



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das Feldmessen

Schewior, Georg

Leipzig, 1915

IV. Planherstellung nach Polygonaufnahmen

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

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.

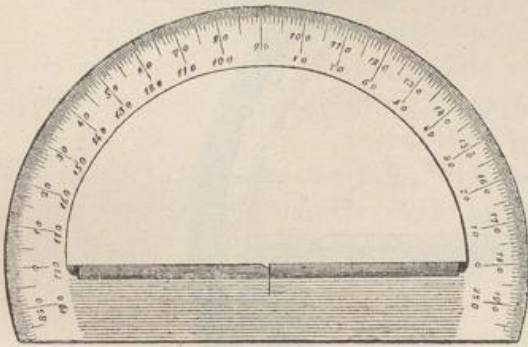
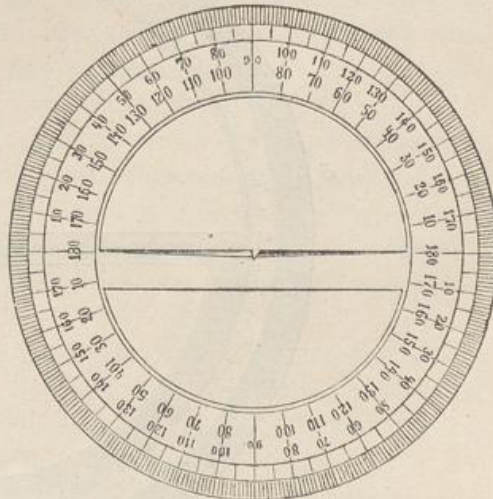


Fig. 248.



(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.

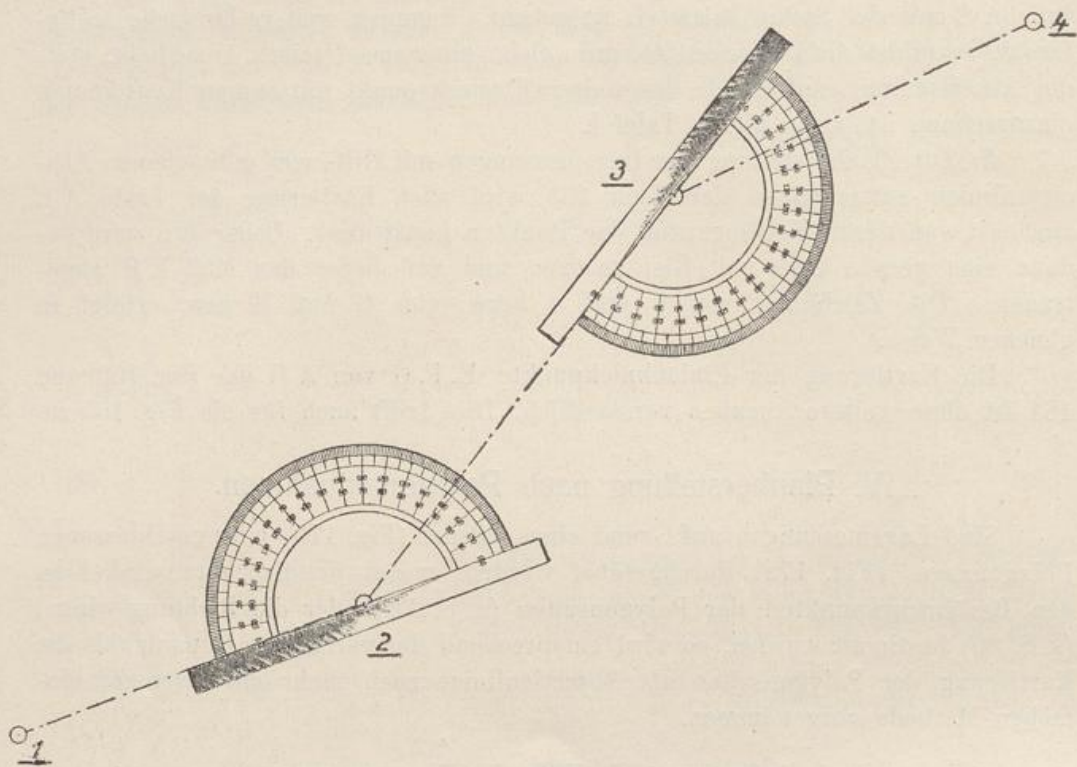
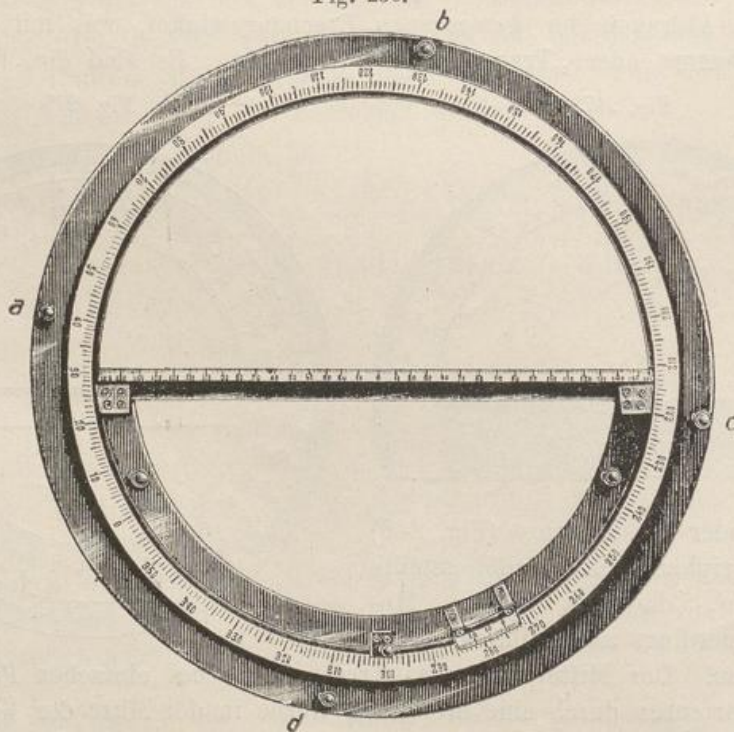
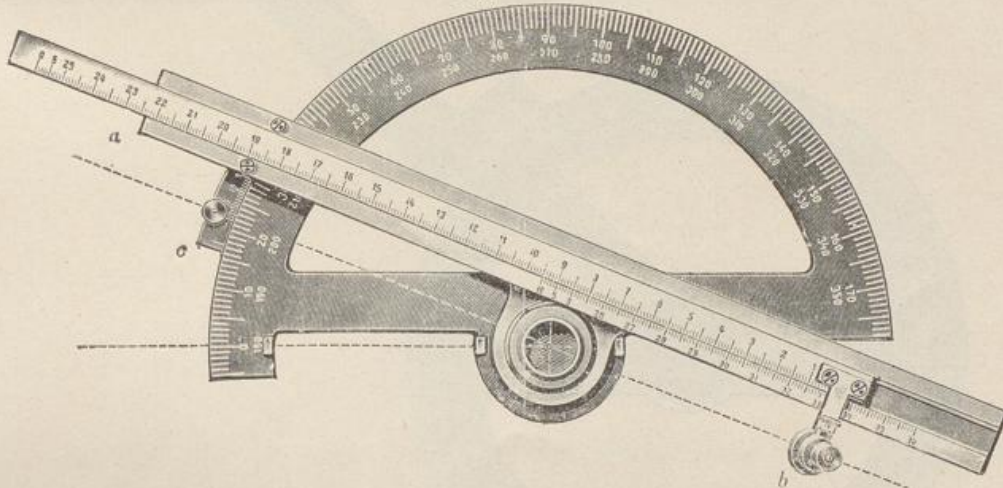


Fig. 250.



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.



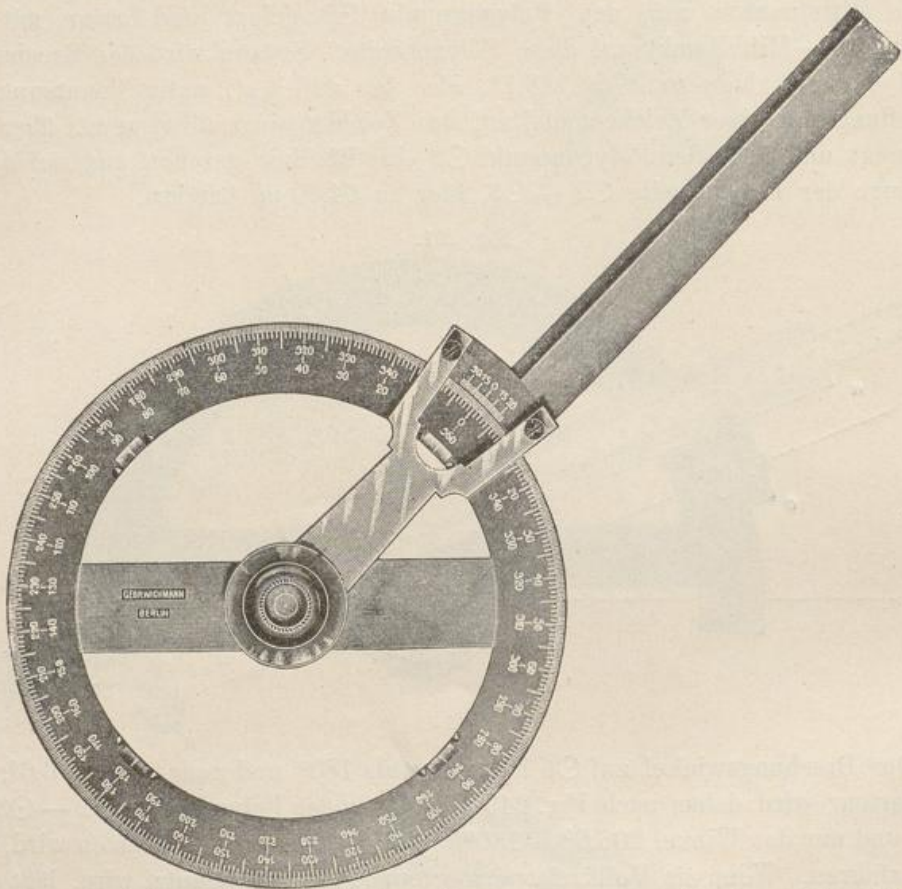
Der Brechungswinkel auf $\odot 3$ ist größer als 180° und zwar $\beta_3 = 206,6^\circ$; der Transporteur wird daher nach Fig. 249 rechts von der Polygonseite $\odot 2 - \odot 3$ angelegt und nur der Winkel $206,6^\circ - 180^\circ = 26,6^\circ$ abgesetzt, im übrigen wird, wie vor, verfahren. Wenn ein 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 Bleilinien 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.

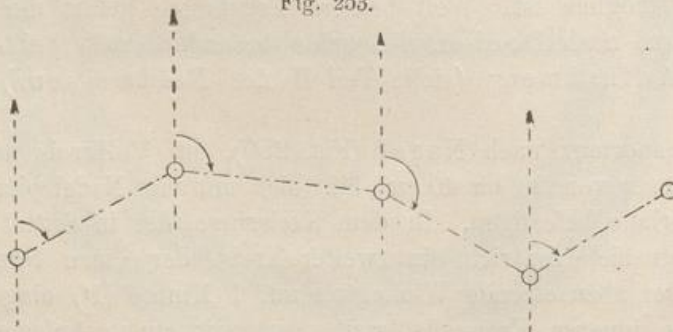
Der Transporteur nach Nagel (Fig. 250), ein Vollkreis aus Metall mit einem Durchmesser von 20 bis 40 cm, läßt sich mit vier Nadelspitzen a b c d auf der Papierunterlage befestigen. In dem Kreisringe, der in drittel Grade eingeteilt ist, bewegt sich zentrich ein zweiter Kreis, der einen Nonius (s. S. 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.

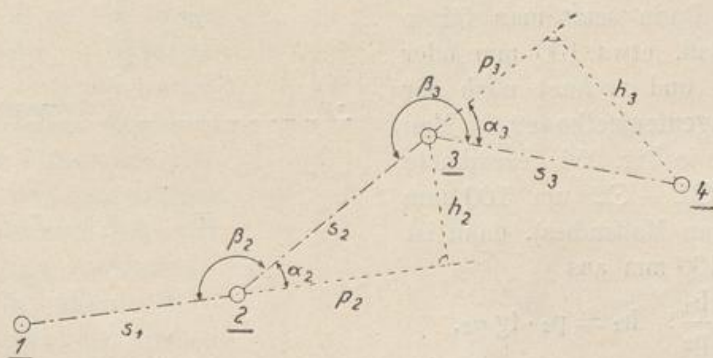
Wenn Bussolenzüge nach S. 89 und Fig. 186, 189 und 190 aufzutragen sind, so wird durch jeden kartierten Polygonpunkt parallel zu der durch den ersten Polygonpunkt gehenden Nordrichtung eine Linie gezogen, von der aus der jeweilige Richtungswinkel abgesetzt wird (s. Fig. 253).

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.

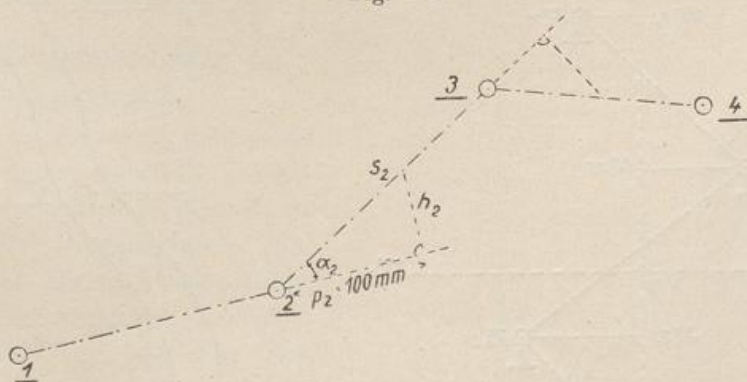


In Fig. 255 ist nach Zeichnung der Polygonseite $\odot 1 - \odot 2 = s_1$ die Polygonseite s_2 mit Hilfe des Brechungswinkels β_2 aufzutragen.

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.

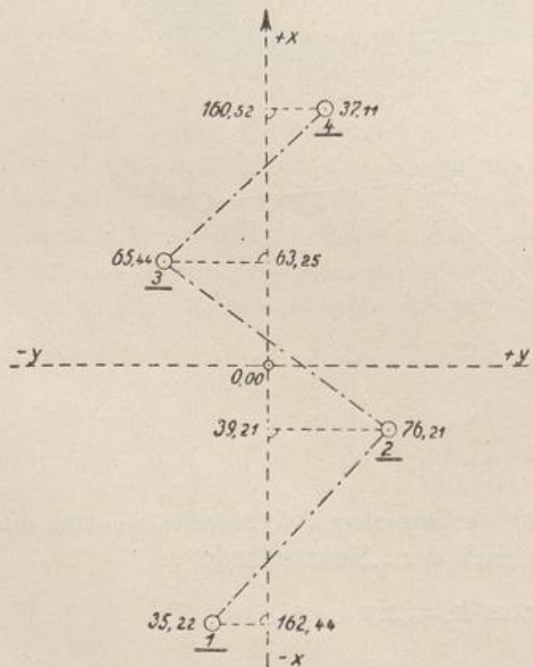


Fig. 257.

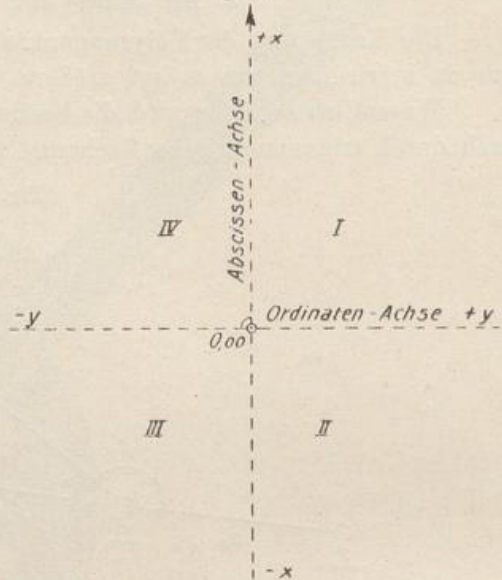
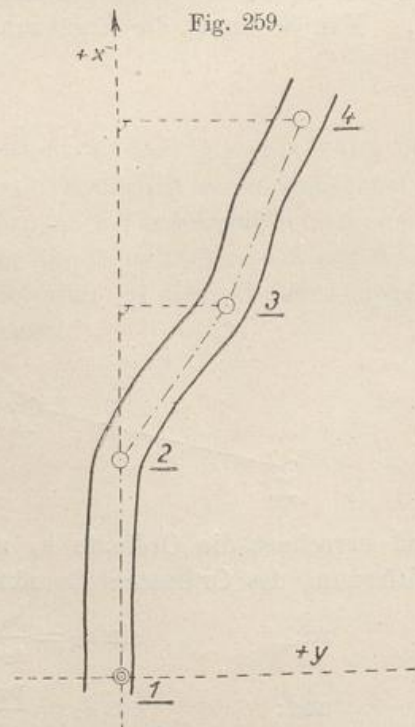


Fig. 259.



*) 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.

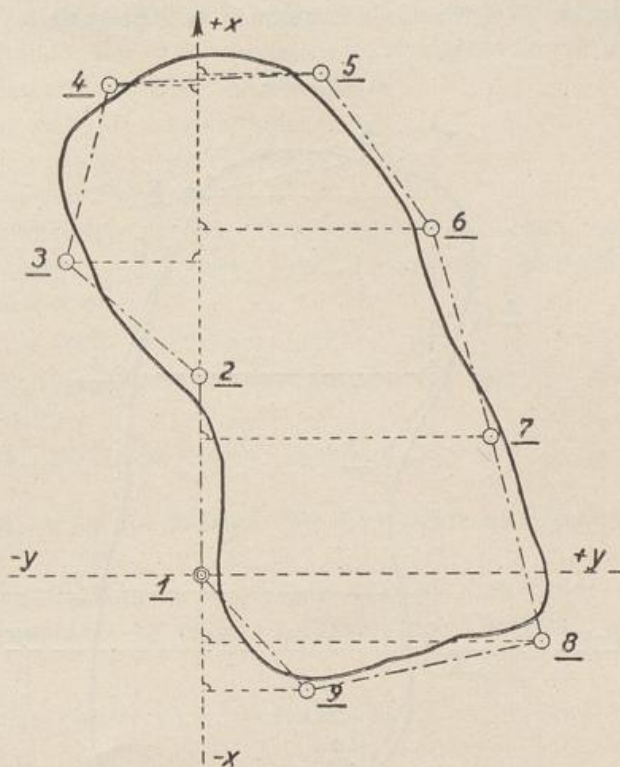
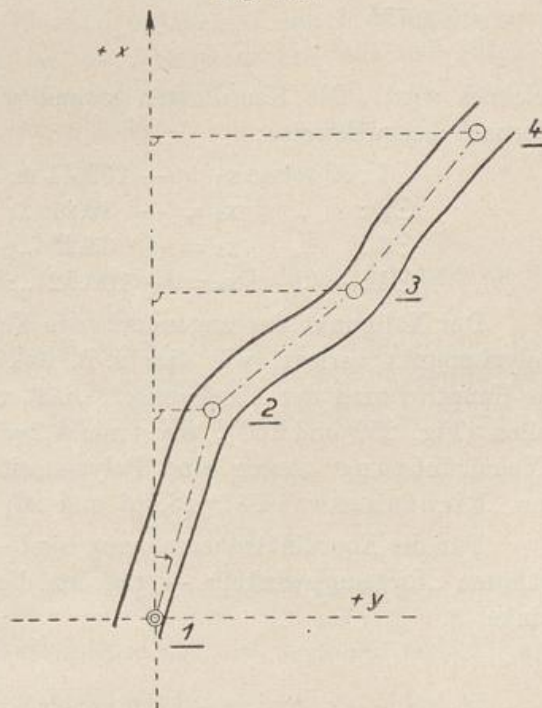
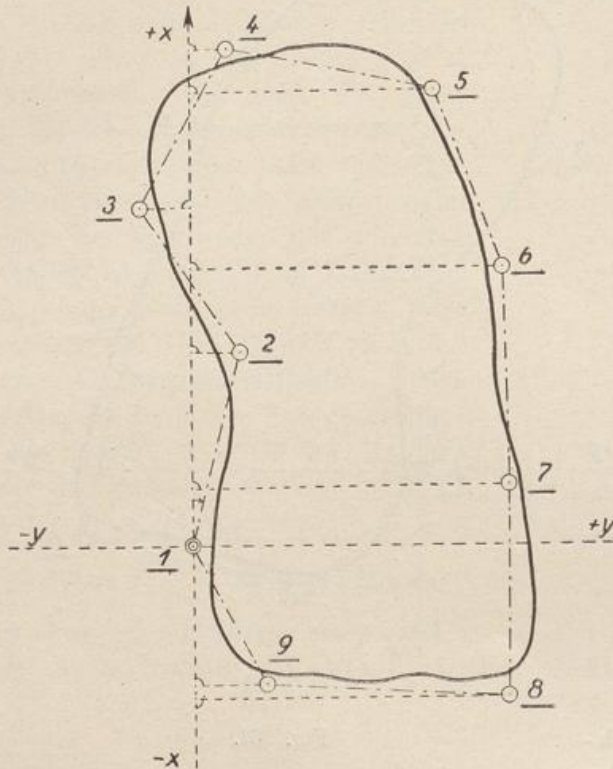


Fig. 261.



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:	Abzisse $x_1 = -162,44$ 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.

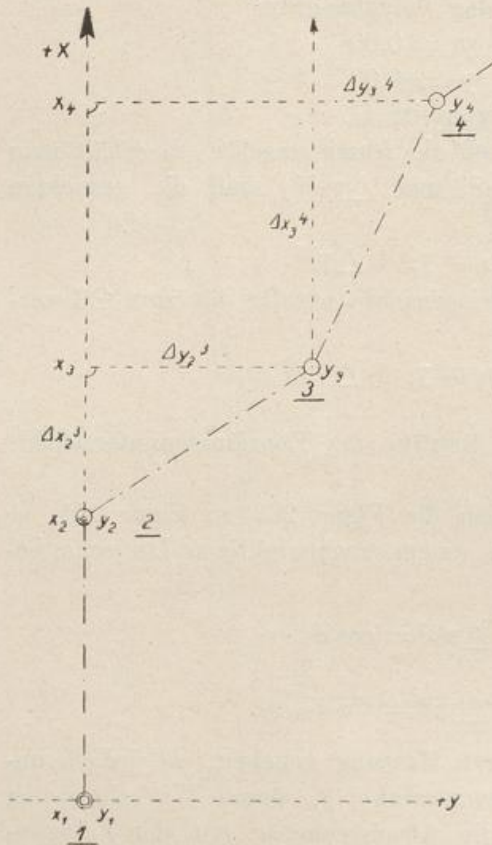
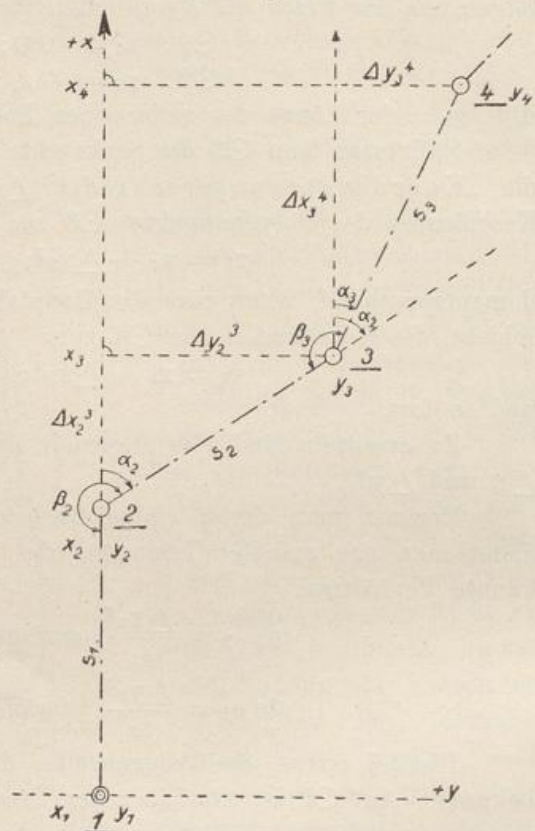


Fig. 264.



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.

Rechenschema für Polygonzüge.

(Beispiel eines offenen Zuges).

Fig. 180.

Nr. des Punktes	Brechungswinkel β			Richtungswinkel α			Länge der Polygoneseite s	$\log \cos \alpha$		$\log s + \log \cos \alpha$		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	'	"		m	$\log s$	$\log \sin \alpha$	$\log s + \log \cos \alpha$	$\log s + \log \sin \alpha$	+	-	+	-	+	-	+		-	
1	0	00	00																		11	
⊙1	0	00	00					0,0000	2,1071									0,00	0,00	⊙1		
				0	00	00	127,97	2,1071					127,97					+	127,97	0,00		
⊙2	267	19	20					8,6695	0,7936			6,22						+	127,97	0,00	⊙2	
				87	19	20	133,07	2,1241	0,7936			6,22			132,91			+	6,22	+	132,91	
								9,9995	2,1236									+				
⊙3	82	42	00					9,9934	2,1593			144,30						+	134,19	+	132,91	⊙3
				350	01	20	146,51	2,1659	2,1593			144,30			25,39			+	144,30	-	25,39	
								9,2388	1,4047									+				
⊙4	130	15	05					9,7025	1,8483			70,52						+	278,49	+	107,52	⊙4
				300	16	25	139,90	2,1458	1,8483			70,52			120,85			+	70,53	-	120,85	
								9,9364	2,0822									+				
⊙5									+	349,01	-	13,33	⊙5
								.	.													
								.	.													
[β]	480	16	25 *)									349,01		132,91	146,24							
															13,33							

Das Rechenschema enthält in der Spalte 1 und 11 die Polygonpunkt-Nummern, in Spalte 2 und 4 die gemessenen Stücke: Brechungswinkel β und Polygonseiten s^{**}). Die Richtungswinkel α sind in Spalte 3 zu finden. Es sei hierzu bemerkt, daß der oben (S. 142) genannte Richtungswinkel α nach

$$\alpha_3 = \alpha_2 + \beta_3 + 180^\circ$$

statt nach $\alpha_2 + \beta_3 - 180^\circ$ hätte berechnet werden müssen, wenn 180° größer als $\alpha_2 + \beta_3$ gewesen wäre; dies gilt allgemein. Ist dagegen $\alpha + \beta$ größer als 360° , so muß gegebenenfalls statt 180° auch das Dreifache, nämlich 540° , zum

*) Die Summe [β] der Brechungswinkel muß mit dem letzten Richtungswinkel α (Spalte 3), um ein Vielfaches von 180° abweichend, übereinstimmen.

**) Sind die Polygonseiten doppelt gemessen, so wird hier das Mittel aus den beiden Messungen eingeführt, siehe z. B. Seite 122 im Winkelbuch.

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,

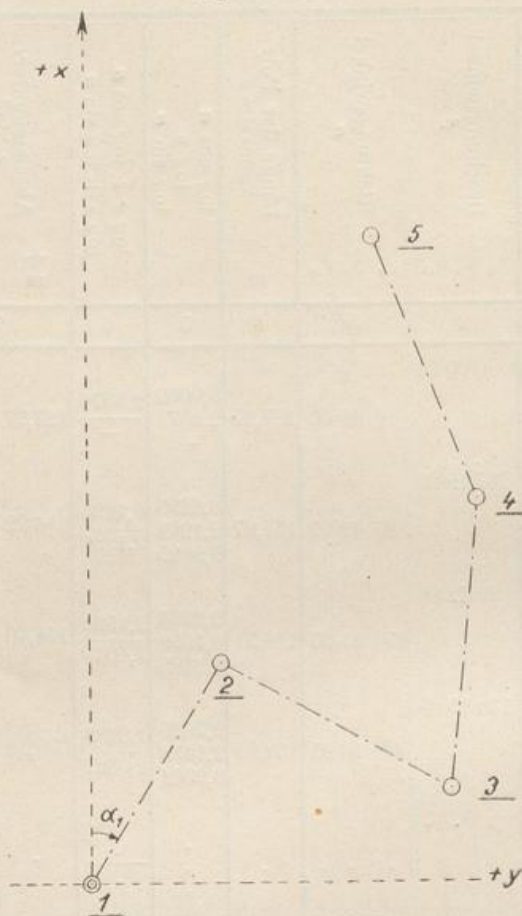
bei Winkeln

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

$$\Delta x_1^2 = \cos 0^{\circ} \cdot s_1 = 1,0000 \cdot s_1^*) = s_1$$

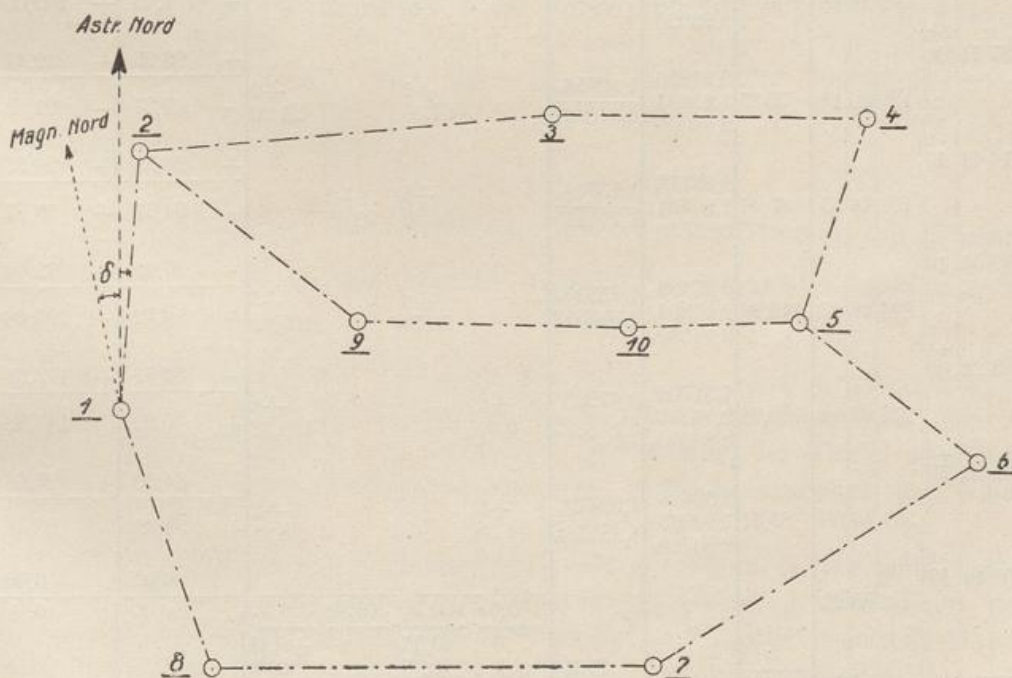
$$\Delta y_1^2 = \sin 0^{\circ} \cdot s_1 = 0,0000 \cdot s_1^*) = 0,00.$$

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 Polygone-seite s m	$\log \cos \alpha$ $\log s$ $\log \sin \alpha$	$\frac{\log s + \log \cos \alpha}{\log s + \log \sin \alpha}$	Abscissenunter-schied $\Delta x = s \cdot \cos \alpha$		Ordinatenunter-schied $\Delta y = s \cdot \sin \alpha$		Abscisse x Verbessertes Abscissenunter-schied		Ordinate y Verbessertes Ordinatenunter-schied		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											+	85,38	+	5,95		$\odot 2$
$\odot 9$	142	10	40	+1	129	01	41	92,46	9,79913 _n 1,96595 9,99033	1,76508 _n 1,85628	58,22 ⁻¹	71,82 ⁻⁶	+	27,15	+	77,71		$\odot 9$	
$\odot 10$	177	25	30	+1	91	12	22	88,60	8,32323 _n 1,94743 9,99990	0,27066 _n 1,94733	1,86 ⁻¹	88,58 ⁻⁶	+	25,28	+	166,23		$\odot 10$	
$\odot 5$	109	22	20		88	37	53	54,34	8,37812 1,73512 9,99988	0,11324 1,73500	1,30	54,33 ⁻³	+	1,30	+	54,30		$\odot 5$	
											1,30	60,08	214,73	-	58,80	+	214,58		
												58,78							
												58,80	214,58						
$\odot 4$																			
[β]=	738	00	11		[s]=	235,40					fx =	-0,02	-0,15	= fy					
Soll	738	00	13								fs =	0,15	(I	0,35)					
f β =			+	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.

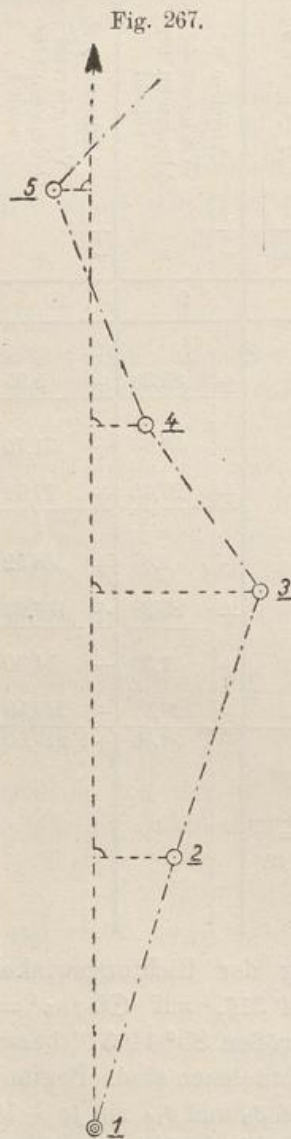
Für die Koordinatenableitung (Spalte 9 und 10) sind am Anfange des Zuges die Koordinaten von $\odot 2$, am Ende diejenigen von $\odot 5$ maßgebend.

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



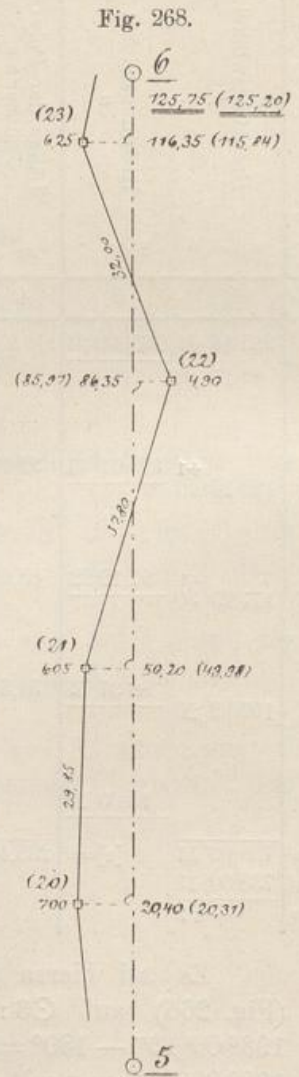
Achse durch den Anfangs-Polygonpunkt entsprechend den Koordinaten abgetragen, siehe Figur 267. Es besteht hier also wieder die gleiche Aufgabe, wie bei der Kartierung der Messung nach S. 133 u. Fig. 162.

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 $v =$

$$\frac{w}{s} \cdot x \text{ verteilt, wo } v \text{ die Verbesserung (abgerundet auf cm),}$$

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.

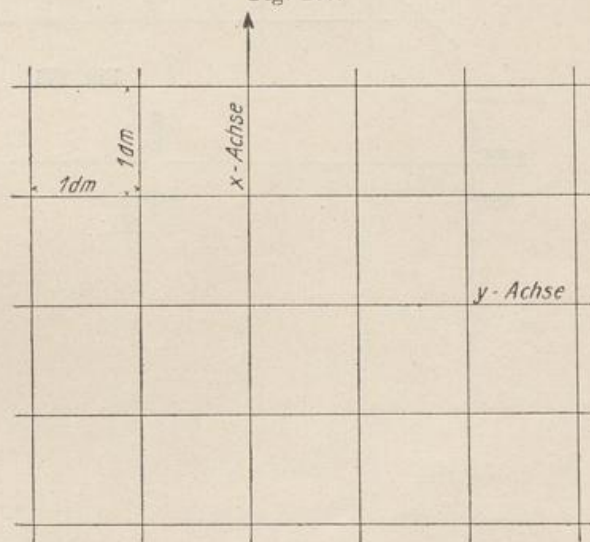


Fig. 270.

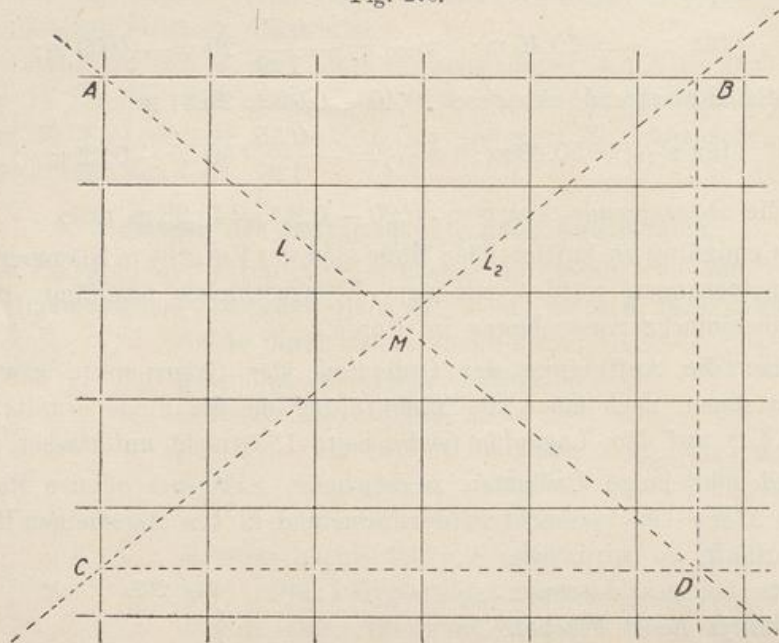
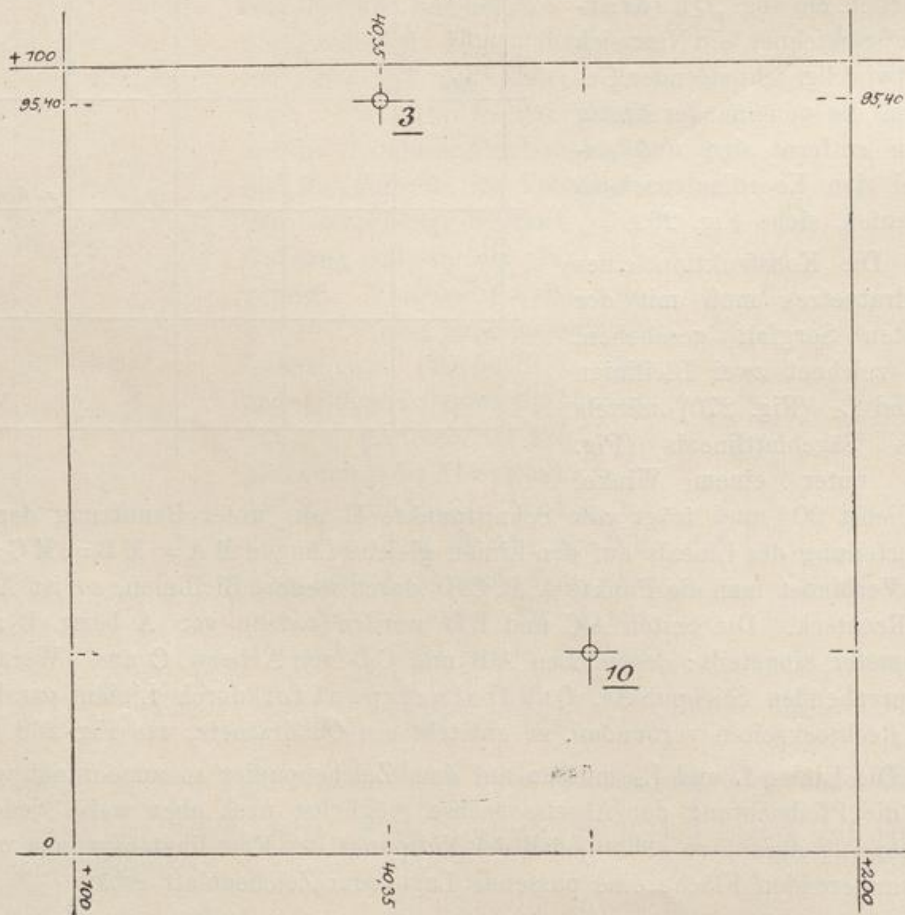
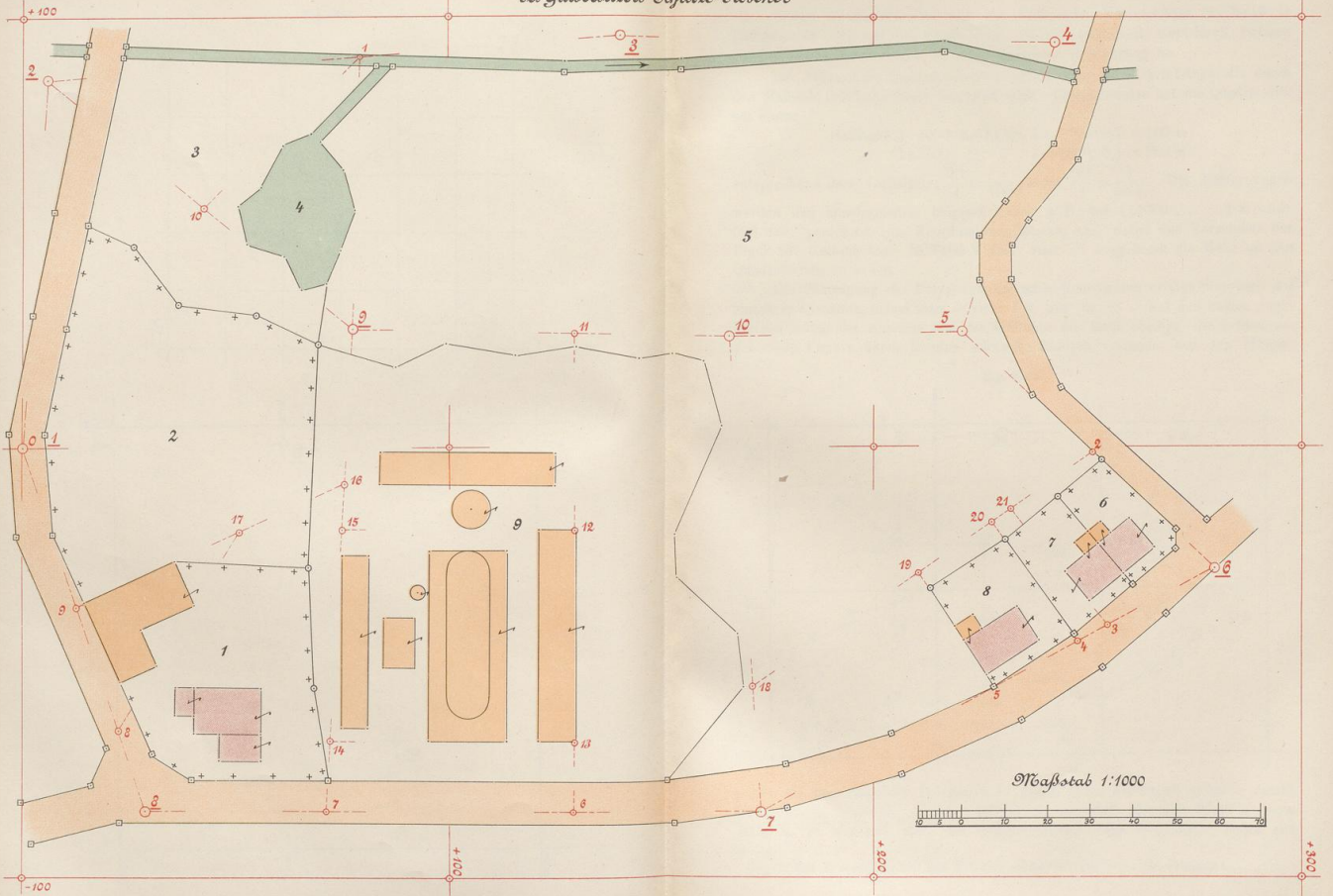


Fig. 271.

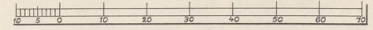


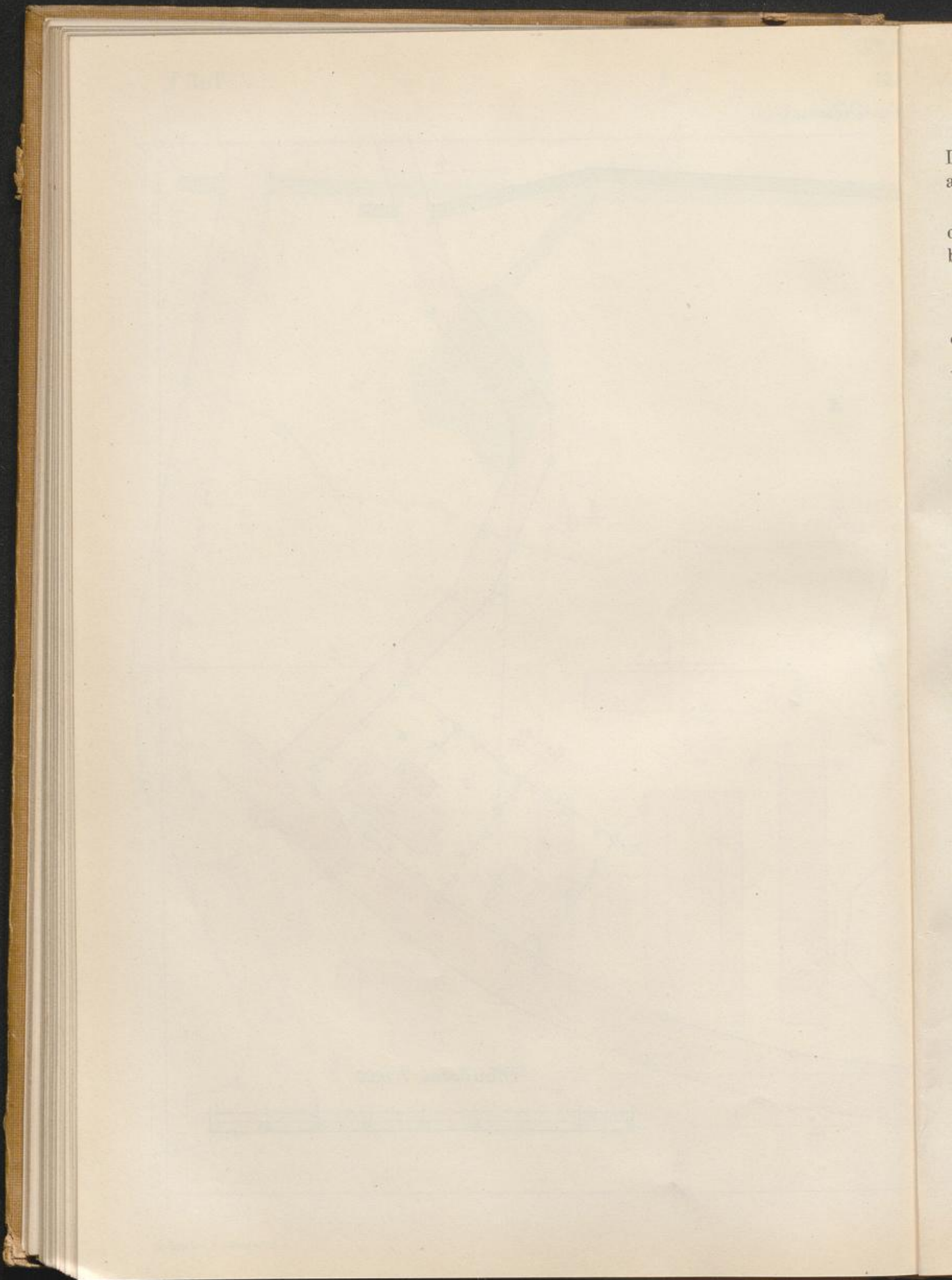
Lageplan
einer Ziegerei
des Gutbesitzers Schulte-Nüssener



Schewior, Feldmesser I.

Maßstab 1:1000





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 $l = 1000 \cdot 0,1 = 100 \text{ m}$

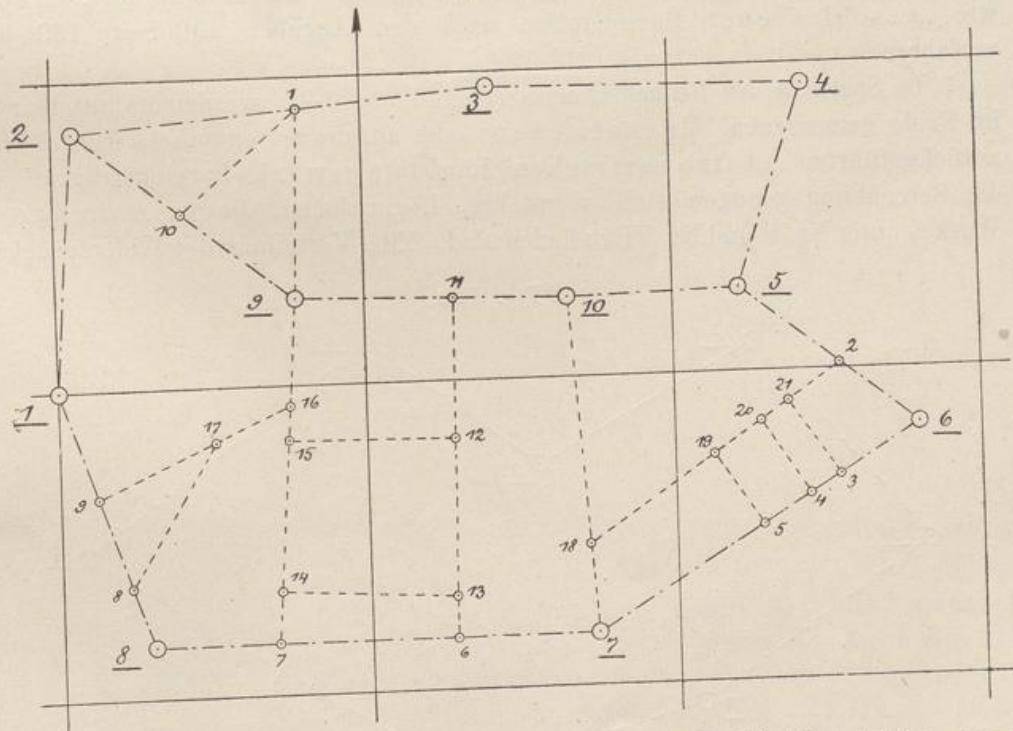
" 1:2500 " " $l = 2500 \cdot 0,1 = 250 \text{ m}$

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.

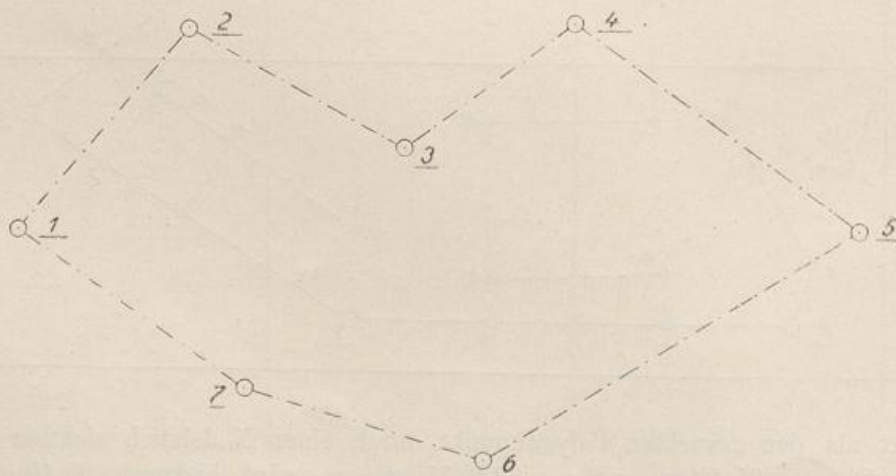
5. Die Auftragung von Bussolenzügen.

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.



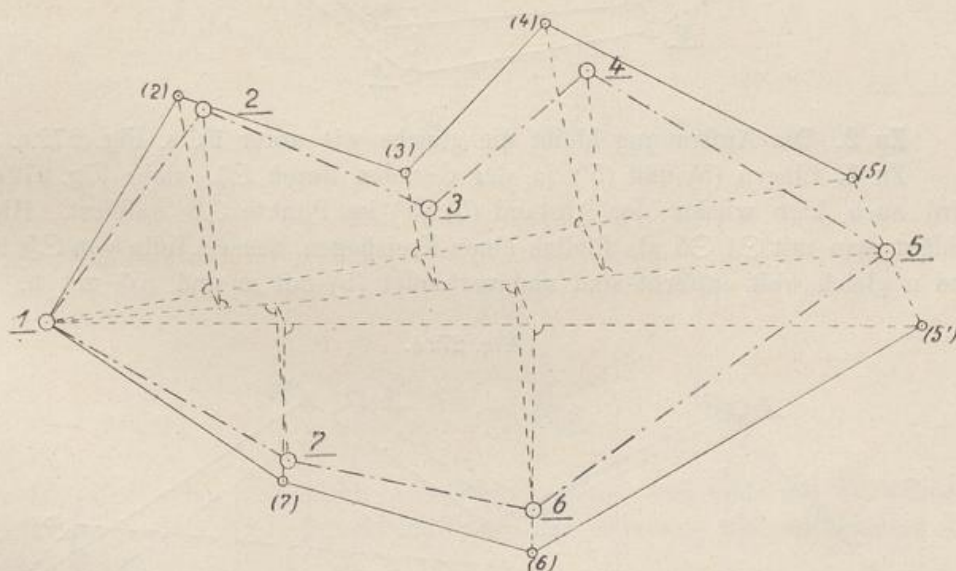
den Abscissen- und Ordinatenunterschieden ist gemäß Seite 148 durchzuführen. Ein Schlußfehler f_s (S. 148) ist noch als zulässig anzusehen, wenn er die im

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.



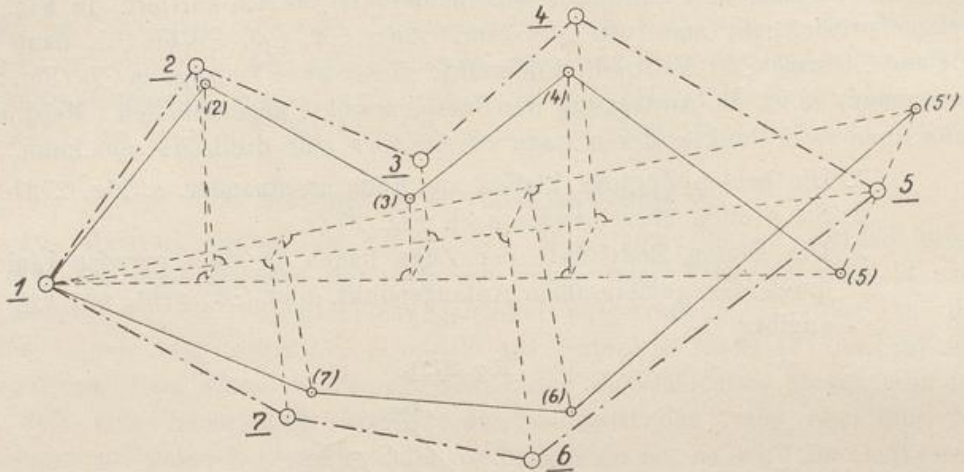
Die Abweichung der beiden Endpunkte wird im einzelnen, wie folgt, beseitigt.

Zu 1. Die nach Fig. 272b 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.

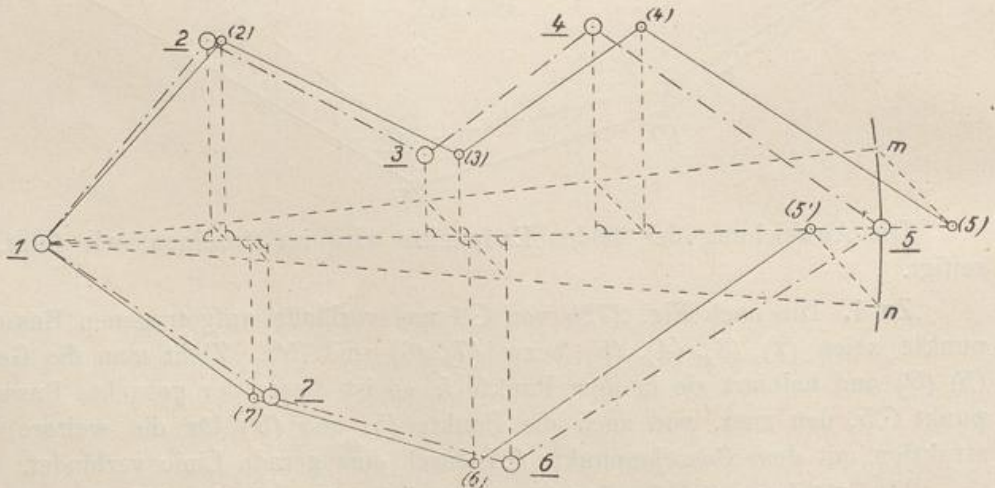
Fig. 272 c.



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.



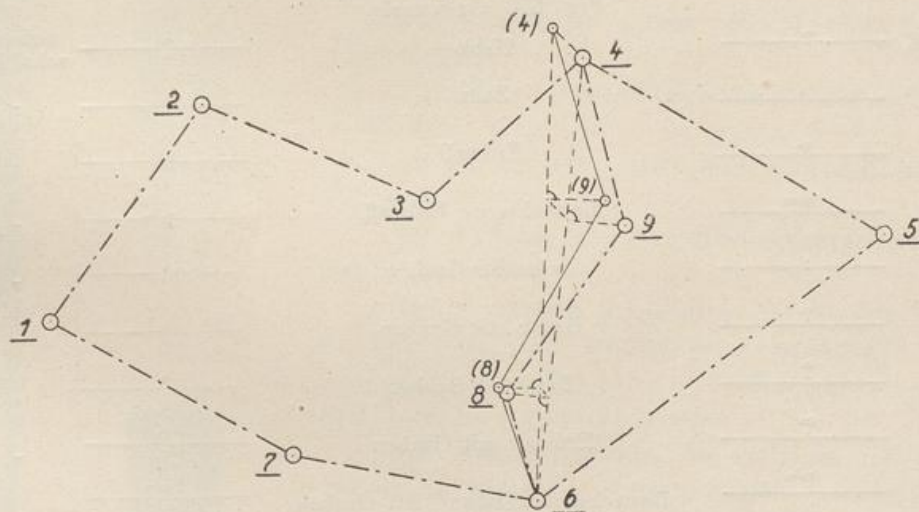
fällt weiter von den vorläufig gezeichneten Bussolenpunkten Senkrechte auf die Gerade $\odot 1$ $\odot 5$ und zieht durch ihre Fußpunkte Parallele zu der Linie m (5) bzw. n (5') bis zum Schnitt mit der Verbindungslinie $\odot 1$ m bzw. $\odot 1$ n,

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.