,2	0,351	0,586	2,34
19,2	34,8	0,166	0,278	1,11	28,2	53,6	0,356	0,594	2,37
19,4	35,2	0,170	0,284	1,14	28,4	54,1	0,361	0,602	2,41
19,6	35,6	0,174	0,290	1,16	28,6	54,5	0,366	0,610	2,44
19,8	36,0	0,177	0,296	1,18	28,8	55,0	0,371	0,618	2,47
20,0	36,4	0,181	0,302	1,20	29,0	55,4	0,376	0,627	2,51
20,2	36,8	0,184	0,307	1,23	29,2	55,9	0,381	0,636	2,54
20,4	37,2	0,188	0,314	1,25	29,4	56,4	0,386	0,644	2,58
20,6	37,6	0,192	0,320	1,28	29,6	56,8	0,392	0,652	2,61
20,8	38,0	0,196	0,326	1,30	29,8	57,3	0,397	0,661	2,64
21,0	38,4	0,199	0,332	1,33	30,0	57,7	0,402	0,670	2,68
21,2	38,8	0,203	0,338	1,35	31,0	60,1	0,428	0,714	2,86
21,4	39,2	0,207	0,344	1,38	32,0	62,5	0,456	0,760	3,04
21,6	39,6	0,211	0,351	1,40	33,0	64,9	0,484	0,806	3,23
21,8	40,0	0,214	0,358	1,43	34,0	67,5	0,513	0,855	3,42
22,0	40,4	0,218	0,364	1,46	35,0	70,0	0,542	0,904	3,62

Schewior, Feldmessen I.

15

Nr. II. Höchstens zulässige Abweichung der Längenmessungen.
(Siehe Seite 49).

Zu- lässige Ab- wei- chung d in m	In der Gelände- klasse (s. S. 49)			Zu- lässige Ab- wei- chung d in m	In der Gelände- klasse (s. S. 49)			Zu- lässige Ab- wei- chung d in m	In der Gelände- klasse (s. S. 49)		
	I	II	III		I	II	III		I	II	III
	bei einer Länge von				bei einer Länge von				bei einer Länge von		
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
0,00	0	0	0	0,41	299	215	169	0,81	807	612	499
0,01	1	0	0	0,42	310	224	176	0,82	820	623	508
0,02	2	1	1	0,43	322	233	184	0,83	834	633	517
0,03	3	2	2	0,44	334	242	191	0,84	847	644	526
0,04	5	3	3	0,45	346	251	198	0,85	860	655	535
0,05				0,46	358	260	206	0,86	874	665	544
0,06	7	5	4	0,47	370	270	213	0,87	887	676	553
0,07	10	7	5	0,48	382	279	221	0,88	900	687	562
0,08	14	9	7	0,49	394	288	229	0,89	914	697	571
0,09	18	12	9	0,50	406	298	236	0,90	927	708	580
0,10	22	15	11	0,51	419	307	244	0,91	941	719	590
0,11	27	18	14	0,52	431	317	252	0,92	954	730	599
0,12	32	21	16	0,53	443	326	260	0,93	968	741	608
0,13	37	25	19	0,54	456	336	268	0,94	981	751	617
0,14	43	29	22	0,55	468	346	276	0,95	995	762	626
0,15	50	34	26	0,56	481	355	284	0,96	1009	773	635
0,16	56	38	29	0,57	494	365	292	0,97	1022	784	645
0,17	63	43	33	0,58	506	375	300	0,98	1036	795	654
0,18	70	48	37	0,59	519	385	309	0,99	1049	806	663
0,19	78	53	41	0,60	532	395	317	1,00	1063	817	672
0,20	86	59	45	0,61	545	405	325	1,01	1076	827	682
0,21	94	65	50	0,62	557	415	334	1,02	1090	838	691
0,22	102	71	54	0,63	570	425	342	1,03	1104	849	700
0,23	111	77	59	0,64	583	435	351	1,04	1117	860	710
0,24	120	83	64	0,65	596	445	359	1,05	1131	871	719
0,25	129	90	69	0,66	609	456	368	1,06	1145	882	728
0,26	139	97	74	0,67	622	466	376	1,07	1158	893	738
0,27	148	104	80	0,68	635	476	385	1,08	1172	904	747
0,28	158	111	85	0,69	648	486	393	1,09	1186	915	756
0,29	168	118	91	0,70	661	497	402	1,10	1199	926	766
0,30	178	125	97	0,71	674	507	411	1,11	1213	937	775
0,31	188	133	103	0,72	687	517	419	1,12	1217	948	785
0,32	199	141	109	0,73	701	528	428	1,13	1240	959	794
0,33	209	148	115	0,74	714	538	437	1,14	1254	970	803
0,34	220	156	122	0,75	727	549	446	1,15	1268	981	813
0,35	231	165	128	0,76	740	559	454	1,16	1282	992	822
0,36	242	173	135	0,77	753	570	463	1,17	1295	1003	832
0,37	253	181	142	0,78	767	580	472	1,18	1309	1015	841
0,38	264	189	148	0,79	780	591	481	1,19	1322	1026	851
0,39	276	198	155	0,80	793	601	490		1336	1037	860
0,40	287	207	162								

Nr. III. Die höchstens zulässigen Abweichungen bei Flächen-
ermittlungen.

(Siehe Seite 215).

Fläche F in a	Erlaubte Abwei- chung d in a	Fläche F in ha	Erlaubte Abwei- chung d in a	Fläche F in ha	Erlaubte Abwei- chung d in a
0,1	0,02	1,5	0,97	20,0	4,47
0,2	0,03	2,0	1,13	22,0	4,78
0,3	0,04	2,5	1,27	24,0	5,10
0,5	0,05	3,0	1,41	26,0	5,40
0,7	0,06	3,5	1,53	28,0	5,70
0,9	0,07	4,0	1,65	30,0	6,00
1,0	0,08	4,5	1,76	32,0	6,30
2,0	0,11	5,0	1,87	34,0	6,60
3,0	0,13	5,5	1,98	36,0	6,90
4,0	0,15	6,0	2,08	38,0	7,18
5,0	0,17	6,5	2,18	40,0	7,48
10,0	0,25	7,0	2,28	42,0	7,78
15,0	0,30	7,5	2,37	44,0	8,06
20,0	0,35	8,0	2,47	46,0	8,36
25,0	0,39	8,5	2,56	48,0	8,66
30,0	0,43	9,0	2,65	50,0	8,94
35,0	0,46	9,5	2,74	55,0	9,66
40,0	0,49	10,0	2,83	60,0	10,40
45,0	0,52	11,0	3,00	65,0	11,10
50,0	0,55	12,0	3,17	70,0	11,85
55,0	0,58	13,0	3,34	75,0	12,55
60,0	0,61	14,0	3,51	80,0	13,25
70,0	0,66	15,0	3,67	85,0	14,00
80,0	0,70	16,0	3,84	90,0	14,70
90,0	0,75	17,0	4,00	95,0	15,40
100,0	0,79	18,0	4,16	100,0	16,10
		19,0	4,32		

Nr. IV. Bestimmungen über die Anwendung gleichmäßiger Signaturen
für topographische und geometrische Karten, Pläne und Risse.

(Siehe Seite 64).

Laut Beschluß des Zentralkomitees der Vermessungen im Preußischen Staate vom 20. Dezember 1879, mit Berücksichtigung der durch die Beschlüsse vom 16. Dezember 1882, 12. Dezember 1884, 15. Dezember 1886 und 21. Dezember 1887 herbeigeführten Abänderungen.

(Auszug).

§ 1. Die in den gegenwärtigen Bestimmungen bezeichneten Signaturen finden Anwendung auf alle Karten, Pläne, Risse usw., welche auf Kosten oder im Auftrage bzw. unter Leitung von Staatsbehörden behufs der allgemeinen

topographischen Darstellung des Terrains oder der speziellen Darstellung der Liegenschaften angefertigt werden, insoweit die durch die Signaturen bezeichneten Gegenstände nach dem Zwecke der betreffenden Karten usw. in denselben überhaupt zur Darstellung kommen.

Es bleibt jedem Zweige der Staatsverwaltung vorbehalten, neben diesen allgemeinen Signaturen für die Zeichnung der auf ihre Veranlassung herzustellenden Karten und Vermessungswerke diejenigen besonderen Signaturen anzuordnen, welche durch den Zweck der Karten usw. bedingt werden.

A. Uebersichts-(General-)Karten.

§ 2. Die Zeichnung von Uebersichts-(General-)Karten erfolgt nach den durch die Musterblätter für die topographischen Arbeiten der Königl. Preußischen Landesaufnahmen festgestellten Vorschriften (siehe auch Seite 180).

B. Spezialkarten.

1. Darstellung der im Felde vorhandenen Linien in der Horizontalprojektion.

§ 3. Für die Zeichnung der in den Spezialkarten in der Horizontalprojektion darzustellenden Grenzen und sonstigem auf dem Felde vorhandenen Linien gelten folgende allgemeine Regeln.

1. Die Eigentums- und Kulturgrenzen oder sonstigen Linien werden in schwarzer Farbe ausgezogen. Linien, welche Wasserrinnen oder andere Wasserläufe, Drainstränge usw. bezeichnen, können in blauer Farbe ausgezogen werden.

2. Insoweit es darauf ankommt, neben dem bisherigen Bestande der Grundstücke auch noch den durch Grenzveränderungen, Grundstücksteilungen oder Zusammenlegungen, durch Anlegung von Wegen, Straßen, Chausseen, Eisenbahnen, Kanälen und dergl. mehr entstehenden neuen Zustand in den Karten unterscheidend darzustellen, können die neuen Grenzen oder sonstigen Linien in roter Farbe (Karmin) ausgezogen werden.

3. Höhenschichtenlinien*) werden in brauner Farbe (Sepia) ausgezogen. Dabei werden die Höhenschichten tunlichst in Gruppen von 5 zu 5 Schichten dergestalt markiert, daß je für die fünfte Schicht stärkere, je für die zwischenliegenden vier Schichten feinere Linien verwendet werden. (Vergl. § 19, Nr. 2).

4. Bonitätsklassengrenzen, welche nicht mit anderen in den Karten dargestellten Grenzen zusammenfallen, werden mit feinen Linien von grüner Farbe ausgezogen.

5. Beim Ausziehen aller Grenzlinien, gleichviel ob dieselben als gerade Linien oder als Kurven gezogen werden, dürfen die bei der Kopierung (siehe Seite 162) bzw. Kartierung (s. S. 192) oder sonstigen Auftragung entstandenen, die Eck- und Brechungspunkte der Linien und die auf denselben befindlichen Grenzmale usw. bezeichnenden Nadel- und Zirkelstiche usw. mit Farbe nicht bedeckt werden (s. a. S. 159).

*) Siehe Teil II des „Feldmessens“.

2. Farbenstreifen.

§ 4. 1. Zur Bezeichnung der Grenzen des Staates, der Kreise, der Gemarkungen, sowie der Gemeinde- und selbständigen Gutsbezirke werden die betreffenden Grenzlinien (§ 3) mit grünem Farbenstreifen und zwar:

- a) wenn die Grenze unstreitig ist, mit Vollstreifen,
- b) wenn sie streitig ist, mit abgebrochenen Streifen begleitet.

2. Besteht eine Karte aus mehreren Blättern, deren gegenseitige Grenze durch Grundstücksgrenzen gebildet wird, so wird eine solche Kartenblatts-(Flur-)Grenze (s. S. 169), falls sie koloriert wird, mit einem violetten Farbstreifen (Magenta) versehen.

3. Insoweit ein besonderes Kolorit hierfür stattfindet, werden die Grenzen der Gewannen, Feldlagen usw. mit breiteren, die Eigentumsgrenzen mit schmaleren Streifen von gelber Farbe bezeichnet.

Wenn jedoch die Karte Flächenkolorit (§ 5 und § 6) erhält (s. a. S. 160), so werden die Gewannen und Eigentumsgrenzen mit Streifen von der Farbe des Flächenkolorits, jedoch in dunklerem Tone ausgeführt, versehen.

4. Neu entstandene Eigentumsgrenzen können zum Unterschiede von bereits vorhandenen Grenzen mit einem roten Farbenstreifen (Karmin) versehen werden. (Vergl. § 3 Nr. 2).

3. Flächenkolorit für die Bodenbenutzung.

§ 5. Die verschiedenen Benutzungsarten des Grund und Bodens (Kulturarten S. 75) werden im Falle der Kolorierung der betreffenden Flächen (siehe S. 160) durch die nachbezeichneten Farben dargestellt.

1. Chausseen, Eisenbahnen, Straßen und andere Wege usw.: braun (Terrasienna);
2. Wasserflächen, Flüsse, Bäche usw.: hellblau (Preußischblau);
3. Grundflächen der Gebäude und zwar:
 - a) der öffentlichen Gebäude: dunkelrot (Karmin),
 - b) der Wohngebäude: hellrot (Karmin),
 - c) anderer Gebäude: braun (Sepia);
4. Hofräume: dunkelgrau (chinesische Tusche);
5. Begräbnisplätze: dunkelgrün*) (mit schwarzen Kreuzsignaturen);
6. Ackerland: grünlichbraun;
7. Gärten (Gemüseärten, Obstgärten, Weingärten usw.): dunkelgrün;
8. Wiesen: gelbgrün;
9. Weiden (Hütung, Viehweide) und Heiden: blaugrün;
10. Heiden (falls sie von den Weiden gesondert koloriert werden): orangegelb;
11. Moorflächen: blaugrün mit blauen Streifen;
12. Torfstiche: blaugrün mit der in brauner Farbe (Sepia) auszuzeichnenden Torfstichsignatur (s. Fig. 278 links unten);
13. Holzung: hellgrau (chinesische Tusche);

*) Wie die Gärten § 5 unter 7.

14. Sandschellen, Dünen usw.: gelb;
15. Kies: gelb mit dunkelgelben Punkten;
16. Steinbrüche, Lehm-, Mergel-, Sand-, Kies- und ähnliche Gruben: gelb mit roten Punkten (unter Einschreibung der betreffenden Grubenbezeichnung).

§ 6. Die im § 5 bezeichneten Farbenbestimmungen finden auch dann Anwendung, wenn nach dem Zwecke der kartographischen Darstellung anstatt der Flächenkolorierung nur eine Färbung der Konturen oder eine Schraffierung der Flächen (wie solche unter Umständen beispielsweise bei Gebäuden gebräuchlich ist) bewirkt wird.

Die Böschungflächen an Eisenbahnen, Chausseen, Wegen (Hohlwegen), Deichen, anderen Dämmen, Kanälen und dergl. mehr können, es mag im übrigen das Flächenkolorit des § 5 angewendet werden oder nicht, in schwarzer Tusche mit blaugrünem Grundtone (§ 5 unter 9) abgeschattiert werden, wobei als Regel gilt, daß die höherliegende Böschungskante den dunkleren, die tieferliegende den helleren Farbenton erhält.

4. Federzeichnung für die Bodenbenutzung.

§ 7. Zur Darstellung der Bodenbenutzung durch Federzeichnung dienen die für Uebersichtskarten (§ 2) geltenden Signaturen, gleichviel ob dieselben auf der ganzen Kartenfläche des Grundstücks oder nur in einzelnen Gruppen angebracht werden.

Diese Signaturen (s. S. 161 und Fig. 278) können für sich allein oder gleichzeitig mit dem Flächenkolorit (§ 5 und § 6) angewendet werden.

5. Normalzeichen für die Bodenbenutzung.

§ 8. Insoweit die verschiedenen Benutzungsarten des Grund und Bodens (Kulturarten) durch Schrift bezeichnet werden, können hierfür die folgenden allgemeinen, mit lateinischer Schrift zu schreibenden Normalzeichen angewendet werden:

1. für Hofräume	Hf
2. „ Ackerland	A
3. „ Hausgärten	Hg
4. „ Weingärten	Wg
5. „ andere Gärten	G
6. „ Wiesen	W
7. „ Weiden (Viehweiden) und Heiden	V
8. „ Holzungen	H
9. „ Wasserstücke	Wa
10. „ Oedland	O
11. „ Unland	U.

6. Topographische Gegenstände.

§ 9. Die Zeichnung der topographischen Gegenstände erfolgt nach den Mustern der Figuren 154 und 155 in der Regel in schwarzer Tusche.

7. Grenzmale.

§ 10. Die Zeichen für Grenzmale ergeben sich aus den Fig. 151 und 152.

Die danach (Fig. 152) für „Handrisse“ vorgeschriebenen Zeichen finden vorzugsweise Anwendung bei der Führung der Feldbücher (Messungsmanuale) und Messungsrisse usw., in welche zugleich die Messungszahlen eingetragen werden usw.; die für die „Karten“ (Fig. 273) vorgeschriebenen Zeichen werden dagegen vorzugsweise in den eigentlichen Karten (Lageplänen) angewendet. Jedoch können, wo solches zweckmäßig erscheint, die Zeichen für „Handrisse“ auch in den eigentlichen Karten zur Darstellung gebracht werden.

Die Grenzmale werden in der Regel in schwarzer Tusche ausgezeichnet. Wo es aber darauf ankommt, neu gesetzte oder neu angelegte Grenzmale von früher vorhanden gewesenen Grenzmalen unterscheidend darzustellen, können die ersteren in roter Farbe (Karmin) ausgezeichnet werden.

§ 11. Jedes der für „Karten“ bestimmten Zeichen für Hecken, Zäune, Erdwälle, Gräben, Raine, Mauern usw. wird in der Regel nur einmal auf der Mitte der betreffenden einzelnen Grenzstrecke angebracht, dergestalt, daß aus der Stellung der Zeichen unzweifelhaft erkannt werden kann, an welcher Seite der Grenzlinien die Hecken, Zäune, Erdwälle, Gräben, Raine, Mauern usw. sich befinden, oder ob die Mitte derselben die Grenze bildet.

Als einzelne Grenzstrecke gilt hierbei in der Regel jeder Teil einer Grenzlinie, welcher — gleichviel ob geradlinig oder gekrümmt — zwischen zwei Punkten liegt, in denen drei Grenzlinien zusammentreffen, bzw. in welchem eine Grenzlinie von einer seitwärts auf dieselben zulaufenden anderen Grenzlinie getroffen wird.

Aendert sich das Grenzmal innerhalb einer solchen Grenzstrecke, sei es, daß die Hecke, der Zaun, der Erdwall, der Graben, der Rain oder die Mauer auf die andere Seite der Grenzlinie übergeht, oder sei es, daß das eine dieser Grenzmale mit einem anderen wechselt, so wird der Punkt, an welchem die Aenderung eintritt (Scheidpunkt), durch einen kurzen Querstrich kenntlich gemacht.

8. Zeichen für Messungspunkte und Messungslinien.

§ 12. Die polygonometrischen Punkte (Polygonpunkte S. 76) erhalten Nummern in arabischen Zahlzeichen. Die Nummern werden rot geschrieben und einfach (rot) unterstrichen (s. S. 159). Sämtliche Messungslinien, nicht minder die bei neuen Kartierungen in Abständen von einem Dezimeter voneinander zu ziehenden Linien des Quadratnetzes (s. S. 160), welches dazu dient, um die polygonometrischen Punkte nach den für dieselben berechneten Koordinaten aufzutragen, werden mit roter Farbe (Karmin) ausgezeichnet.

In Feldbüchern kann die Auszeichnung der Polygon-Punkte und -Seiten in schwarzer Farbe*) erfolgen.

*) Bleistift oder Tinte (s. S. 61).

Wenn es darauf ankommt, ältere und neuere oder sonst verschiedene Messungen unterscheidend darzustellen, so können hierfür verschiedene Farben angewendet werden.

§ 13. 1. In den Feldbüchern werden die Polygonseiten und die Messungslinien ihrer ganzen Länge nach in der vorgeschriebenen Signatur (Figur 172) ausgezeichnet.

2. In den Karten genügt es, die Polygonseiten sowie die Messungslinien — und zwar ohne die von denselben (als Abscissenlinien) gemessenen rechtwinkligen Abstände (Ordinaten), siehe Seite 18 — an ihren Anfangs-, End- und Kreuzungs- bzw. Einbindepunkten (S. 159) bis auf Entfernungen von 5 bis 10 Millimeter auszuzeichnen.

3. Auch kann in den Karten die Bezeichnung der Bindepunkte (Kleinpunkte Seite 78) der besonderen Messungslinien mit Kreisen (Seite 159) weggelassen werden.

4. Die Linien des Quadratnetzes (§ 12 zu 4 und S. 151), deren Kreuzungspunkte wie die Polygonpunkte mit Kreisen (S. 159) umgeben werden, sind, so weit sie außerhalb der eigentlichen Lageplanzeichnung liegen, vollständig (rot) auszuziehen. Innerhalb der Zeichnung genügt es aber, das Ausziehen bis auf eine Entfernung von 10 bis 15 Millimeter von den Kreuzungspunkten zu beschränken. Der Abstand der Quadratnetzlinien vom Nullpunkte (des Koordinatensystems) ist in roter Farbe (Karmin) beizufügen.

§ 14. Die Nordrichtung (wirkliche Mittagslinie) wird durch einen schwarzen Pfeil bezeichnet.

Wenn ein Quadratnetz der im § 12 unter 4 gedachten Art auf der Karte vorhanden und dasselbe nach den Haupthimmelsrichtungen orientiert ist, so wird zur Bezeichnung der Nordrichtung einer passend gelegenen Seite des Quadratnetzes eine Pfeilspitze beigefügt.

Wird der magnetische Meridian dargestellt, so ist dies durch die Beischrift „Magnetischer Norden“ zu kennzeichnen.

§ 15. Als Zeichen der Zusammengehörigkeit verschiedener Kartenfiguren nach Eigentumsbestand, Parzellenbestand oder in sonstiger Beziehung dienen — sofern dies nicht in anderer Weise durch die Art der Zeichnung kenntlich gemacht wird — kleine Haken, siehe z. B. Figur 166 und Tafel IV.

§ 16. Die Festpunkte*) der Präzisionsnivellements der Landesaufnahme werden in den Situationsplänen mit blauer Farbe (Kobalt oder Ultramarin) ausgezeichnet, nach Belieben unter Beifügung der Nummer, welche auf dem zur Markierung des Punktes dienenden Bolzen angebracht zu sein pflegt. Zur Bezeichnung anderer Nivellements festpunkte dient die zinnoberröte Farbe. Die Unterscheidung durch blaue oder zinnoberröte Farbe findet auch bei den „Pegeln“**) statt, je nachdem dieselben von der Landesaufnahme oder anderweit einnivelliert worden sind.

*) Siehe Seite 5 usw.

**) Siehe II. Teil des „Feldmessens“.

Der Signatur wird die Höhenzahl des Nivellements-Festpunktes bezw. des Pegel-Nullpunktes nach Bedarf beigefügt.

Zinnoberrot werden außerdem die Nivellementsstationen in den Situationsplänen mit kleinen Kreisen und Nummern, die Kilometerpunkte mit Doppelkreisen versehen. Die Nivellementslinien selbst werden in kräftigen zinnoberroten Volllinien ausgezogen. In gleicher Weise wird die Lage der Querprofile angedeutet, wenn dieselben in dem Situationsplan — sei es, weil sie nicht senkrecht zur Hauptlinie genommen sind, oder sei es aus anderen Gründen — überhaupt angegeben werden.

9. Maßbezeichnungen.

§ 17. 1. Wo eine abgekürzte Bezeichnung des Maßes stattfindet, ist zu bezeichnen:

A. Längenmaße:

das Kilometer	mit . . .	km
das Meter	mit . . .	m
das Zentimeter	mit . . .	cm
das Millimeter	mit . . .	mm

B. Flächenmaße:

das Quadratkilometer	mit . . .	qkm
das Hektar	mit . . .	ha
das Ar	mit . . .	a
das Quadratmeter	mit . . .	qm
das Quadratzentimeter	mit . . .	qcm
das Quadratmillimeter	mit . . .	qmm

C. Körpermaße:

das Kubikmeter	mit . . .	cbm
das Hektoliter	mit . . .	hl
das Liter	mit . . .	l
das Kubikzentimeter	mit . . .	ccm
das Kubikmillimeter	mit . . .	cmm

2. Den Buchstaben werden Schlußpunkte nicht beigefügt.

Die Buchstaben werden an das Ende der vollständigen Zahlenausdrücke — nicht über das Dezimalkomma derselben. — gesetzt, also 5,37 m, nicht 5 m 37 und nicht 5 m 37 cm.

Zur Trennung der Einerstellen von den Dezimalen dient das Komma, nicht der Punkt. Sonst ist das Komma bei Maßzahlen nicht anzuwenden, insbesondere nicht zur Abteilung mehrstelliger Zahlenausdrücke. Solche Abteilung ist durch Anordnung der Zahlen in Gruppen zu je drei Ziffern, vom Komma aus gerechnet, mit angemessenem Zwischenraum zwischen den Gruppen zu bewirken.

3. Bei den in Karten, Feldbüchern usw. vorkommenden Längenmaßen kann jedoch von der Beifügung einer Maßbezeichnung ganz abgesehen werden; die Zahlen für Meter sind dann stets als ganze Zahlen, dagegen die Zahlen für

Dezimeter bzw. Zentimeter als Dezimalbrüche zu schreiben, so daß beispielsweise unter 27,3 oder 9,05 stets 27,3 m oder 9,05 m zu verstehen ist. Bei Anwendung dieser Schreibweise muß jedoch auch bei solchen Maßzahlen, welche auf volle Meter lauten, das Fehlen von Teilen des Meters durch Beifügung mindestens einer Null nach dem Dezimalkomma ausdrücklich gekennzeichnet werden. Es ist also z. B. statt 384 m zu schreiben 384,0 und nicht 384.

10. Maßzahlen.

§ 18. Die Schreibweise der Messungszahlen erfolgt unter Beachtung folgender allgemeinen Regeln:

1. Die Maße werden rechtwinklig gegen die Messungslinie, welcher sie (sei es als Abscissen-, sei es als Ordinatenmaße) angehören, fortlaufend geschrieben, dergestalt, daß der Fuß der Zahlen nach dem Anfangspunkte der Messung (Abscissen) hinweist, siehe Fig. 153 usw.

2. Das die ganze Länge einer Messungslinie angegebende Maß wird zur Auszeichnung doppelt unterstrichen (s. S. 62).

3. Die Maße für die Einbindepunkte der seitwärts abgehenden Messungslinien werden einmal unterstrichen (s. S. 75).

4. Bei wiederholter Messung einer Linie werden die dabei gefundenen Maße untereinander geschrieben und durch eine Klammer verbunden.

5. Die Maße für einzelne Grundstücksbreiten, Längen usw., für Steinentfernungen (s. S. 63) werden parallel der betreffenden Grenzstrecke, Dimension usw. geschrieben, vorausgesetzt, daß die Maße nicht fortlaufend über mehrere Punkte gemessen sind (Fig. 158 usw.) und deshalb die Schreibweise für Messungslinien (siehe unter 1.) stattzufinden hat.

§ 19. Den Drainröhrensträngen (§ 3 unter 1) werden die Rohrweiten, in Zentimetern ausgedrückt, und zwar parallel der Saugrichtung, in blauer Farbe beigeschrieben, z. B. 5 cm, 13 cm; siehe auch Seite 159.

Den Höbenschichtenlinien (§ 3 unter 3) werden parallel denselben die Höhenzahlen in Metern — in der Regel ohne Beifügung der Maßbezeichnung (vergl. § 17 unter 3.) — und zwar in brauner Farbe (Sepia) an geeigneter Stelle beigeschrieben.

11. Zählung der Quadranten.

§ 20. Bei Bestimmung der rechtwinkligen Koordinaten für die polygonometrischen Punkte wird die Abscissenachse (s. S. 140) tunlichst in die Richtung der „wahren Mittagslinie“ eines Hauptvermessungspunktes (s. S. 140 unten) gelegt. Dabei werden die Abscissen nach Norden positiv (+), nach Süden negativ (—), die Ordinaten nach Osten positiv (+), nach Westen negativ (—) gezählt, so daß die Quadranten sich in rechtläufiger Ordnung aneinanderreihen, also (Figur 257):

Der	I.	Quadrant	von	Norden	bis	Osten
„	II.	„	„	Osten	„	Süden
„	III.	„	„	Süden	„	Westen
„	IV.	„	„	Westen	„	Norden

gerechnet wird.

In gleicher Weise findet in allen sonstigen zur Anwendung kommenden Systemen rechtwinkliger Koordinaten die rechtläufige Ordnung der Quadranten Anwendung.

12. Besondere Regeln für Nivellementsprofile.

§ 21. Die Zeichnung der Nivellements-Querschnitte(-Profile) erfolgt unter Beachtung der nachstehenden allgemeinen Regeln, siehe hierzu den II. Teil des „Feldmessens“.

1. Die Höhenangaben müssen, soweit dies überhaupt zu ermöglichen ist*), auf den „Normal-Nullpunkt“ (S. 5) der Höhen im Preußischen Staate bezogen werden. Wo die hierfür erforderlichen Anschlußmessungen fehlen, müssen die Höhenangaben in positiven Zahlen erscheinen (s. a. S. 9 unten).

Die gleichmäßige Verkürzung der Ordinaten beim Zeichnen des Profils geschieht in glatten Zahlen, und zwar tunlichst von 10 zu 10 Metern. Die Ordinatenzahlen selbst werden aber nicht gekürzt, sondern vollständig in die Profile eingeschrieben.

2. In den Nivellementsprofilen werden die Terrain-(Gelände-)linien, die Horizontale und die Ordinaten zwischen der Terrainlinie und der Horizontalen schwarz, Wasserstandslinien blau ausgezogen.

Die projektierten Höhenlagen der Straßen, Eisenbahnen, Deichkronen usw., sowie die dazugehörigen Ordinaten werden zinnoberrot ausgezogen.

3. Die Profilverfläche des Auftrags wird hellrot, des Abtrages grau (mit chinesischer Tusche), des Terrains sepiabraun, des Wassers bis zum Wasserspiegel blau, des Moors oder Torfs geeignetenfalls schwarzgrün, der vorhandenen Brücken und sonstigen Bauwerke schwarz, der projektierten Bauanlagen zinnoberrot angelegt bzw. schraffiert.

4. Alle Höhenzahlen, welche sich auf das Terrain beziehen, werden in die Profile schwarz; diejenigen, welche sich auf Hochwasser, mittlere und niedrige Wasserstände usw. beziehen, blau, endlich diejenigen, die sich auf projektierte Höhenlagen der Straßen, Eisenbahnen usw. beziehen, zinnoberrot eingeschrieben.

5. Die Längenprofile von Flüssen, Bächen usw. sind in der Regel so aufzutragen, daß der Ursprung des Flusses usw. in der Zeichnung linker Hand liegt. Das linke Ufer ist in der Regel in Volllinien, das rechte Ufer, falls von demselben nicht etwa ein besonderes Profil gezeichnet wird, durch punktierte Linien anzudeuten.

In den Querprofilen von Flüssen, Bächen usw. muß das rechte Ufer auch in der Zeichnung stets rechter Hand liegen.

*) Siehe hierzu „Anhang“ des II. Teiles des „Feldmessens“ über: „Bestimmungen über den Anschluß der Nivellements an den Preußischen Landeshorizont“.

Nr. V. Vierstellige Logarithmen der

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0000	0043	0086	0128	0170	0212	0253	0294	0334	0374
11	0414	0453	0492	0531	0569	0607	0645	0682	0719	0755
12	0792	0828	0864	0899	0934	0969	1004	1038	1072	1106
13	1139	1173	1206	1239	1271	1303	1335	1367	1399	1430
14	1461	1492	1523	1553	1584	1614	1644	1673	1703	1732
15	1761	1790	1818	1847	1875	1903	1931	1959	1987	2014
16	2041	2068	2095	2122	2148	2175	2201	2227	2253	2279
17	2304	2330	2355	2380	2405	2430	2455	2480	2504	2529
18	2553	2577	2601	2625	2648	2672	2695	2718	2742	2765
19	2788	2810	2833	2856	2878	2900	2923	2945	2967	2989
20	3010	3032	3054	3075	3096	3118	3139	3160	3181	3201
21	3222	3243	3263	3284	3304	3324	3345	3365	3385	3404
22	3424	3444	3464	3483	3502	3522	3541	3560	3579	3598
23	3617	3636	3655	3674	3692	3711	3729	3747	3766	3784
24	3802	3820	3838	3856	3874	3892	2909	3927	3945	3962
25	3979	3997	4014	4031	4048	4065	4082	4099	4116	4133
26	4150	4166	4183	4200	4216	4232	4249	4265	4281	4298
27	4314	4330	4346	4362	4378	4393	4409	4425	4440	4456
28	4472	4487	4502	4518	4533	4548	4564	4579	4594	4609
29	4624	4639	4654	4669	4683	4698	4713	4728	4742	4757
30	4771	4786	4800	4814	4829	4843	4857	4871	4886	4900
31	4914	4928	4942	4955	4969	4983	4997	5011	5024	5038
32	5051	5065	5079	5092	5105	5119	5132	5145	5159	5172
33	5185	5198	5211	5224	5237	5250	5263	5276	5289	5302
34	5315	5328	5340	5353	5366	5378	5391	5403	5416	5428
35	5441	5453	5465	5478	5490	5502	5514	5527	5539	5551
36	5563	5575	5587	5599	5611	5623	5635	5647	5658	5670
37	5682	5694	5705	5717	5729	5740	5752	5763	5775	5786
38	5798	5809	5821	5832	5843	5855	5866	5877	5888	5899
39	5911	5922	5933	5944	5955	5966	5977	5988	5999	6010
40	6021	6031	6042	6053	6064	6075	6085	6096	6107	6117
41	6128	6138	6149	6160	6170	6180	6191	6201	6212	6222
42	6232	6243	6253	6263	6274	6284	6294	6304	6314	6325
43	6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6405	6415	6425
44	6435	6444	6454	6464	6474	6484	6493	6503	6513	6522
45	6532	6542	6551	6561	6571	6580	6590	6599	6609	6618
46	6628	6637	6646	6656	6665	6675	6684	6693	6702	6712
47	6721	6730	6739	6749	6758	6767	6776	6785	6794	6803
48	6812	6821	6830	6839	6848	6857	6866	6875	6884	6893
49	6902	6911	6920	6928	6937	6946	6955	6964	6972	6981
50	6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7059	7067
51	7076	7084	7093	7101	7110	7118	7126	7135	7143	7152
52	7160	7168	7177	7185	7193	7202	7210	7218	7226	7235
53	7243	7251	7259	7267	7275	7284	7292	7300	7308	7316
54	7324	7332	7340	7348	7356	7364	7372	7380	7388	7396

Unterteilung

	43	42	41	40	39
1	4,3	4,2	4,1	4,0	3,9
2	8,6	8,4	8,2	8,0	7,8
3	12,9	12,6	12,3	12,0	11,7
4	17,2	16,8	16,4	16,0	15,6
5	21,5	21,0	20,5	20,0	19,5
6	25,8	25,2	24,6	24,0	23,4
7	30,1	29,4	28,7	28,0	27,3
8	34,4	33,6	32,8	32,0	31,2
9	38,7	37,8	36,9	36,0	35,1
1	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4
2	7,6	7,4	7,2	7,0	6,8
3	11,4	11,1	10,8	10,5	10,2
4	15,2	14,8	14,4	14,0	13,6
5	19,0	18,5	18,0	17,5	17,0
6	22,8	22,2	21,6	21,0	20,4
7	26,6	25,9	25,2	24,5	23,8
8	30,4	29,6	28,8	28,0	27,2
9	34,2	33,3	32,4	31,5	30,6
1	3,3	3,2	3,1	3,0	2,9
2	6,6	6,4	6,2	6,0	5,8
3	9,9	9,6	9,3	9,0	8,7
4	13,2	12,8	12,4	12,0	11,6
5	16,5	16,0	15,5	15,0	14,5
6	19,8	19,2	18,6	18,0	17,4
7	23,1	22,4	21,7	21,0	20,3
8	26,4	25,6	24,8	24,0	23,2
9	29,7	28,8	27,0	27,0	26,1
1	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4
2	5,6	5,4	5,2	5,0	4,8
3	8,4	8,1	7,8	7,5	7,2
4	11,2	10,8	10,4	10,0	9,6
5	14,0	13,5	13,0	12,5	12,0
6	16,8	16,2	15,6	15,0	14,4
7	19,6	18,9	18,2	17,5	16,8
8	22,4	21,6	20,8	20,0	19,2
9	25,2	24,3	23,4	22,5	21,6

natürlichen Zahlen von 1 bis 999.

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
55	7404	7412	7419	7427	7435	7443	7451	7459	7466	7474
56	7482	7490	7497	7505	7513	7520	7528	7536	7543	7551
57	7559	7566	7574	7582	7589	7597	7604	7612	7619	7627
58	7634	7642	7649	7657	7664	7672	7679	7686	7694	7701
59	7709	7716	7723	7731	7738	7745	7752	7760	7767	7774
60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7839	7846
61	7853	7860	7868	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7917
62	7924	7931	7938	7945	7952	7959	7966	7973	7980	7987
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055
64	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8122
65	8129	8136	8142	8149	8156	8162	8169	8176	8182	8189
66	8195	8202	8209	8215	8222	8228	8235	8241	8248	8254
67	8261	8267	8274	8280	8287	8293	8299	8306	8312	8319
68	8325	8331	8338	8344	8351	8357	8363	8370	8376	8382
69	8388	8395	8401	8407	8414	8420	8426	8432	8439	8445
70	8451	8457	8463	8470	8476	8482	8488	8494	8500	8506
71	8513	8519	8525	8531	8537	8543	8549	8555	8561	8567
72	8573	8579	8585	8591	8597	8603	8609	8615	8621	8627
73	8633	8639	8645	8651	8657	8663	8669	8675	8681	8686
74	8692	8698	8704	8710	8716	8722	8727	8733	8739	8745
75	8751	8756	8762	8768	8774	8779	8785	8791	8797	8802
76	8808	8814	8820	8825	8831	8837	8842	8848	8854	8859
77	8865	8871	8876	8882	8887	8893	8899	8904	8910	8915
78	8921	8927	8932	8938	8943	8949	8954	8960	8965	8971
79	8976	8982	8987	8993	8998	9004	9009	9015	9020	9025
80	9031	9036	9042	9047	9053	9058	9063	9069	9074	9079
81	9085	9090	9096	9101	9106	9112	9117	9122	9128	9133
82	9138	9143	9149	9154	9159	9165	9170	9175	9180	9186
83	9191	9196	9201	9206	9212	9217	9222	9227	9232	9238
84	9243	9248	9253	9258	9263	9269	9274	9279	9284	9289
85	9294	9299	9304	9309	9315	9320	9325	9330	9335	9340
86	9345	9350	9355	9360	9365	9370	9375	9380	9385	9390
87	9395	9400	9405	9410	9415	9420	9425	9430	9435	9440
88	9445	9450	9455	9460	9465	9469	9474	9479	9484	9489
89	9494	9499	9504	9509	9513	9518	9523	9528	9533	9538
90	9542	9547	9552	9557	9562	9566	9571	9576	9581	9586
91	9590	9595	9600	9605	9609	9614	9619	9624	9628	9633
92	9638	9643	9647	9652	9657	9661	9666	9671	9675	9680
93	9685	9689	9694	9699	9703	9708	9713	9717	9722	9727
94	9731	9736	9741	9745	9750	9754	9759	9763	9768	9773
95	9777	9782	9786	9791	9795	9800	9805	9809	9814	9818
96	9823	9827	9832	9836	9841	9845	9850	9854	9859	9863
97	9868	9872	9877	9881	9886	9890	9894	9899	9903	9908
98	9912	9917	9921	9926	9930	9934	9939	9943	9948	9952
99	9956	9961	9965	9969	9974	9978	9983	9987	9991	9996

Unterteilung

	23	22	21	20	19
1	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9
2	4,6	4,4	4,2	4,0	3,8
3	6,9	6,6	6,3	6,0	5,7
4	9,2	8,8	8,4	8,0	7,6
5	11,5	11,0	10,5	10,0	9,5
6	13,8	13,2	12,6	12,0	11,4
7	16,1	15,4	14,7	14,0	13,3
8	18,4	17,6	16,8	16,0	15,2
9	20,7	19,8	18,9	18,0	17,1
	18	17	16	15	14
1	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4
2	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8
3	5,4	5,1	4,8	4,5	4,2
4	7,2	6,8	6,4	6,0	5,6
5	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0
6	10,8	10,2	9,6	9,0	8,4
7	12,6	11,9	11,2	10,5	9,8
8	14,4	13,6	12,8	12,0	11,2
9	16,2	15,3	14,4	13,5	12,6
	13	12	11	10	9
1	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9
2	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8
3	3,9	3,6	3,3	3,0	2,7
4	5,2	4,8	4,4	4,0	3,6
5	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5
6	7,8	7,2	6,6	6,0	5,4
7	9,1	8,4	7,7	7,0	6,3
8	10,4	9,6	8,8	8,0	7,2
9	11,7	10,8	9,9	9,0	8,1
	8	7	6	5	4
1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
2	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8
3	2,4	2,1	1,8	1,5	1,2
4	3,2	2,8	2,4	2,0	1,6
5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0
6	4,8	4,2	3,6	3,0	2,4
7	5,6	4,9	4,2	3,5	2,8
8	6,4	5,6	4,8	4,0	3,2
9	7,2	6,3	5,4	4,5	3,6

Nr. VI. Vierstellige Logarithmen
1. Logarithmen der trigonometrischen

log sinus

Grad	Minuten						Grad	Unterteilung										
	0'	10'	20'	30'	40'	50'		60'	142	137	134	129	125	122	119	115	113	
0	—	7.4637	7.7648	7.9408	8.0658	8.1627	8.2419	89	1	14,2	13,7	13,4	12,9	12,5	12,2	11,9	11,5	11,3
1	8.2419	8.3088	8.3668	8.4179	8.4637	8.5050	8.5428	88	2	28,4	27,4	26,8	25,8	25,0	24,4	23,8	23,0	22,6
2	8.5428	8.5776	8.6097	8.6397	8.6677	8.6940	8.7188	87	3	42,6	41,1	40,2	38,7	37,5	36,6	35,7	34,5	33,9
3	8.7188	8.7423	8.7645	8.7857	8.8059	8.8251	8.8436	86	4	56,8	54,8	53,6	51,6	50,0	48,8	47,6	46,0	45,2
4	8.8436	8.8613	8.8783	8.8946	8.9104	8.9256	8.9403	85	5	71,0	68,5	67,0	64,5	62,5	61,0	59,5	57,5	56,5
5	8.9403	8.9545	8.9682	8.9816	8.9945	9.0070	9.0192	84	6	85,2	82,2	80,4	77,4	75,0	73,2	71,4	69,0	67,8
6	9.0192	9.0311	9.0426	9.0539	9.0648	9.0755	9.0859	83	7	99,4	95,9	93,8	90,3	87,5	85,4	83,3	80,5	79,1
7	9.0859	9.0961	9.1060	9.1157	9.1252	9.1345	9.1436	82	8	113,6	109,6	107,2	103,2	100,0	97,6	95,2	92,0	90,4
8	9.1436	9.1525	9.1612	9.1697	9.1781	9.1863	9.1943	81	9	127,8	123,3	120,6	116,1	112,5	109,8	107,1	103,5	101,7
9	9.1943	9.2022	9.2100	9.2176	9.2251	9.2324	9.2397	80		109	107	104	102	99	97	95	93	91
10	9.2397	9.2468	9.2538	9.2606	9.2674	9.2740	9.2806	79	1	10,9	10,7	10,4	10,2	9,9	9,7	9,5	9,3	9,1
11	9.2806	9.2870	9.2934	9.2997	9.3058	9.3119	9.3179	78	2	21,8	21,4	20,8	20,4	19,8	19,4	19,0	18,6	18,2
12	9.3179	9.3238	9.3296	9.3353	9.3410	9.3466	9.3521	77	3	32,7	32,1	31,2	30,6	29,7	29,1	28,5	27,9	27,3
13	9.3521	9.3575	9.3629	9.3682	9.3734	9.3786	9.3837	76	4	43,6	42,8	41,6	40,8	39,6	38,8	38,0	37,2	36,4
14	9.3837	9.3887	9.3937	9.3986	9.4035	9.4083	9.4130	75	5	54,5	53,5	52,0	51,0	49,5	48,5	47,5	46,5	45,5
15	9.4130	9.4177	9.4223	9.4269	9.4314	9.4359	9.4403	74	6	65,4	64,2	62,4	61,2	59,4	58,2	57,0	55,8	54,6
16	9.4403	9.4447	9.4491	9.4533	9.4576	9.4618	9.4659	73	7	76,3	74,9	72,8	71,4	69,3	67,9	66,5	65,1	63,7
17	9.4659	9.4700	9.4741	9.4781	9.4821	9.4861	9.4900	72	8	87,2	85,6	83,2	81,6	79,2	77,6	76,0	74,4	72,8
18	9.4900	9.4939	9.4977	9.5015	9.5052	9.5090	9.5126	71	9	98,1	96,3	93,6	91,8	89,1	87,3	85,5	83,7	81,9
19	9.5126	9.5163	9.5199	9.5235	9.5270	9.5306	9.5341	70		89	87	85	84	82	80	79	78	76
20	9.5341	9.5375	9.5409	9.5443	9.5477	9.5510	9.5543	69	1	8,9	8,7	8,5	8,4	8,2	8,0	7,9	7,8	7,6
21	9.5543	9.5576	9.5609	9.5641	9.5673	9.5704	9.5736	68	2	17,8	17,4	17,0	16,8	16,4	16,0	15,8	15,6	15,2
22	9.5736	9.5767	9.5798	9.5828	9.5859	9.5889	9.5919	67	3	26,7	26,1	25,5	25,2	24,6	24,0	23,7	23,4	22,8
23	9.5919	9.5948	9.5978	9.6007	9.6036	9.6065	9.6093	66	4	35,6	34,8	34,0	33,6	32,8	32,0	31,6	31,2	30,4
24	9.6093	9.6121	9.6149	9.6177	9.6205	9.6232	9.6259	65	5	44,5	43,5	42,5	42,0	41,0	40,0	39,5	39,0	38,0
25	9.6259	9.6286	9.6313	9.6340	9.6366	9.6392	9.6418	64	6	53,4	52,2	51,0	50,4	49,2	48,0	47,4	46,8	45,6
26	9.6418	9.6444	9.6470	9.6495	9.6521	9.6546	9.6570	63	7	62,3	60,9	59,5	58,8	57,4	56,0	55,3	54,6	53,2
27	9.6570	9.6595	9.6620	9.6644	9.6668	9.6692	9.6716	62	8	71,2	69,6	68,0	67,2	65,6	64,0	63,2	62,4	60,8
28	9.6716	9.6740	9.6763	9.6787	9.6810	9.6833	9.6856	61	9	80,1	78,3	76,5	75,6	73,8	72,0	71,1	70,2	68,4
29	9.6856	9.6878	9.6901	9.6923	9.6946	9.6968	9.6990	60		75	73	71	70	68	66	64	63	61
30	9.6990	9.7012	9.7033	9.7055	9.7076	9.7097	9.7118	59	1	7,5	7,3	7,1	7,0	6,8	6,6	6,4	6,3	6,1
31	9.7118	9.7139	9.7160	9.7181	9.7201	9.7222	9.7242	58	2	15,0	14,6	14,2	14,0	13,6	13,2	12,8	12,6	12,2
32	9.7242	9.7262	9.7282	9.7302	9.7322	9.7342	9.7361	57	3	22,5	21,9	21,3	21,0	20,4	19,8	19,2	18,9	18,3
33	9.7361	9.7380	9.7400	9.7419	9.7438	9.7457	9.7476	56	4	30,0	29,2	28,4	28,0	27,2	26,4	25,6	25,2	24,4
34	9.7476	9.7494	9.7513	9.7531	9.7550	9.7568	9.7586	55	5	37,5	36,5	35,5	35,0	34,0	33,0	32,0	31,5	30,5
35	9.7586	9.7604	9.7622	9.7640	9.7657	9.7675	9.7692	54	6	45,0	43,8	42,6	42,0	40,8	39,6	38,4	37,8	36,6
36	9.7692	9.7710	9.7727	9.7744	9.7761	9.7778	9.7795	53	7	52,5	51,1	49,7	49,0	47,6	46,2	44,8	44,1	42,7
37	9.7795	9.7811	9.7828	9.7844	9.7861	9.7877	9.7893	52	8	60,0	58,4	56,8	56,0	54,4	52,8	51,2	50,4	48,8
38	9.7893	9.7910	9.7926	9.7941	9.7957	9.7973	9.7989	51	9	67,5	65,7	63,9	63,0	61,2	59,4	57,6	56,7	54,9
39	9.7989	9.8004	9.8020	9.8035	9.8050	9.8066	9.8081	50		60	59	58	57	56	55	54	53	52
40	9.8081	9.8096	9.8111	9.8125	9.8140	9.8155	9.8169	49	1	6,0	5,9	5,8	5,7	5,6	5,5	5,4	5,3	5,2
41	9.8169	9.8184	9.8198	9.8213	9.8227	9.8241	9.8255	48	2	12,0	11,8	11,6	11,4	11,2	11,0	10,8	10,6	10,4
42	9.8255	9.8269	9.8283	9.8297	9.8311	9.8324	9.8338	47	3	18,0	17,7	17,4	17,1	16,8	16,5	16,2	15,9	15,6
43	9.8338	9.8351	9.8365	9.8378	9.8391	9.8405	9.8418	46	4	24,0	23,6	23,2	22,8	22,4	22,0	21,6	21,2	20,8
44	9.8418	9.8431	9.8444	9.8457	9.8469	9.8482	9.8495	45	5	30,0	29,5	29,0	28,5	28,0	27,5	27,0	26,5	26,0
Grad	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Grad	6	36,0	35,4	34,8	34,2	33,6	33,0	32,4	31,8	31,2
	Minuten							7	42,0	41,3	40,6	39,9	39,2	38,5	37,8	37,1	36,4	
	log cosinus							8	48,0	47,2	46,4	45,6	44,8	44,0	43,2	42,4	41,6	
								9	54,0	53,1	52,2	51,3	50,4	49,5	48,6	47,7	46,8	

der trigonometrischen Funktionen.
Funktionen von 10 zu 10 Minuten.
log cosinus

Grad	Minuten							Grad
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	9.9999	89
1	9.9999	9.9999	9.9999	9.9999	9.9998	9.9998	9.9997	88
2	9.9997	9.9997	9.9996	9.9996	9.9995	9.9995	9.9994	87
3	9.9994	9.9993	9.9993	9.9992	9.9991	9.9990	9.9989	86
4	9.9989	9.9989	9.9988	9.9987	9.9986	9.9985	9.9983	85
5	9.9983	9.9982	9.9981	9.9980	9.9979	9.9977	9.9976	84
6	9.9976	9.9975	9.9973	9.9972	9.9971	9.9969	9.9968	83
7	9.9968	9.9966	9.9964	9.9963	9.9961	9.9959	9.9958	82
8	9.9958	9.9956	9.9954	9.9952	9.9950	9.9948	9.9946	81
9	9.9946	9.9944	9.9942	9.9940	9.9938	9.9936	9.9934	80
10	9.9934	9.9931	9.9929	9.9927	9.9924	9.9922	9.9919	79
11	9.9919	9.9917	9.9914	9.9912	9.9909	9.9907	9.9904	78
12	9.9904	9.9901	9.9899	9.9896	9.9893	9.9890	9.9887	77
13	9.9887	9.9884	9.9881	9.9878	9.9875	9.9872	9.9869	76
14	9.9869	9.9866	9.9863	9.9859	9.9856	9.9853	9.9949	75
15	9.9849	9.9846	9.9843	9.9839	9.9836	9.9832	9.9828	74
16	9.9828	9.9825	9.9821	9.9817	9.9814	9.9810	9.9806	73
17	9.9806	9.9802	9.9798	9.9794	9.9790	9.9786	9.9782	72
18	9.9782	9.9778	9.9774	9.9770	9.9765	9.9761	9.9757	71
19	9.9757	9.9752	9.9748	9.9743	9.9739	9.9734	9.9730	70
20	9.9730	9.9725	9.9721	9.9716	9.9711	9.9706	9.9702	69
21	9.9702	9.9697	9.9692	9.9687	9.9682	9.9677	9.9672	68
22	9.9672	9.9667	9.9661	9.9656	9.9651	9.9646	9.9640	67
23	9.9640	9.9635	9.9629	9.9624	9.9618	9.9613	9.9607	66
24	9.9607	9.9602	9.9596	9.9590	9.9584	9.9579	9.9573	65
25	9.9573	9.9567	9.9561	9.9555	9.9549	9.9543	9.9537	64
26	9.9537	9.9530	9.9524	9.9518	9.9512	9.9505	9.9499	63
27	9.9499	9.9492	9.9486	9.9479	9.9473	9.9466	9.9459	62
28	9.9459	9.9453	9.9446	9.9439	9.9432	9.9425	9.9418	61
29	9.9418	9.9411	9.9404	9.9397	9.9390	9.9383	9.9375	60
30	9.9375	9.9368	9.9361	9.9353	9.9346	9.9338	9.9331	59
31	9.9331	9.9323	9.9315	9.9308	9.9300	9.9292	9.9284	58
32	9.9284	9.9276	9.9268	9.9260	9.9252	9.9244	9.9236	57
33	9.9236	9.9228	9.9219	9.9211	9.9203	9.9194	9.9186	56
34	9.9186	9.9177	9.9169	9.9160	9.9151	9.9142	9.9134	55
35	9.9134	9.9125	9.9116	9.9107	9.9098	9.9089	9.9080	54
36	9.9080	9.9070	9.9061	9.9052	9.9042	9.9033	9.9023	53
37	9.9023	9.9014	9.9004	9.8995	9.8985	9.8975	9.8965	52
38	9.8965	9.8955	9.8945	9.8935	9.8925	9.8915	9.8905	51
39	9.8905	9.8895	9.8884	9.8874	9.8864	9.8853	9.8843	50
40	9.8843	9.8832	9.8821	9.8810	9.8800	9.8789	9.8778	49
41	9.8778	9.8767	9.8756	9.8745	9.8733	9.8722	9.8711	48
42	9.8711	9.8699	9.8688	9.8676	9.8665	9.8653	9.8641	47
43	9.8641	9.8629	9.8618	9.8606	9.8594	9.8582	9.8569	46
44	9.8569	9.8557	9.8545	9.8532	9.8520	9.8507	9.8495	45

Unterteilung										
51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	
1	5,1	5,0	4,9	4,8	4,7	4,6	4,5	4,4	4,3	4,2
2	10,2	10,0	9,8	9,6	9,4	9,2	9,0	8,8	8,6	8,4
3	15,3	15,0	14,7	14,4	14,1	13,8	13,5	13,2	12,9	12,6
4	20,4	20,0	19,6	19,2	18,8	18,4	18,0	17,6	17,2	16,8
5	25,5	25,0	24,5	24,0	23,5	23,0	22,5	22,0	21,5	21,0
6	30,6	30,0	29,4	28,8	28,2	27,6	27,0	26,4	25,8	25,2
7	35,7	35,0	34,3	33,6	32,9	32,2	31,5	30,8	30,1	29,4
8	40,8	40,0	39,2	38,4	37,6	36,8	36,0	35,2	34,4	33,6
9	45,9	45,0	44,1	43,2	42,3	41,4	40,5	39,6	38,7	37,8
10	51,0	50,0	49,0	48,0	47,0	46,0	45,0	44,0	43,0	42,0
11	4,1	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2
2	8,2	8,0	7,8	7,6	7,4	7,2	7,0	6,8	6,6	6,4
3	12,3	12,0	11,7	11,4	11,1	10,8	10,5	10,2	9,9	9,6
4	16,4	16,0	15,6	15,2	14,8	14,4	14,0	13,6	13,2	12,8
5	20,5	20,0	19,5	19,0	18,5	18,0	17,5	17,0	16,5	16,0
6	24,6	24,0	23,4	22,8	22,2	21,6	21,0	20,4	19,8	19,2
7	28,7	28,0	27,3	26,6	25,9	25,2	24,5	23,8	23,1	22,4
8	32,8	32,0	31,2	30,4	29,6	28,8	28,0	27,2	26,4	25,6
9	36,9	36,0	35,1	34,2	33,3	32,4	31,5	30,6	29,7	28,8
10	41,0	40,0	39,0	38,0	37,0	36,0	35,0	34,0	33,0	32,0
11	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2
2	6,2	6,0	5,8	5,6	5,4	5,2	5,0	4,8	4,6	4,4
3	9,3	9,0	8,7	8,4	8,1	7,8	7,5	7,2	6,9	6,6
4	12,4	12,0	11,6	11,2	10,8	10,4	10,0	9,6	9,2	8,8
5	15,5	15,0	14,5	14,0	13,5	13,0	12,5	12,0	11,5	11,0
6	18,6	18,0	17,4	16,8	16,2	15,6	15,0	14,4	13,8	13,2
7	21,7	21,0	20,3	19,6	18,9	18,2	17,5	16,8	16,1	15,4
8	24,8	24,0	23,2	22,4	21,6	20,8	20,0	19,2	18,4	17,6
9	27,9	27,0	26,1	25,2	24,3	23,4	22,5	21,6	20,7	19,8
10	31,0	30,0	29,0	28,0	27,0	26,0	25,0	24,0	23,0	22,0
11	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2
2	4,2	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4
3	6,3	6,0	5,7	5,4	5,1	4,8	4,5	4,2	3,9	3,6
4	8,4	8,0	7,6	7,2	6,8	6,4	6,0	5,6	5,2	4,8
5	10,5	10,0	9,5	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0	6,5	6,0
6	12,6	12,0	11,4	10,8	10,2	9,6	9,0	8,4	7,8	7,2
7	14,7	14,0	13,3	12,6	11,9	11,2	10,5	9,8	9,1	8,4
8	16,8	16,0	15,2	14,4	13,6	12,8	12,0	11,2	10,4	9,6
9	18,9	18,0	17,1	16,2	15,3	14,4	13,5	12,6	11,7	10,8
10	21,0	20,0	19,0	18,0	17,0	16,0	15,0	14,0	13,0	12,0
11	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
2	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4
3	3,3	3,0	2,7	2,4	2,1	1,8	1,5	1,2	0,9	0,6
4	4,4	4,0	3,6	3,2	2,8	2,4	2,0	1,6	1,2	0,8
5	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
6	6,6	6,0	5,4	4,8	4,2	3,6	3,0	2,4	1,8	1,2
7	7,7	7,0	6,3	5,6	4,9	4,2	3,5	2,8	2,1	1,4
8	8,8	8,0	7,2	6,4	5,6	4,8	4,0	3,2	2,4	1,6
9	9,9	9,0	8,0	7,2	6,3	5,4	4,5	3,6	2,7	1,8

Grad	Minuten							Grad
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	

log sinus

log tangens

Grad	Minuten						Grad	
	0'	10'	20'	30'	40'	50'		60'
0	—	7.4637	7.7648	7.9409	8.0658	8.1627	8.2419	89
1	8.2419	8.3089	8.3669	8.4181	8.4638	8.5053	8.5431	88
2	8.5431	8.5779	8.6101	8.6401	8.6682	8.6945	8.7194	87
3	8.7194	8.7429	8.7652	8.7865	8.8067	8.8261	8.8446	86
4	8.8446	8.8624	8.8795	8.8960	8.9118	8.9272	8.9420	85
5	8.9420	8.9563	8.9701	8.9836	8.9966	9.0093	9.0216	84
6	9.0216	9.0336	9.0453	9.0567	9.0678	9.0786	9.0891	83
7	9.0891	9.0995	9.1096	9.1194	9.1291	9.1385	9.1478	82
8	9.1478	9.1569	9.1658	9.1745	9.1831	9.1915	9.1997	81
9	9.1997	9.2078	9.2158	9.2236	9.2313	9.2389	9.2463	80
10	9.2463	9.2536	9.2609	9.2680	9.2750	9.2819	9.2887	79
11	9.2887	9.2953	9.3020	9.3085	9.3149	9.3212	9.3275	78
12	9.3275	9.3336	9.3397	9.3458	9.3517	9.3576	9.3634	77
13	9.3634	9.3691	9.3748	9.3804	9.3859	9.3914	9.3968	76
14	9.3968	9.4021	9.4074	9.4127	9.4178	9.4230	9.4281	75
15	9.4281	9.4331	9.4381	9.4430	9.4479	9.4527	9.4575	74
16	9.4575	9.4622	9.4669	9.4716	9.4762	9.4808	9.4853	73
17	9.4853	9.4898	9.4943	9.4987	9.5031	9.5075	9.5118	72
18	9.5118	9.5161	9.5203	9.5245	9.5287	9.5329	9.5370	71
19	9.5370	9.5411	9.5451	9.5491	9.5531	9.5571	9.5611	70
20	9.5611	9.5650	9.5689	9.5727	9.5766	9.5804	9.5842	69
21	9.5842	9.5879	9.5917	9.5954	9.5991	9.6028	9.6064	68
22	9.6064	9.6100	9.6136	9.6172	9.6208	9.6243	9.6279	67
23	9.6279	9.6314	9.6348	9.6383	9.6417	9.6452	9.6486	66
24	9.6486	9.6520	9.6553	9.6587	9.6620	9.6654	9.6687	65
25	9.6687	9.6720	9.6752	9.6785	9.6817	9.6850	9.6882	64
26	9.6882	9.6914	9.6946	9.6977	9.7009	9.7040	9.7072	63
27	9.7072	9.7103	9.7134	9.7165	9.7196	9.7226	9.7257	62
28	9.7257	9.7287	9.7317	9.7348	9.7378	9.7408	9.7438	61
29	9.7438	9.7467	9.7497	9.7526	9.7556	9.7585	9.7614	60
30	9.7614	9.7644	9.7673	9.7701	9.7730	9.7759	9.7788	59
31	9.7788	9.7816	9.7845	9.7873	9.7902	9.7930	9.7958	58
32	9.7958	9.7986	9.8014	9.8042	9.8070	9.8097	9.8125	57
33	9.8125	9.8153	9.8180	9.8208	9.8235	9.8263	9.8290	56
34	9.8290	9.8317	9.8344	9.8371	9.8398	9.8425	9.8452	55
35	9.8452	9.8479	9.8506	9.8533	9.8559	9.8586	9.8613	54
36	9.8613	9.8639	9.8666	9.8692	9.8718	9.8745	9.8771	53
37	9.8771	9.8797	9.8824	9.8850	9.8876	9.8902	9.8928	52
38	9.8928	9.8954	9.8980	9.9006	9.9032	9.9058	9.9084	51
39	9.9084	9.9110	9.9135	9.9161	9.9187	9.9212	9.9238	50
40	9.9238	9.9264	9.9289	9.9315	9.9341	9.9366	9.9392	49
41	9.9392	9.9417	9.9443	9.9468	9.9494	9.9519	9.9544	48
42	9.9544	9.9570	9.9595	9.9621	9.9646	9.9671	9.9697	47
43	9.9697	9.9722	9.9747	9.9772	9.9798	9.9823	9.9848	46
44	9.9848	9.9874	9.9899	9.9924	9.9949	9.9975	0.0000	45

log cotangens

Grad	Unterteilung						
	143	138	135	130	127	123	120
1	14,3	13,8	13,5	13,0	12,7	12,3	12,0
2	28,6	27,6	27,0	26,0	25,4	24,6	24,0
3	42,9	41,4	40,5	39,0	38,1	36,9	36,0
4	57,2	55,2	54,0	52,0	50,8	49,2	48,0
5	71,5	69,0	67,5	65,0	63,5	61,5	60,0
6	85,8	82,8	81,0	78,0	76,2	73,8	72,0
7	100,1	96,6	94,5	91,0	88,9	86,1	84,0
8	114,4	110,4	108,0	104,0	101,6	98,4	96,0
9	128,7	124,2	121,5	117,0	114,3	110,7	108,0
10	143,0	138,0	135,0	130,0	127,0	123,0	120,0
11	157,3	151,8	148,5	144,0	141,0	137,5	135,0
12	171,6	165,6	162,0	157,0	154,0	150,0	148,0
13	185,9	179,4	175,5	170,0	167,0	163,0	161,0
14	200,2	193,2	189,0	184,0	181,0	177,0	175,0
15	214,5	207,0	202,5	197,0	194,0	190,0	188,0
16	228,8	220,8	216,0	210,0	207,0	203,0	201,0
17	243,1	234,6	230,0	224,0	221,0	217,0	215,0
18	257,4	248,4	243,5	237,0	234,0	230,0	228,0
19	271,7	262,2	257,0	250,0	247,0	243,0	241,0
20	286,0	276,0	271,0	264,0	261,0	257,0	255,0
21	300,3	290,2	285,0	278,0	275,0	271,0	269,0
22	314,6	304,2	299,0	292,0	289,0	285,0	283,0
23	328,9	318,0	313,0	306,0	303,0	299,0	297,0
24	343,2	332,4	327,0	320,0	317,0	313,0	311,0
25	357,5	346,2	341,0	334,0	331,0	327,0	325,0
26	371,8	360,0	355,0	348,0	345,0	341,0	339,0
27	386,1	374,4	369,0	362,0	359,0	355,0	353,0
28	400,4	388,4	383,0	376,0	373,0	369,0	367,0
29	414,7	402,6	397,0	390,0	387,0	383,0	381,0
30	429,0	416,8	411,0	404,0	401,0	397,0	395,0
31	443,3	430,8	425,0	418,0	415,0	411,0	409,0
32	457,6	444,8	439,0	432,0	429,0	425,0	423,0
33	471,9	458,8	453,0	446,0	443,0	439,0	437,0
34	486,2	472,8	467,0	460,0	457,0	453,0	451,0
35	500,5	487,0	481,0	474,0	471,0	467,0	465,0
36	514,8	499,8	493,0	486,0	483,0	479,0	477,0
37	529,1	514,4	508,0	501,0	498,0	494,0	492,0
38	543,4	528,4	522,0	515,0	512,0	508,0	506,0
39	557,7	542,4	536,0	529,0	526,0	522,0	520,0
40	572,0	556,8	550,0	543,0	540,0	536,0	534,0
41	586,3	570,8	564,0	557,0	554,0	550,0	548,0
42	600,6	584,8	578,0	571,0	568,0	564,0	562,0
43	614,9	598,8	592,0	585,0	582,0	578,0	576,0
44	629,2	612,8	606,0	599,0	596,0	592,0	590,0
45	643,5	626,8	620,0	613,0	610,0	606,0	604,0
46	657,8	640,8	634,0	627,0	624,0	620,0	618,0
47	672,1	654,8	648,0	641,0	638,0	634,0	632,0
48	686,4	668,8	662,0	655,0	652,0	648,0	646,0
49	700,7	682,8	676,0	669,0	666,0	662,0	660,0
50	715,0	696,8	690,0	683,0	680,0	676,0	674,0
51	729,3	710,8	704,0	697,0	694,0	690,0	688,0
52	743,6	724,8	718,0	711,0	708,0	704,0	702,0
53	757,9	738,8	732,0	725,0	722,0	718,0	716,0
54	772,2	752,8	746,0	739,0	736,0	732,0	730,0
55	786,5	766,8	760,0	753,0	750,0	746,0	744,0
56	800,8	780,8	774,0	767,0	764,0	760,0	758,0
57	815,1	794,8	788,0	781,0	778,0	774,0	772,0
58	829,4	808,8	802,0	795,0	792,0	788,0	786,0
59	843,7	822,8	816,0	809,0	806,0	802,0	800,0
60	858,0	836,8	830,0	823,0	820,0	816,0	814,0

log cotangens

Grad	Minuten							Grad
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
0	—	2.5363	2.2352	2.0591	1.9342	1.8373	1.7581	89
1	1.7581	1.6911	1.6331	1.5819	1.5362	1.4947	1.4569	88
2	1.4569	1.4221	1.3849	1.3599	1.3318	1.3055	1.2806	87
3	1.2806	1.2571	1.2348	1.2135	1.1933	1.1739	1.1554	86
4	1.1554	1.1376	1.1205	1.1040	1.0882	1.0728	1.0580	85
5	1.0580	1.0437	1.0299	1.0164	1.0034	0.9907	0.9784	84
6	0.9784	0.9664	0.9547	0.9433	0.9322	0.9214	0.9109	83
7	0.9109	0.9005	0.8904	0.8806	0.8709	0.8615	0.8522	82
8	0.8522	0.8431	0.8342	0.8255	0.8169	0.8085	0.8003	81
9	0.8003	0.7922	0.7842	0.7764	0.7687	0.7611	0.7537	80
10	0.7537	0.7464	0.7391	0.7320	0.7250	0.7181	0.7113	79
11	0.7113	0.7047	0.6980	0.6915	0.6851	0.6788	0.6725	78
12	0.6725	0.6664	0.6603	0.6542	0.6483	0.6424	0.6366	77
13	0.6366	0.6309	0.6252	0.6196	0.6142	0.6086	0.6032	76
14	0.6032	0.5979	0.5926	0.5873	0.5822	0.5770	0.5719	75
15	0.5719	0.5669	0.5619	0.5570	0.5521	0.5473	0.5425	74
16	0.5425	0.5378	0.5331	0.5284	0.5238	0.5192	0.5147	73
17	0.5147	0.5102	0.5057	0.5013	0.4969	0.4925	0.4882	72
18	0.4882	0.4839	0.4797	0.4755	0.4713	0.4671	0.4630	71
19	0.4630	0.4589	0.4549	0.4509	0.4469	0.4429	0.4389	70
20	0.4389	0.4350	0.4311	0.4273	0.4234	0.4196	0.4158	69
21	0.4158	0.4121	0.4083	0.4046	0.4009	0.3972	0.3936	68
22	0.3936	0.3900	0.3864	0.3828	0.3792	0.3757	0.3721	67
23	0.3721	0.3686	0.3652	0.3617	0.3583	0.3548	0.3514	66
24	0.3514	0.3480	0.3447	0.3413	0.3380	0.3346	0.3313	65
25	0.3313	0.3280	0.3248	0.3215	0.3183	0.3150	0.3118	64
26	0.3118	0.3086	0.3054	0.3023	0.2991	0.2960	0.2928	63
27	0.2928	0.2897	0.2866	0.2835	0.2804	0.2774	0.2743	62
28	0.2743	0.2713	0.2683	0.2652	0.2622	0.2592	0.2562	61
29	0.2562	0.2533	0.2503	0.2474	0.2444	0.2415	0.2386	60
30	0.2386	0.2356	0.2327	0.2299	0.2270	0.2241	0.2212	59
31	0.2212	0.2184	0.2155	0.2127	0.2098	0.2070	0.2042	58
32	0.2042	0.2014	0.1986	0.1958	0.1930	0.1903	0.1875	57
33	0.1875	0.1847	0.1820	0.1792	0.1765	0.1737	0.1710	56
34	0.1710	0.1683	0.1656	0.1629	0.1602	0.1575	0.1548	55
35	0.1548	0.1521	0.1494	0.1467	0.1441	0.1414	0.1387	54
36	0.1387	0.1361	0.1334	0.1308	0.1282	0.1255	0.1229	53
37	0.1229	0.1203	0.1176	0.1150	0.1124	0.1098	0.1072	52
38	0.1072	0.1046	0.1020	0.0994	0.0968	0.0942	0.0916	51
39	0.0916	0.0890	0.0865	0.0839	0.0813	0.0788	0.0762	50
40	0.0762	0.0736	0.0711	0.0685	0.0659	0.0634	0.0608	49
41	0.0608	0.0583	0.0557	0.0532	0.0506	0.0481	0.0456	48
42	0.0456	0.0430	0.0405	0.0379	0.0354	0.0329	0.0304	47
43	0.0304	0.0278	0.0253	0.0228	0.0202	0.0177	0.0152	46
44	0.0152	0.0126	0.0101	0.0076	0.0051	0.0025	0.0000	45
Grad	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Grad

log tangens

	Unterteilung							
	66	65	64	63	61	59	58	57
1	6,6	6,5	6,4	6,3	6,1	5,9	5,8	5,7
2	13,2	13,0	12,8	12,6	12,2	11,8	11,6	11,4
3	19,8	19,5	19,2	18,9	18,3	17,7	17,4	17,1
4	26,4	26,0	25,6	25,2	24,4	23,6	23,2	22,8
5	33,0	32,5	32,0	31,5	30,5	29,5	29,0	28,5
6	39,6	39,0	38,4	37,8	36,6	35,4	34,8	34,2
7	46,2	45,5	44,8	44,1	42,7	41,3	40,6	39,9
8	52,8	52,0	51,2	50,4	48,8	47,2	46,4	45,6
9	59,4	58,5	57,6	56,7	54,9	53,1	52,2	51,3
	56	55	54	53	52	51	50	49
1	5,6	5,5	5,4	5,3	5,2	5,1	5,0	4,9
2	11,2	11,0	10,8	10,6	10,4	10,2	10,0	9,8
3	16,8	16,5	16,2	15,9	15,6	15,3	15,0	14,7
4	22,4	22,0	21,6	21,2	20,8	20,4	20,0	19,6
5	28,0	27,5	27,0	26,5	26,0	25,5	25,0	24,5
6	33,6	33,0	32,4	31,8	31,2	30,6	30,0	29,4
7	39,2	38,5	37,8	37,1	36,4	35,7	35,0	34,3
8	44,8	44,0	43,2	42,4	41,6	40,8	40,0	39,2
9	50,4	49,5	48,6	47,7	46,8	45,9	45,0	44,1
	48	47	46	45	44	43	42	41
1	4,8	4,7	4,6	4,5	4,8	4,3	4,2	4,1
2	9,6	9,4	9,2	9,0	8,8	8,6	8,4	8,2
3	14,4	14,1	13,8	13,5	13,2	12,9	12,6	12,3
4	19,2	18,8	18,4	18,0	17,6	17,2	16,8	16,4
5	24,0	23,5	23,0	22,5	22,0	21,5	21,0	20,5
6	28,8	28,2	27,6	27,0	26,4	25,8	25,2	24,6
7	33,6	32,9	32,2	31,5	30,8	30,1	29,4	28,7
8	38,4	37,6	36,8	36,0	35,2	34,4	33,6	32,8
9	43,2	42,3	41,4	40,5	39,6	38,7	37,8	36,9
	40	39	38	37	36	35	34	33
1	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,3
2	8,0	7,8	7,6	7,4	7,2	7,0	6,8	6,6
3	12,0	11,7	11,4	11,1	10,8	10,5	10,2	9,9
4	16,0	15,6	15,2	14,8	14,4	14,0	13,6	13,2
5	20,0	19,5	19,0	18,5	18,0	17,5	17,0	16,5
6	24,0	23,4	22,8	22,2	21,6	21,0	20,4	19,8
7	28,0	27,3	26,6	25,9	25,2	24,5	23,8	23,1
8	32,0	31,2	30,4	29,6	28,8	28,0	27,2	26,4
9	36,0	35,1	34,2	33,3	32,4	31,5	30,6	29,7
	32	31	30	29	28	27	26	25
1	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5
2	6,4	6,2	6,0	5,8	5,6	5,4	5,2	5,0
3	9,6	9,3	9,0	8,7	8,4	8,1	7,8	7,5
4	12,8	12,4	12,0	11,6	11,2	10,8	10,4	10,0
5	16,0	15,5	15,0	14,5	14,0	13,5	13,0	12,5
6	19,2	18,6	18,0	17,4	16,8	16,2	15,6	15,0
7	22,4	21,7	21,0	20,3	19,6	18,9	18,2	17,5
8	25,6	24,8	24,0	23,2	22,4	21,6	20,8	20,0
9	28,8	27,9	27,0	26,1	25,2	24,3	23,4	22,5

2. Logarithmen der trigonometrischen Funktionen von Zehntel Minute zu Zehntel Minute.
log sinus, bis 0° 30' auch log tangens.

Grad und Min.	Minuten											Grad und Min.
	0,0'	0,1'	0,2'	0,3'	0,4'	0,5'	0,6'	0,7'	0,8'	0,9'	1,0'	
0° 0'	—	5.4637	5.7648	5.9408	6.0658	6.1627	6.2419	6.3088	6.3668	6.4180	6.4637	59'
1'	6.4637	6.5051	6.5429	6.5777	6.6099	6.6398	6.6678	6.6942	6.7190	6.7425	6.7648	58'
2'	6.7648	6.7859	6.8061	6.8255	6.8439	6.8617	6.8787	6.8951	6.9109	6.9261	6.9408	57'
3'	6.9408	6.9551	6.9689	6.9822	6.9952	7.0078	7.0200	7.0319	7.0435	7.0548	7.0658	56'
4'	7.0658	7.0765	7.0870	7.0972	7.1072	7.1169	7.1265	7.1358	7.1450	7.1539	7.1627	55'
5'	7.1627	7.1713	7.1797	7.1880	7.1961	7.2041	7.2119	7.2196	7.2272	7.2346	7.2419	54'
6'	7.2419	7.2491	7.2561	7.2631	7.2699	7.2766	7.2833	7.2898	7.2962	7.3026	7.3088	53'
7'	7.3088	7.3150	7.3211	7.3270	7.3330	7.3388	7.3445	7.3502	7.3558	7.3614	7.3668	52'
8'	7.3668	7.3722	7.3775	7.3828	7.3880	7.3931	7.3982	7.4032	7.4082	7.4131	7.4180	51'
9'	7.4180	7.4228	7.4275	7.4322	7.4369	7.4414	7.4460	7.4505	7.4550	7.4594	7.4637	50'
10'	7.4637	7.4680	7.4723	7.4766	7.4808	7.4849	7.4890	7.4931	7.4971	7.5012	7.5051	49'
11'	7.5051	7.5090	7.5129	7.5168	7.5206	7.5244	7.5282	7.5319	7.5356	7.5393	7.5429	48'
12'	7.5429	7.5465	7.5501	7.5536	7.5571	7.5606	7.5641	7.5675	7.5709	7.5743	7.5777	47'
13'	7.5777	7.5810	7.5843	7.5876	7.5908	7.5941	7.5973	7.6004	7.6036	7.6067	7.6099	46'
14'	7.6099	7.6129	7.6160	7.6191	7.6221	7.6251	7.6281	7.6310	7.6340	7.6369	7.6398	45'
15'	7.6398	7.6427	7.6456	7.6484	7.6512	7.6541	7.6568	7.6596	7.6624	7.6651	7.6678	44'
16'	7.6678	7.6706	7.6732	7.6759	7.6786	7.6812	7.6838	7.6864	7.6890	7.6916	7.6942	43'
17'	7.6942	7.6967	7.6993	7.7018	7.7043	7.7068	7.7092	7.7117	7.7141	7.7166	7.7190	42'
18'	7.7190	7.7214	7.7238	7.7262	7.7285	7.7309	7.7332	7.7356	7.7379	7.7402	7.7425	41'
19'	7.7425	7.7448	7.7470	7.7493	7.7515	7.7538	7.7560	7.7582	7.7504	7.7626	7.7648	40'
20'	7.7648	7.7669	7.7691	7.7712	7.7734	7.7755	7.7776	7.7797	7.7818	7.7839	7.7859	39'
21'	7.7859	7.7880	7.7901	7.7921	7.7941	7.7962	7.7982	7.8002	7.8022	7.8042	7.8061	38'
22'	7.8061	7.8081	7.8101	7.8120	7.8140	7.8159	7.8178	7.8197	7.8217	7.8236	7.8255	37'
23'	7.8255	7.8273	7.8292	7.8311	7.8329	7.8348	7.8366	7.8385	7.8403	7.8421	7.8439	36'
24'	7.8439	7.8457	7.8475	7.8493	7.8511	7.8529	7.8547	7.8564	7.8582	7.8599	7.8617	35'
25'	7.8617	7.8634	7.8651	7.8668	7.8686	7.8703	7.8720	7.8737	7.8753	7.8770	7.8787	34'
26'	7.8787	7.8804	7.8820	7.8837	7.8853	7.8870	7.8886	7.8902	7.8919	7.8935	7.8951	33'
27'	7.8951	7.8967	7.8983	7.8999	7.9015	7.9031	7.9046	7.9062	7.9078	7.9093	7.9109	32'
28'	7.9109	7.9124	7.9140	7.9155	7.9170	7.9186	7.9201	7.9216	7.9231	7.9246	7.9261	31'
29'	7.9261	7.9276	7.9291	7.9306	7.9321	7.9335	7.9350	7.9365	7.9379	7.9394	7.9408	30'
30'	7.9408	7.9423	7.9437	7.9452	7.9466	7.9480	7.9494	7.9509	7.9523	7.9537	7.9551	29'
31'	7.9551	7.9565	7.9579	7.9593	7.9606	7.9620	7.9634	7.9648	7.9661	7.9675	7.9689	28'
32'	7.9689	7.9702	7.9716	7.9729	7.9743	7.9756	7.9769	7.9783	7.9796	7.9809	7.9822	27'
33'	7.9822	7.9835	7.9849	7.9862	7.9875	7.9888	7.9901	7.9913	7.9926	7.9939	7.9952	26'
34'	7.9952	7.9965	7.9977	7.9990	8.0003	8.0015	8.0028	8.0040	8.0053	8.0065	8.0078	25'
35'	8.0078	8.0090	8.0103	8.0115	8.0127	8.0139	8.0152	8.0164	8.0176	8.0188	8.0200	24'
36'	8.0200	8.0212	8.0224	8.0236	8.0248	8.0260	8.0272	8.0284	8.0296	8.0307	8.0319	23'
37'	8.0319	8.0331	8.0343	8.0354	8.0366	8.0377	8.0389	8.0401	8.0414	8.0424	8.0435	22'
38'	8.0435	8.0446	8.0458	8.0469	8.0480	8.0492	8.0503	8.0514	8.0525	8.0537	8.0548	21'
39'	8.0548	8.0559	8.0570	8.0581	8.0592	8.0603	8.0614	8.0625	8.0636	8.0647	8.0658	20'
Grad und Min.	1,0'	0,9'	0,8'	0,7'	0,6'	0,5'	0,4'	0,3'	0,2'	0,1'	0,0'	Grad und Min.
Minuten												

log cosinus, von 89° 30' ab auch log cotangens

Unterteilung.

	143	142	138	134	133	130	129	126
1	14,3	14,2	13,8	13,4	13,3	13,0	12,9	12,6
2	28,6	28,4	27,6	26,8	26,6	26,0	25,8	25,2
3	42,9	42,6	41,4	40,2	39,9	39,0	38,7	37,8
4	57,2	56,8	55,2	53,6	53,2	52,0	51,6	50,4
5	71,5	71,0	69,0	67,0	66,5	65,0	64,5	63,0
6	85,8	85,2	82,8	80,4	79,8	78,0	77,4	75,6
7	100,1	99,4	96,6	93,8	93,1	91,0	90,3	88,2
8	114,4	113,6	110,4	107,2	106,4	104,0	103,2	100,8
9	128,7	127,8	124,2	120,6	119,7	117,0	116,1	113,4

	102	98	97	96	95	94	93	92
1	10,2	9,8	9,7	9,6	9,5	9,4	9,3	9,2
2	20,4	19,6	19,4	19,2	19,0	18,8	18,6	18,4
3	30,6	29,4	29,1	28,8	28,5	28,2	27,9	27,6
4	40,8	39,2	38,8	38,4	38,0	37,6	37,2	36,8
5	51,0	49,0	48,5	48,0	47,5	47,0	46,5	46,0
6	61,2	58,8	58,2	57,6	57,0	56,4	55,8	55,2
7	71,4	68,6	67,9	67,2	66,5	65,8	65,1	64,4
8	81,6	78,4	77,6	76,8	76,0	75,2	74,4	73,6
9	91,8	88,2	87,3	86,4	85,5	84,6	83,7	82,8

	83	82	81	80	79	78	77	76
1	8,3	8,2	8,1	8,0	7,9	7,8	7,7	7,6
2	16,6	16,4	16,2	16,0	15,8	15,6	15,4	15,2
3	24,9	24,6	24,3	24,0	23,7	23,4	23,1	22,8
4	33,2	32,8	32,4	32,0	31,6	31,2	30,8	30,4
5	41,5	41,0	40,5	40,0	39,5	39,0	38,5	38,0
6	49,8	49,2	48,6	48,0	47,4	46,8	46,2	45,6
7	58,1	57,4	56,7	56,0	55,3	54,6	53,9	53,2
8	66,4	65,6	64,9	64,0	63,2	62,4	61,6	60,8
9	74,7	73,8	72,9	72,0	71,1	70,2	69,3	68,4

	65	64	63	62	61	60	59	56
1	6,5	6,4	6,3	6,2	6,1	6,0	5,9	5,6
2	13,0	12,8	12,6	12,4	12,2	12,0	11,8	11,2
3	19,5	19,2	18,9	18,6	18,3	18,0	17,7	16,8
4	26,0	25,6	25,2	24,8	24,4	24,0	23,6	22,4
5	31,5	32,0	31,5	31,0	30,5	30,0	29,5	28,0
6	39,0	38,4	37,8	37,2	36,6	36,0	35,4	33,6
7	45,5	44,8	44,1	43,4	42,7	42,0	41,3	39,2
8	52,0	51,2	50,4	49,6	48,8	48,0	47,2	44,8
9	58,5	57,6	56,7	55,8	54,9	54,0	53,1	50,4

	47	46	45	44	43	42	41	40	39
1	4,7	4,6	4,5	4,4	4,3	4,2	4,1	4,0	3,9
2	9,4	9,2	9,0	8,8	8,6	8,4	8,2	8,0	7,8
3	14,1	13,8	13,5	13,2	12,9	12,6	12,3	12,0	11,7
4	18,8	18,4	18,0	17,6	17,2	16,8	16,4	16,0	15,6
5	23,5	23,0	22,5	22,0	21,5	21,0	20,5	20,0	19,5
6	28,2	27,6	27,0	26,4	25,8	25,2	24,6	24,0	23,4
7	32,9	32,2	31,5	30,8	30,1	29,4	28,7	28,0	27,3
8	37,6	36,8	36,0	35,2	34,4	33,6	32,8	32,0	31,2
9	42,3	41,4	40,5	39,6	38,7	37,8	36,9	36,0	35,1

	30	29	28	27	26	25	24	23
1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3
2	6,0	5,8	5,6	5,4	5,2	5,0	4,8	4,6
3	9,0	8,7	8,4	8,1	7,8	7,5	7,2	6,9
4	12,0	11,6	11,2	10,8	10,4	10,0	9,6	9,2
5	15,0	14,5	14,0	13,5	13,0	11,5	12,0	11,5
6	18,0	17,4	16,8	16,2	15,6	15,0	14,4	13,8
7	21,0	20,3	19,6	18,9	18,2	17,5	16,8	16,1
8	24,0	23,2	22,4	21,6	20,8	20,0	19,2	18,4
9	27,0	26,1	25,2	24,3	23,4	22,5	21,6	20,7

	122	120	119	116	113	110	107	105
1	12,2	12,0	11,9	11,6	11,3	11,0	10,7	10,5
2	24,4	24,0	23,8	23,2	22,6	22,0	21,4	21,0
3	36,6	36,0	35,7	34,8	33,9	33,0	32,1	31,5
4	48,8	48,0	47,6	46,4	45,2	44,0	42,8	42,0
5	61,0	60,0	59,5	58,0	56,5	55,0	53,5	52,5
6	73,2	72,0	71,4	69,6	67,8	66,0	64,2	63,0
7	85,4	84,0	83,3	81,2	79,1	77,0	74,9	73,5
8	97,6	96,0	95,2	92,8	90,4	88,0	85,6	84,0
9	109,8	108,0	107,1	104,4	101,7	99,0	96,3	94,5

	91	90	89	88	87	86	85	84
1	9,1	9,0	8,9	8,8	8,7	8,6	8,5	8,4
2	18,2	18,0	17,8	17,6	17,4	17,2	17,0	16,8
3	27,3	27,0	26,7	26,4	26,1	25,8	25,5	25,2
4	36,4	36,0	35,6	35,2	34,8	34,4	34,0	33,6
5	45,5	45,0	44,5	44,0	43,5	43,0	42,5	42,0
6	54,6	54,0	53,4	52,8	52,2	51,6	51,0	50,4
7	63,7	63,0	62,3	61,6	60,9	60,2	59,5	58,8
8	72,8	72,0	71,2	70,4	69,6	68,8	68,0	67,2
9	81,9	81,0	80,1	79,2	78,3	77,4	76,5	75,6

	75	74	73	72	71	69	67	66
1	7,5	7,4	7,3	7,2	7,1	6,9	6,7	6,6
2	15,0	14,8	14,6	14,4	14,2	13,8	13,4	13,2
3	22,5	22,2	21,9	21,6	21,3	20,7	20,1	19,8
4	30,0	29,6	29,2	28,8	28,4	27,6	26,8	26,4
5	37,5	37,0	36,5	36,0	35,5	34,5	33,5	33,0
6	45,0	44,4	43,8	43,2	42,6	41,4	40,2	39,6
7	52,5	51,8	51,1	50,4	49,7	48,3	46,9	46,2
8	60,0	59,2	58,4	57,6	56,8	55,2	53,6	52,8
9	67,5	66,6	65,7	64,8	63,9	62,1	60,3	59,4

	55	54	53	52	51	50	49	48
1	5,5	5,4	5,3	5,2	5,1	5,0	4,9	4,8
2	11,0	10,8	10,6	10,4	10,2	10,0	9,8	9,6
3	16,5	16,2	15,9	15,6	15,3	15,0	14,7	14,4
4	22,0	21,6	21,2	20,8	20,4	20,0	19,6	19,2
5	27,5	27,0	26,5	26,0	25,5	25,0	24,5	24,0
6	33,0	32,4	31,8	31,2	30,6	30,0	29,4	28,8
7	38,5	37,8	37,1	36,4	35,7	35,0	34,3	33,6
8	44,0	43,2	42,4	41,6	40,8	40,0	39,2	38,4
9	49,5	48,6	47,7	46,8	45,9	45,0	44,1	43,2

	38	37	36	35	34	33	32	31
1	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1
2	7,6	7,4	7,2	7,0	6,8	6,6	6,4	6,2
3	11,4	11,1	10,8	10,5	10,2	9,9	9,6	9,3
4	15,2	14,8	14,4	14,0	13,6	13,2	12,8	12,4
5	19,0	18,5	18,0	17,5	17,0	16,5	16,0	15,5
6	22,8	22,2	21,6	21,0	20,4	19,8	19,2	18,6
7	26,6	25,9	25,2	24,5	23,8	23,1	22,4	21,7
8	30,4	29,6	28,8	28,0	27,2	26,4	25,6	24,8
9	34,2	33,3	32,4	31,5	30,6	29,7	28,8	27,9

	21	20	19	18	17	16	15	14
1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4
2	4,2	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8
3	6,3	6,0	5,7	5,4	5,1	4,8	4,5	4,2
4	8,4	8,0	7,6	7,2	6,8	6,4	6,0	5,6
5	10,5	10,0	9,5	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0
6	12,6	12,0	11,4	10,8	10,2	9,6	9,0	8,4
7	14,7	14,0	13,3	12,6	11,9	11,2	10,5	9,8
8	16,8	16,0	15,2	14,4	13,6	12,8	12,0	11,2
9	18,9	18,0	17,1	16,2	15,3	14,4	13,5	12,6

log sinus

Logarithmen der trigonometrischen

Grad und Min.	Minuten											Grad und Min.
	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	
30'	7.9408	9.9551	7.9689	7.9822	7.9952	8.0078	8.0200	8.0319	8.0435	8.0548	8.0658	20'
40'	8.0658	8.0765	8.0870	8.0972	8.1072	8.1169	8.1265	8.1358	8.1450	8.1539	8.1627	10'
50'	8.1627	8.1713	8.1797	8.1880	8.1961	8.2041	8.2119	8.2196	8.2271	8.2346	8.2419	0° 89°
1° 00'	8.2419	8.2490	8.2561	8.2630	8.2699	8.2766	8.2832	8.2898	8.2962	8.3025	8.3088	50'
10'	8.3088	8.3150	8.3210	8.3270	8.3329	8.3388	8.3445	8.3502	8.3558	8.3613	8.3668	40'
20'	8.3668	8.3722	8.3775	8.3828	8.3880	8.3931	8.3982	8.4032	8.4082	8.4131	8.4179	30'
30'	8.4179	8.4227	8.4275	8.4322	8.4368	8.4414	8.4459	8.4504	8.4549	8.4593	8.4637	20'
40'	8.4637	8.4680	8.4723	8.4765	8.4807	8.4848	8.4890	8.4930	8.4971	8.5011	8.5050	10'
50'	8.5050	8.5090	8.5129	8.5167	8.5206	8.5243	8.5281	8.5318	8.5355	8.5392	8.5428	0° 88°
2° 00'	8.5428	8.5464	8.5500	8.5535	8.5571	8.5605	8.5640	8.5674	8.5708	8.5742	8.5776	50'
10'	8.5776	8.5809	8.5842	8.5875	8.5907	8.5939	8.5972	8.6003	8.6035	8.6066	8.6097	40'
20'	8.6097	8.6128	8.6159	8.6189	8.6220	8.6250	8.6279	8.6309	8.6339	8.6368	8.6397	30'
30'	8.6397	8.6426	8.6454	8.6483	8.6511	8.6539	8.6567	8.6595	8.6622	8.6650	8.6677	20'
40'	8.6677	8.6704	8.6731	8.6758	8.6784	8.6810	8.6837	8.6863	8.6889	8.6914	8.6940	10'
50'	8.6940	8.6965	8.6991	8.7016	8.7041	8.7066	8.7090	8.7115	8.7140	8.7164	8.7188	0° 87°
3° 00'	8.7188	8.7212	8.7236	8.7260	8.7283	8.7307	8.7330	8.7354	8.7377	8.7400	8.7423	50'
10'	8.7423	8.7445	8.7468	8.7491	8.7511	8.7535	8.7557	8.7580	8.7602	8.7623	8.7645	40'
20'	8.7645	8.7667	8.7688	8.7710	8.7731	8.7752	8.7773	8.7794	8.7815	8.7836	8.7857	30'
30'	8.7857	8.7877	8.7898	8.7918	8.7939	8.7959	8.7979	8.7999	8.8019	8.8039	8.8059	20'
40'	8.8059	8.8078	8.8098	8.8117	8.8137	8.8156	8.8175	8.8194	8.8213	8.8232	8.8251	10'
50'	8.8251	8.8270	8.8289	8.8307	8.8326	8.8345	8.8363	8.8381	8.8400	8.8418	8.8436	0° 86°
4° 00'	8.8436	8.8454	8.8472	8.8490	8.8508	8.8525	8.8543	8.8560	8.8578	8.8595	8.8613	50'
10'	8.8613	8.8630	8.8647	8.8665	8.8682	8.8699	8.8716	8.8733	8.8749	8.8766	8.8783	40'
20'	8.8783	8.8799	8.8816	8.8833	8.8849	8.8865	8.8882	8.8898	8.8914	8.8930	8.8946	30'
30'	8.8946	8.8962	8.8978	8.8994	8.9010	8.9026	8.9042	8.9057	8.9073	8.9089	8.9104	20'
40'	8.9104	8.9119	8.9135	8.9150	8.9166	8.9181	8.9196	8.9211	8.9226	8.9241	8.9256	10'
50'	8.9256	8.9271	8.9286	8.9301	8.9315	8.9330	8.9345	8.9359	8.9374	8.9388	8.9403	0° 85°
Grad und Min.	10'	9'	8'	7'	6'	5'	4'	3'	2'	1'	0'	Grad und Min.
	Minuten											

log cosinus

Nr. VII. Preise für Meßwerkzeuge usw.

In der nachstehenden Zusammenstellung sind mit wenigen Ausnahmen die in den Textabbildungen dargestellten Meßwerkzeuge, Zeichengeräte und andere Hilfsmittel aufgeführt. Außer den Preisen ist die jeweilige Bezugsquelle der Gegenstände angegeben, soweit die Abbildungen den Preisverzeichnissen der betreffenden Firmen entlehnt sind. Letztere werden vorab alphabetisch mit der genauen Adresse bekannt gegeben.

1. F. W. Breithaupt & Sohn in Cassel, Georgstr. 1. Math.-mech. Werkstätten.
2. Ing. Burkhardt in Glashütte. Rechenmaschinenfabrik.
3. Ing. Egli in Zürich II.
4. Otto Fennel Söhne in Cassel, Königstor 16. Math.-mech. Werkstätten.
5. Gebr. Fromme in Wien XVIII./2, Herbeckstr. 27. Math.-mech. Institut.
6. Grimme, Natalis & Comp. in Braunschweig. Rechenmaschinenfabrik.

Funktionen von Minute zu Minute.

log tangens.

Grad und Min.	Minuten											Grad und Min.
	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	
30'	7.9409	7.9551	7.9689	7.9823	7.9952	8.0078	8.0200	8.0319	8.0435	8.0548	8.0658	20'
40'	8.0658	8.0765	8.0870	8.0972	8.1072	8.1170	8.1265	8.1359	8.1450	8.1540	8.1627	10'
50'	8.1627	8.1713	8.1798	8.1880	8.1962	8.2041	8.2120	8.2196	8.2272	8.2346	8.2419	0°89°
1°00'	8.2419	8.2491	8.2562	8.2632	8.2700	8.2767	8.2833	8.2899	8.2963	8.3026	8.3089	50'
10'	8.3089	8.3150	8.3211	8.3271	8.3330	8.3389	8.3446	8.3503	8.3559	8.3614	8.3669	40'
20'	8.3669	8.3723	8.3776	8.3829	8.3881	8.3932	8.3983	8.4033	8.4083	8.4132	8.4181	30'
30'	8.4181	8.4229	8.4276	8.4323	8.4370	8.4416	8.4461	8.4506	8.4551	8.4595	8.4638	20'
40'	8.4638	8.4682	8.4725	8.4767	8.4809	8.4851	8.4892	8.4933	8.4973	8.5013	8.5053	10'
50'	8.5053	8.5092	8.5131	8.5170	8.5208	8.5246	8.5283	8.5321	8.5358	8.5394	8.5431	0°88°
2°00'	8.5431	8.5467	8.5503	8.5538	8.5573	8.5608	8.5643	8.5677	8.5711	8.5745	8.5779	50'
10'	8.5779	8.5812	8.5845	8.5878	8.5911	8.5943	8.5975	8.6007	8.6038	8.6070	8.6101	40'
20'	8.6101	8.6132	8.6163	8.6193	8.6223	8.6254	8.6283	8.6313	8.6343	8.6372	8.6401	30'
30'	8.6401	8.6430	8.6459	8.6487	8.6515	8.6544	8.6571	8.6599	8.6627	8.6654	8.6682	20'
40'	8.6682	8.6709	8.6736	8.6762	8.6789	8.6815	8.6842	8.6868	8.6894	8.6920	8.6945	10'
50'	8.6945	8.6971	8.6996	8.7021	8.7046	8.7071	8.7096	8.7121	8.7145	8.7170	8.7194	0°87°
3°00'	8.7194	8.7218	8.7242	8.7266	8.7290	8.7313	8.7337	8.7360	8.7383	8.7406	8.7429	50'
10'	8.7429	8.7452	8.7475	8.7497	8.7520	8.7542	8.7565	8.7587	8.7609	8.7631	8.7652	40'
20'	8.7652	8.7674	8.7696	8.7717	8.7739	8.7760	8.7781	8.7802	8.7823	8.7844	8.7865	30'
30'	8.7865	8.7886	8.7906	8.7927	8.7947	8.7967	8.7988	8.8008	8.8028	8.8048	8.8067	20'
40'	8.8067	8.8087	8.8107	8.8126	8.8146	8.8165	8.8185	8.8204	8.8223	8.8242	8.8261	10'
50'	8.8261	8.8280	8.8299	8.8317	8.8336	8.8355	8.8373	8.8392	8.8410	8.8428	8.8446	0°86°
4°00'	8.8446	8.8465	8.8483	8.8501	8.8518	8.8536	8.8554	8.8572	8.8589	8.8607	8.8624	50'
10'	8.8624	8.8642	8.8659	8.8676	8.8694	8.8711	8.8728	8.8745	8.8762	8.8778	8.8795	40'
20'	8.8795	8.8812	8.8829	8.8845	8.8862	8.8878	8.8895	8.8911	8.8927	8.8944	8.8960	30'
30'	8.8960	8.8976	8.8992	8.9008	8.9024	8.9040	8.9056	8.9071	8.9087	8.9103	8.9118	20'
40'	8.9118	8.9134	8.9150	8.9165	8.9180	8.9196	8.9211	8.9226	8.9241	8.9256	8.9272	10'
50'	8.9272	8.9287	8.9302	8.9316	8.9331	8.9346	8.9361	8.9376	8.9390	8.9405	8.9420	0°85°
Grad und Min.	10'	9'	8'	7'	6'	5'	4'	2'	3'	1'	0'	Grad und Min.
	Minuten											

log cotangens

7. Gebr. Haff in Pfronten (Bayern). Math.-mechan. Institut.
8. Gustav Heyde in Dresden-N., Kleiststr. 10. Math.-mechan. Werkstätten.
9. Bureau-Maschinengesellschaft „Mercedes“ in Berlin W. 30.
10. A. Ott in Kempten (Bayern). Math.-mechan. Institut.
11. Technisches Versandgeschäft R. Reiß in Liebenwerda i. S.
12. Rudolf und August Rost in Wien XV., Märzstr. 7. Math. mechan. Institut.
13. J. Schnöckel in Berlin W., Steglitzerstr. 56. Math.-mechan. Institut.
14. C. Siekler in Karlsruhe in Bad., Kaiserstr. 152. Math. mech. Werkstätten.
15. W. Stiegel in Cassel. Math. mechan. Werkstätten.
16. Versandgeschäft für Vermessungswesen in Cassel, Hohenzollernstr. 3.
17. Technisches Versandgeschäft von F. Weiland in Liebenwerda i. S.
18. Gebr. Wichmann in Berlin NW. 6, Karlstr. 13. Versandgeschäft für Zeichen- usw. Geräte.
19. Max Wolz in Bonn a. Rh., Beethovenstr. 38. Math. mechan. Werkstätten.
20. Firma Carl Zeiß, Abtlg. Geo, in Jena.

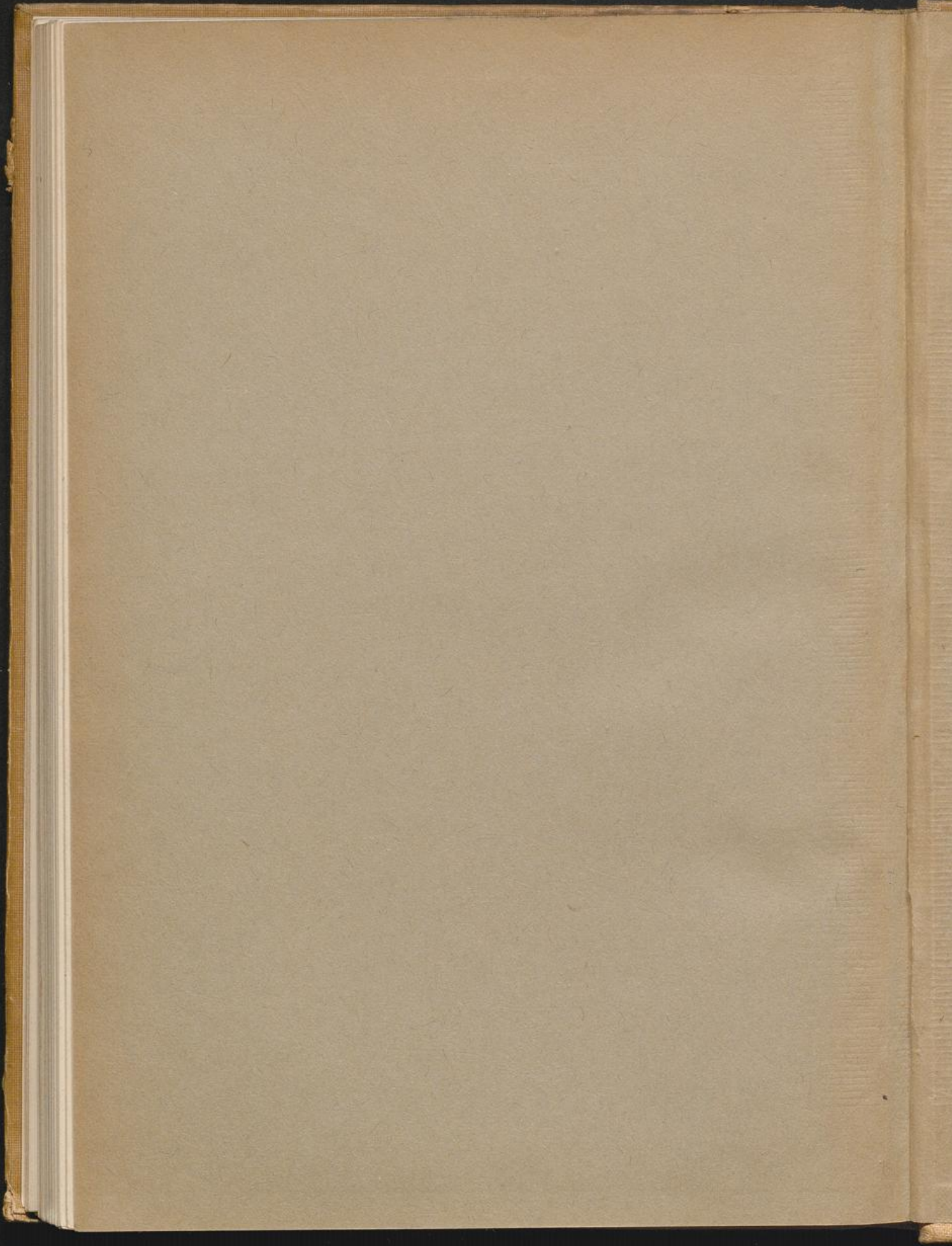
Lfd. Nr.	Gegenstand	Figur Nr.	Bezugsquelle	Preis M
1	Nivellementsbolzen ohne Nummer	6	Wichmann-Berlin	0,90
2	desgl. mit Nummer nach Angabe	.	ders.	1,00
3	Gußeiserne Schilder mit der Aufschrift „Höhenmarke“	.	ders.	3,00
4	Eiserne Rohre mit Spitze, 10 mm weit	28	Hallupp-Halle a. S.	0,12
5	desgl. 20 mm weit	.	ders.	0,20
6	Eiserne Vorschläger zu 4 und 5	.	ders.	2,00—2,50
7	Schutzkappe für Eisenrohre	32	E. Schenk-Ulm.	2,70
8	Durchbohrte Eisenbolzen	34	Reiß-Liebenwerda	0,75
9	Fluchtstäbe mit 3 Laschen	40	ders.	2,30—2,70
10	Fluchtstäbe	41	ders.	2,00—3,00
11	Fluchtstäbe mit dreieckiger Spitze	42	ders.	2,75—3,75
12	Reise-Fluchtstäbe	43	ders.	12—21,50
13	Fluchtstab-Stativ	46	Sickler-Karlsruhe i. Baden	4,50
14	desgl.	47	Wolz-Bonn	10,50
15	Doppelringe	49	Reiß-Liebenwerda	1,50
16	Eisernes Lot	56a	ders.	0,75
17	desgl.	56b	ders.	1,10
18	desgl.	56c	ders.	2,15
19	Dosenlibelle mit Klemmhebel	57	ders.	8,—
20	Kugelförmiger Winkelkopf	63	Rost-Wien	20,—
21	Winkelkopf	64	Fennel-Cassel	10,—
22	Winkelspiegel	70a	Wichmann-Berlin	6,25
23	desgl.	oben 70a unten	ders.	7,25
24	Lotstab zum Winkelspiegel	70b	Reiß-Liebenwerda	6,50
25	Winkelspiegel	71	ders.	2,50
26	Pentagonprisma (90°)	74	Fennel-Cassel	15,—
27	desgl. (90°)	74a	Zeiß-Jena	16,—
28	desgl. (45°)	76	Reiß-Liebenwerda	15,—
29	Prisma nach Bauernfeind	78	Wichmann-Berlin	10,—
30	Lotstab für Prisma	81	Reiß-Liebenwerda	6,50
31	Prisma nach Schellens	82	ders.	15,—
32	Doppelprisma nach Bauernfeind	83	Wichmann-Berlin	20,—
33	Doppel-Pentagonprisma	84	Fennel-Cassel	25,—
34	Doppelprisma nach Schellens	84a	Reiß-Liebenwerda	25,—
35	Höhwinkel	85	ders.	5 und 6
36	Meßlatten (Paar)	89	Fennel-Cassel	20,—
37	desgl. (Paar)	90	Weiland-Liebenwerda	6—12
38	desgl. (Paar)	91	ders.	6,50—13,0
39	desgl. (Paar)	92	Reiß-Liebenwerda	11—15
40	Bauplatz-Meßlatte	94	Weiland-Liebenwerda	5,50—8,00
41	desgl.	95	ders.	7,50—11,50
42	Normalmeter	97	Reiß-Liebenwerda	15,—
43	Meßband 10 m (20 m)	100	Breithaupt-Cassel	14 (18)
44	Richtstäbe (Paar)	100a	ders.	6,—
45	Meßbandklemme	101	Reiß-Liebenwerda	2,—
46	Zählstäbchen (10 Stück)	102	ders.	1,25
47	desgl. (10 Stück)	103	ders.	4,—

Lfd. Nr.	Gegenstand	Figur Nr.	Bezugsquelle	Preis M
48	Zählstäbchen (10 Stück)	103 a	Reiß-Liebenwerda	2,75
49	Rollbandmaß (Leinen 20 m)	105	Wichmann-Berlin	6,—
50	desgl. (Stahl 20 m)	106	Heyde-Dresden	18,—
51	desgl. (Stahl 20 m)	107	ders.	13,—
52	Meßrad (mit Spurkranz)	108	Fromme-Wien	120 (130)
53	Meßrädchen „Grottometer“	109	Reiß-Liebenwerda	5,50
54	Neigungsmesser	118	ders.	12,75
55	desgl.	121	Versandthaus für Vermes- sungswesen in Cassel	25,—
56	Neigungsmesser nach Brandis	134	Weiland-Liebenwerda	22,—
57	Neigungsmesser nach Gauß	135	Reiß-Liebenwerda	42,—
58	Feldbuchrahmen	149	Weiland-Liebenwerda	3,—
59	Feldbuchmappe	150	ders.	3,50
60	Winkeltrommel	173	Fennel-Cassel	46,—
61	Einfaches Stativ	177	Wichmann-Berlin	8,—
62	Winkeltrommel	181	Rost-Wien	32,—
63	Einfache Bussole	184	Wichmann-Berlin	20,—
64	Bussole	185 a	Sickler-Karlsruhe	36,—
65	Schmalkalder-Bussole	191	ders.	42,—
66	Winkeltrommel mit Bussole	192	Stiegel-Cassel	50,—
67	Fernrohrbussole	193	Fennel-Cassel	250,—
68	desgl.	193 a	Wichmann-Berlin	182,—
69	Repet.-Theodolit (Noniusangabe 1')	195	Fennel-Cassel	355,—
70	desgl. (Noniusangabe 1')	195	ders.	405,—
71	desgl. (Noniusangabe 30')	195	ders.	460,—
72	desgl. Stativ	196	ders.	40,—
73	Einfacher-Theodolit (Noniusang. 1')	197 a	Reiß-Liebenwerda	160,—
74	desgl. (Noniusangabe 1')	197 b	Sickler-Karlsruhe i. Baden	200,—
75	Theodolit mit Skalen-Mikroskop	215	Fennel-Cassel	790,—
76	desgl. mit Nonien-Mikroskop	217	ders.	690,—
77	Aufsatzbussole	219	ders.	65,—
78	desgl.	223	ders.	90,—
79	Millimeter-Maßstab (Holz)	229	Wichmann-Berlin	0,50—1,50
80	Anlegemaßstab (Neusilber)	230	Versandthaus für Vermes- sungswesen in Cassel	8,—
81	Zeichennadel	231	Weiland-Liebenwerda	0,50
82	desgl.	232	ders.	1,20
83	Dreikant-Maßstäbe (Neusilber, in 6 Teilungen)	233	Versandthaus für Vermes- sungswesen in Cassel	5,—
84	Transversalmaßstab (Neusilber)	234	Weiland-Liebenwerda	4,50
85	desgl. (Messing, Neusilber)	234	ders.	5,50
86	desgl.	234 a	Wichmann-Berlin	7,—
87	desgl.	234 b	ders.	6,—
88	Zirkel nach Riefler	235	ders.	2,—
89	Zirkel nach Richter	236	ders.	2,50
90	Zeichendreieck (Holz)	237	Weiland-Liebenwerda	0,40—1,75
91	desgl. (Heliosmasse)	238	Versandthaus für Vermes- sungswesen in Cassel	1,60—5,50
92	Sägeblattlineal (ungeteilt)	239	Reiß-Liebenwerda	5—15
93	desgl. (in dm geteilt)	239	ders.	7,5—22,5

Lfd. Nr.	Gegenstand	Figur Nr.	Bezugsquelle	Preis M
94	Zeichendreiecke (Eisen)	240	Wichmann-Berlin	7,5—12
95	Kartierungsinstrument (Metall)	243	Reiß-Liebenwerda	32,—
96	Transporteur	247	ders.	3,25 u. 5,50
97	desgl. (Metall)	248	Versandthaus für Vermes- sungswesen in Cassel	2,50 u. 5,—
98	desgl. nach Nagel	250	Fromme-Wien	60,—
99	desgl. nach Decher	251	Gebr. Haff-Pfronten (Bayern)	80,—
100	desgl. (Noniusangabe 1')	252	Wichmann-Berlin	40,—
101	Ziehfeder	274	ders.	2,—
102	Nullenzirkel	274 a	Weiland-Liebenwerda	4,50
103	Chinesische Tusche	275	Reiß-Liebenwerda	3,—
104	Tuschnapf	276	ders.	0,60
105	Planfarben	277	ders.	4,—
106	Umwandlungszirkel	281	Wichmann-Berlin	16,—
107	Storchschnabel	283	Weiland-Liebenwerda	7,50
108	Pantograph	284	Wichmann-Berlin	124—168
109	desgl.	285	ders.	160—208
110	Gestell zum Pantograph	286	Reiß-Liebenwerda	90,—
111	Quadratglastafel	305	Wichmann-Berlin	16—35
112	Parallelglastafel	305 a	Weiland-Liebenwerda	8—25
113	Kloth'sche Hyperbeltafel	306	Reiß-Liebenwerda	7,50 u. 12
114	Polarplanimeter	307	Ott-Kempton	64,—
115	Kompensationsplanimeter (Schnöckel)	314	Schnöckel-Berlin	25 u. 30
116	Harfe (Papier)	315	Reiß-Liebenwerda	0,15
117	Harfen-Zirkel	316	ders.	5 u. 12
118	„Arithmometer“ (Burkhardt)	320	Burkhardt-Glashütte	400—750
119	Rechenmaschine: „Brunsviga“	321	Grimme-Braunschweig	505 u. 605
120	desgl. „Brunsviga“	322	ders.	610,—
121	desgl. „Gauß“	323	Mercedes-Berlin	350,—
122	desgl. „Euklid“	324	ders.	850,—
123	desgl. „Millionär“	325	Ing. Egli, Zürich II	1000,—
124	Spezial-Rechenschieber	326	Reiß-Liebenwerda	15,—
		Seite		
125	Vervielfältigungsapparat „Triumph“	163	Reiß-Liebenwerda	7,40
126	desgl. N. J. K.	163	ders.	20—120
127	Rechentafeln: Crelle	210	Reimer-Berlin	15,—
128	desgl. L. Zimmermann große Ausgabe	210	Reiß-Liebenwerda	5,—
129	desgl. L. Zimmermann kleine Ausgabe	210	ders.	1,50
130	desgl. Dr. H. Zimmermann	211	Ernst & Sohn-Berlin	5,—
131	desgl. (mit Quadrattafeln)	211	ders.	6,—



Druck von Straubing & Müller, Weimar.





03M36217

P
03

Annales Écologiques 11

M
36217

1296

6

2