Max Jackowski

Leitfaden der Vermessungskunde

Leitfaden

Ser

Vermessungskunde

Sür höhere Schulen bearbeitet

non

Mar Jackowski

Staatlicher Oberlandmeffer in Breslau

Mit 100 Siguren, 5 Tafeln und 2 Inlagen



Hannover 1927 Verlag von Carl Meyer (Gustav Prior)

Vorwort.

Nach den neuen Richtlinien des Ministeriums für die Lehrblane ber höheren Schulen foll im mathematischen Unterricht die praftische Geometrie, b. i. Geodafie, mehr als bisher genflegt werden. Es foll von Anfang an die Ausführung von Meffungen geübt werden, wobei "allmählich die Genauigfeit der Meffung durch verfeinerte Silfsmittel gefteigert wird, bis folieflich eine Borftellung erzielt wird von der außerorbentlichen Schwierigfeit ber genauen Durchführung geobätischer Meffungen". Bisher ift noch in feinem mathematischen Lehrbuch Diefer Aufgabe Rechnung getragen worden. Es fehlen der ausführlichere Stoff und die Anleitungen für die richtige und geschickte Sandhabung der Mekgerätschaften und feineren Instrumente, sowie Aufgaben aus der Brazis. Diefe für das Berftandnis der Bermeffungstunde und für den Schulunterricht sowohl für Lehrer als auch für Schüler wichtigen Dinge habe ich, angeregt burch herrn Oberftudiendirektor Brofeffor Dr. Geipel von der städtifchen Cecilienichule in Breglau, in nachstehendem Buchlein ge-Ich hoffe, daß es der Lehrerschaft eine willsommene Hilfe für den Unterricht in der prattischen Geometrie sein wird, und daß auch die Schüler es gern zur Sand nehmen und darin die Unregung zur praftischen Durchführung geometrifcher und geodätischer Aufgaben finden und ihre Freude baran haben werden.

Breslau, im Januar 1926. Clausewissir. 29.

Der Berfaffer.

dispense Di

Ston be were Richtisch tor Markentligen Reierich die prositione der Phone und Phone und Reierich der Phone und Phone und Reierich der Phone und Reierich der State und der Reierich der der Reierich der Geschlicht der Reierich der Reier

\$ 16 % A 1848 AB at 2 (0.00)

THE PARTY SERVICE

Inhaltsverzeichnis.

1.	Œij	nführung	Ge							
2. Die grundlegenden Arbeiten der Landmessung und die dazu erforder-										
lichen Gerätschaften und Instrumente										
Miles and the second se										
	Abschitt I.									
3	ie	geometrische und trigonometrische Horizontalmeffi	111	n						
11		CONTRACTOR TO THE PARTY OF THE	491	3						
A. Die Messung mit einfachen hilfsmitteln.										
§	1.	Die für Längenmeffung und Flächenaufnahmen erforderlichen Silfsmitte	1	4						
8	2.	Beidreibung und handhabung der Defgeratichaften		7						
1		1. Die Abstedung von Linien durch Fluchtstäbe		7						
		2. Die Meffung mit Meglatten	PF	8						
		3. Die Messung mit dem Stahlmegband		[1						
e		4. Seitliche Messung mit dem Rollbandmaß		12						
8	3.	Instrumente zum Absteden rechter Bintel		13						
		2. Der Binkelspiegel		15						
8	4.	Mefübungen gur Abstedung und Mefjung geraber Linien		17						
9		a) Unmittelbare Abstedung von Linien		7						
		b) Abstedung von Parallelen	. =1	18						
		c) Mittelbare Absteckung und Messung	. 1	19						
8	5.	Flächenaufnahme und Feldbuchführung		29						
		a) Messungsmethoben		29						
		b) Felbbuchführung und Schreibweise der Meffungszahlen		30						
60		c) Signaturen sitt topographsische Gegenstände (Tafel 4 und 5) und .		31						
3	6.	Flächenberechnung aus Wessungszahlen		33 34						
		b) Das Bierect		36						
		c) Das Bielect		37						
S	7.	Kartieren und Kartenansertigung		38						
9		a) Zeichengerate		38						
		b) Auftragen der Messiung (Rartierung)	. 8	39						
300		c) Ausarbeiten der Rarie	. 4	10						

VI		Inhaltsverzeichnis.					
1			efte				
	§ 8.	Flächenberechnung auf graphischem Wege	40				
		a) Die Planimeterharfe					
		b) Das Planimeter	42				
		c) Aufgaben für Kartierung und Berechnung von Bieleden	43				
§ 9.		Flächenberechnung und Grenzausgleich	44				
		B. Messungen mit Hilse des Theodolits.					
S	10.	Allgemeine Beschreibung des Theodolits	47				
S	11.	Prufung und Berichtigung des Theodolits					
•,		a) Fehler des Theodolits	50				
		b) Beseitigung der Fehler	50				
ş	12.	Die Ableseborrichtung am Teilfreife (Ronius)					
	13.	Mejfung bon Horizontalwinkeln					
S	14.	Nebungsaufgaben am Theodorit					
ŭ	15.	Das Polhgonnet und die Polhgonmessung	57				
Э	10.	a) Allgemeines	57				
		b) Ginführung in die Roordinatenberechnung	59				
S	16.	Tas geichlosjene Polygon	61				
_	17.	Der angeschloffene Polhgonzug	68				
	18.	Richenbeispiele					
S	10.	a) Berechnung des geschlossenen Polygons					
		b) Berechnung des angeschlossen Polygonzuges 65, 68,	69				
8	19.	Trigonometrische Auntibestimmung	69				
5	1.7.	a) Punktbestimmung durch Borwärtsabschneiden	69				
		b) Bunttbestimmung burch Rudwärtseinschneiben					
8	20.						
0		polygonometrijchen Buntte	78				
S	21.	Absteden von Arcisbogen mit Silfe des Theodolits	78				
ð		1. Abstedung der Bogen-Hauptpunkte					
		2. Abstedung der Bogen-Aleinpuntte					
S	22.	Abstedung bon Bogen-Aleinpuntten burch rechtwintlige Svordinaten					
9		ohne Theodolit	79				
		a) Die Abstedung mit gleichen Absziffenabständen	79				
		b) Die Abstedung durch gleiche Bogenlängen	80				
		to be the comment of the state of the comments of					
		Ubschnitt II.					
Die geometrische und trigonometrische Höhenmeffung.							
		A. Die geometrijche Suhenmeijung.					
ç	23.		81				
		Allgemeines					
S	24.	a) Das Rivellierinstrument					
		1. Der Unterban, 2. Das Fernrohr, 3. Die Libellen	84				
			Q				

	Juhaltsverzeichnis.							1	/ I I
0 0=	Other than the state of the sta								eite
§ 25. § 26.	Prüfung und Berichtigung des Nivellierinstruments Das Nivellieren								
§ 27.									
	a) Die Aufnahme von Längenprofilen								
§ 28.	b) Die Darstellung von Längenprofilen								
5	a) Die Aufnahme von Querprofilen					٠,			96
	b) Die Darftellung von Querprofilen	٠	•	•	-	•	٠	٠	97
B. Die trigonometrijche Höhenmessung.									
§ 29.									
§ 30.	Trigonometrische Höhenmessung								
	b) Sohenbestimmung von mehreren Standpunkten aus								
Unhang: Flinf Tafeln.									
3wei Unlagen in Rlappe auf bem Rüdbedel.									

Vermessunde.

1. Einführung.

Die Vermessunge und — Geodäste oder praktische Geometrie — hat die Aufgabe, die zur Ermittelung der Lage und Größe bestimmter Gebietsteile unserer Erde und die zu ihrer fartenmäßigen Darstellung notwendigen Messungen auszusühren.

Man unterscheidet in der Geodafie zwischen höherer und

nieberer Beodafie.

Die höhere Geodäsie dient vornehmlich wissenschaft= lichen Zweden. Sie besatt sich mit der Vermessung ganzer Länder und Erdreile, also mit der Erdmessung, während die niedere Geodäsie die Vermessung beschränkter Gebiete, die Land= messung, die rein praktischen Zweden dient, umfast.

Man unterscheidet in ber Landmeffung zwischen Horizontal=

meffung und Vertital= ober Sohenmeffung.

Durch Messung von horizontalen Entsernungen und Horizontalwinteln im ersteren und von Höhenunterschieden und Höhenwinteln im letzteren Falle werden alle Ausgaben der

Landmelfung gelöft.

Bie schon das Wort Horizontalmessung sagt, mussen bet allen Vermessungen die Streckenlängen in der wagerechten Ebene gemessen und die Flächen in dieser dargestellt, alle geneigten Messungsslinien und Flächen also auf den Horizont projiziert werden.

Unter der Aufmessung einer Geländesläche versteht man also die

Beftimmung ber Geftalt und Große ihres Grundriffes.

Man darf nicht glauben, daß der Eigentümer einer geneigten (bergigen) Fläche durch deren Darstellung in der Horizontalprojettion etwas an seiner Fläche einbüßt. Man bedenke nur, daß alle Halmsgewächse und Bäume auf der ganzen Erde in der Nichtung der Schwerkraft d. i. im Erdlot emporwachsen und nicht senkrecht zur geneigten Ebene, die Horizontalprojettion also dieselbe Ertragssfähigkeit, mithin auch denselben Wert besitzt wie die geneigte Fläche.

Seder Meffung haften gewisse Gehler an, die auf verschiedene

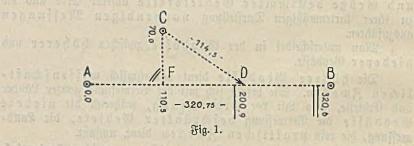
Urfachen gurückzuführen find.

Abgesehen von den groben, durch Unachtsamkeit oder Fahrslässigkeit herbeigeführten Fehlern, werden bei jeder Messung sog. unsvermeidliche Fehler begangen. Sie haben ihre Ursache teils in der Ungenauigkeit der Ablesungen, teils in der Auswahl der Messungskonstruktionen, teils in der Veränderung der Meßgerätschaften durch Witterungseinslüsse und in manchem anderen mehr, nicht zusetzt in der Unvollkommenheit der menschlichen Sinneswerkzeuge.

Diese Fehler können alle zusammenwirken und sich addieren, bann

wird das Meffungsergebnis ungunftig.

Weil aber Fehler unvermeiblich sind, so ist ein Erundsatz ber Landmessung, jede Messung so sorgfältig zu gestalten, daß die unvermeidlichen Fehler auf das niedrigste Maß — das Minimum zurückgesührt werden.



Das wird erreicht durch mehrfache Messung und durch bessondere Sicherungen (z. B. bei Messung seitlicher, rechtwinkliger Abstände durch Hypotenusenmessung, sog. "Stützen" oder "Streben").

Wenn z. B., wie in Fig. 1, auf der Messungslinie AB der seitliche Abstand FC mit 70,0 gemessen worden ist, so wird man von einem Puntte D der Messungslinie, der so gewählt ist, daß FD > FC, die Hypotenuse CD als Sicherung (Stütze) messen, um nach dem pythagoreischen Lehrsat die Kontrolle für die Richtigkeit des Höhenmaßes 70,0
und des Höhensufpunktes 110,5 zu haben.

und des Höhensußpunktes 110,5 zu haben. In obenstehendem Beispiel sei gleich auf die Verschiedenartigkeit der Messung hingewiesen. Die erste Messung der Linie AB ergab 320,6,

die zweite Messung 320,75.

Die Messung der Hypotenuse CD ergab 114,5, während die Berechnung 114,34 ergibt. Beides bewegt sich in der erlaubten Fehlergrenze, von der später die Rede ist.

Man beachte die Schreibweise der Bahlen, über die im § 5 Aus-

führlicheres gebracht wird.

Bur Burudführung ber Fehler ber Meffung auf ein Minimum gehört in erster Linie, daß die Degwertzeuge richtig find.

Die Fehler der Längenmeßwerkzeuge müssen daher, wenn die ganze Wessung nicht mit einem konstanten, mit der Länge der Messung fortschreitenden Fehler behastet sein soll, vor der Messung burch sorgfältiges Vergleichen mit dem Normalmeterstab*), einem prismatischen, mit Teilung versehenen, von der Normaleichungsstommission geeichten Metallstab von 1 m Länge, sestgestellt werden. Ist das Längenmeßwerfzeug bereits geeicht, so erübrigt sich meist die Vergleichung, vorausgeseht, daß es nicht etwa durch längeren Gebrauch beschädigt oder verändert worden ist.

Die Abweichungen des Megwertzeuges von der normalen

Lange muffen bei der Deffung rechnerisch beruchsichtigt werden.

Es ist ohne weiteres flar, daß zu lange Megwertzeuge zu fleine Zahlen und zu turze Wegwertzeuge zu große Zahlen sür die gemessenen Längen ergeben mussen.

Da jede Messung aber einen gewissen Genauigkeits = grad haben muß, so sind amtlicherseits Fehlergrenzen festgesetzt worden, innerhalb derer eine gemessene Länge mit der be = rechneten oder der durch mehrsache Messung festgestellten Länge übereinstimmen muß.

Im allgemeinen wird bei mehrfachen Messungen als burchschnittlicher Fehler bas arithmetische Mittel aus allen Ubweichungen als wahr-

icheinlichfter Wert gelten fonnen.

Die amtlicherseits sestgesetzen, höchstens zulässigen Abweichungen bei Längenmessungen beruben aber auf der Boraussetzung, daß die Abweichungen das Bierfache des "mittleren Fehlers" noch betragen dürsen, wobei als mittlerer Fehler die Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate aller Fehler, geteilt durch deren Anzahl, verstanden wird,

also mittlerer Fehler
$$m = \sqrt{\frac{[s^2]}{n}}$$

wobei s die einzelnen Abweichungen, n die Anzahl der Wessungen und das Zeichen [] die Summe bedeutet. Für $[s^2]$ schreibt man auch $\widetilde{s^2}$. Unter Berücksichtigung dreier verschiedener Geländearten (I günstiges, II mittleres, III ungünstiges Gelände) sind nun für die zuslässigen Abweichungen amtlicherseits solgende Formeln ausgestellt worden:

Für Gelände I d = 0,01
$$\sqrt{4 s + 0,005 s^2}$$
, II d = 0,01 $\sqrt{6 s + 0,0075 s^2}$, III d = 0,01 $\sqrt{8 s + 0,015 s^2}$,

worin d die höchste zulässige Abweichung zweier Längenbestimmungen in Metern und s die Linienlänge bedeuten

^{*)} Nach den internationalen Bestimmungen tiber das metrische System gelten als Normalmaße nur solche Maßstäbe, die bei 0° (Temperatur des schmelzenden Eises) innerhalb der zulässigen Fehlergrenze die Länge eines Meters zeigen.

lim nicht in jedem Falle die Abweichung nach diesen Formeln aus= rechnen zu muffen, find die zulässigen Abweichungen in Tafelform gebracht worden, die für Schulzwecke in Fehlertafel 1 des Anhanges auszugs=

weise abgedrudt find.

Es seien hier noch die amtlicherseits für Preußen festgesetzten, höch stens zulässtigen Ubweich ungen der Längenmehwertzeuge von der normalen Länge angegeben, die für die Bergleichung zu merken sind:

Stahlmegband: 20 m lang, höchstens 3,5 mm Ubweichung

10 m , , 2,4 mm 5 m , 1,6 mm

Meglatten: 5 m , 1,6 mm 1,3 mm

bas heißt: Längenmeswertzeuge, deren mit dem Normalmeter verglichene Längen vorstehende Abweichungen nicht übersteigen, gelten als richtig und brauchbar. Bei solchen brauchen die Abweichungen bei der Messung rechnerisch nicht berücksichtigt zu werden.

2. Die grundlegenden Arbeiten der Landmessung und die dazu erforderlichen Gerätschaften und Instrumente.

Abschnitt I.

Die geometrische und trigonometrische Horizontalmessung.

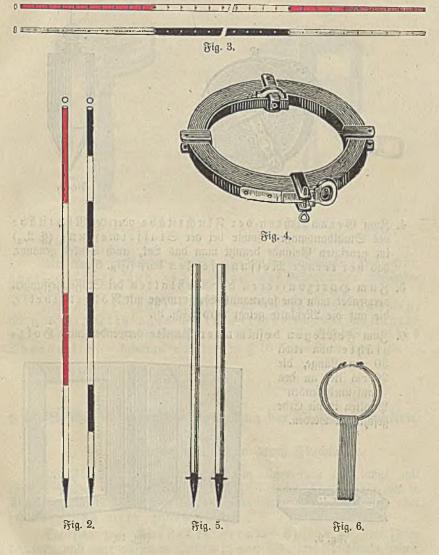
A. Die Messungen mit einfachen Silfsmitteln*).

§ 1. Die für Längenmessung und Flächenaufnahme erforderlichen Silfsmittel.

Bu allen Längenmessungen und Flächenaufnahmen werden solgende Gerätich aften gebraucht:

^{*)} Die hier abgedrucken Abbildungen von Meggerätschaften und Insirumenten sind von der Firma R. Reig, G. m. b. H., in Liebenwerda (Prov. Sachsen), die die Gerätschaften in bester Aussuchrung liefert, bereitwilligst zur Verfügung gestellt worden.

1. Für die Ausstraung der Messungslinien sind Fluchtstäbe, auch Baken genannt, erforderlich (Fig. 2).



2. Mle Längenmegwertzeuge werden entweder

- a) zwei Meglatten (Fig. 3) ober
- b) ein Stahlmegband mit zwei Richtstäben nebft Marfier= ftab chen (Bablstäbchen) (Fig. 4, 5 u. 6) verwendet.

3. Für das Messen seitlicher, fürzerer Abstände bebient man sich des Rollbandmaßes aus Stahl oder aus Leinen mit Metalldrahteinlage (Fig. 7).

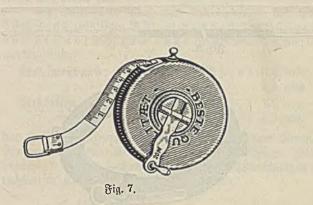




Fig. 8.

- 4. Zum Geradrichten der Fluchtstäbe oder der Richtstäbe bes Stahlbandmaßes, sowie bei der Staffelmessung (§ 2,2) im geneigten Gelände benutt man das Lot, auch Sentel genannt, das bei teiner Messung fehlen darf (Fig. 8).
- 5. Zum Horizontieren der Meglatten bei Staffelmessungen verwendet man eine sogenannte Wasserwage mit Röhrenlibelle, die auf die Meglatte gelegt wird (Fig. 9).
- 6. Bum Festlegen bestimmter Buntte verwendet man Solg=

pfähle von etwa 30 cm Länge, die 20 cm tief an den aufzunehmenden Buntten in die Erde geschlagen werden.

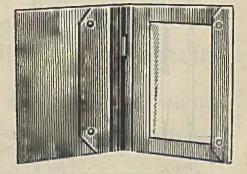


Fig. 9.

Fig. 10.

7. In einem Feldbuche, das in dem Rahmen einer Feldbuchmappe liegt, werden die Ergebnisse der Messung mit Tinte oder mit hartem Bleistift niedergelegt (Fig. 10). Über die Schreib-weise der Zahlen siehe § 5 b.

8. Zur Absteckung rechter Winkel, denen bei der Flächenaufnahme die Hauptrolle zufällt, benutt man das Winkelprisma (Fig. 11) oder den Winkelspiegel (Fig. 12). Die Beschreibung und Anwendung beider siehe § 3.





Fig. 12.

Mit diesen Hilfsmitteln kommt man bei der Ausnahme ein facher, übersichtlicher und nicht allzu ausgedehnter Geländesflächen aus.

Für ausgedehntere Flächen, für Waldaufnahmen, für größere Ortslagen und im Gebirge muß man sich außers dem noch eines Instrumentes zum Messen von Winkeln — des Theodolits — bedienen, von dem in § 10 ff. die Rede sein wird.

§ 2. Beschreibung und Sandhabung der Mefigerätschaften.

1. Die Abstedung von Linien durch Fluchtstäbe.

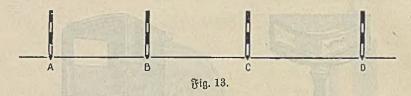
Die Fluchtstäbe (Fig. 2) sind im allgemeinen 2 m lange, mit eisernen Spißen versehene Stangen von 20—30 mm Durchmesser, die in Abständen von 50 cm oder 25 cm abwechselnd rot und weiß oder schwarz und weiß gestrichen sind.

Sie sind zum Ausstecken geraber Linien auf dem Felde bestimmt, und zwar mussen mindestens in jeder Linie drei Fluchtstäbe stehen.

Bei längeren Linien muffen weitere Fluchtstäbe eingefluchtet werden.

Das Einfluchten geschieht durch zwei Personen. Der Beobachter stellt sich etwa zwei Schritte hinter dem Stabe A in der Richtung auf D

(Fig. 13) so auf, dan die Stäbe bei A und D sich beden. Der Gehilse wird vom Standpunkt A mit mehreren Staben auf den Endpunkt D gu geschickt. Wenn er bei C angefommen, wird "Halt" gerufen und der Gehilfe dann bei C "eingewinft", d. h. der Beobachter bei A gibt



durch Zeithen mit der linken oder rechten Band zu erkennen, ob ber Stab mehr nach links ober rechts gestellt werden muß, um in die "Flucht" der Linie AD zu fommen. Bit der Stab fenfrecht in die Linie AD geftellt, dann bedeutet der Beobachter in A bem Behilfen durch ein Reichen mit beiden Sanden in der Richtung von oben nach unten, daß der Stab



richtig fteht. Er ruft den Gehilfen dann nach B und verfährt dort ebenfo wie bei C. Wichtig ift, daß beim Ginfluchten die dem Beobachter entfernteften Stabe guerft eingerichtet werden, daß also von hinten nach vorn eingefluchtet wird.

Die richtige Stellung der Fluchtstäbe wird dadurch geprüft, daß der Beobachter bei A langsam seitwärts tritt, wobei die einzelnen Stäbe B und C der Reihe nach erscheinen muffen. Wird ein weiter hinten ftehender Stab por dem vorderen fichtbar, fo ift die Linie falich ausgerichtet und mug verbeffert werden.

Bei der Ausfluchtung fehr langer Linien und bei unsichtigem Wetter bedient man fich wohl eines Krimstechers, auch Feldstecher genannt (Fig. 14), mit deffen Silfe die Linien fehr icharf ausgerichtet werden konnen.

2. Die Deffung mit Deflatten.

Die Meglatten (Fig. 3) find 5 m oder 3 m lange, aus aftfreiem Bolg hergestellte Latten von ovalem Querichnitt, beren mit Stahlichuhen versehene Enden sich verjungen.

Mus Zwedmägigteitsgrunden werden meift nur 5 m lange Def-

latten verwendet.

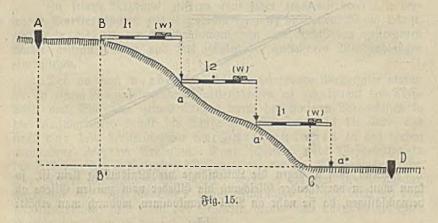
Sie find meterweise abwechselnd rot und weiß oder fcmarz und weiß gestrichen. Die Teilung ift in Dezimeter durch Meffingnagel bewirkt. Die dazwischen liegenden Dage muffen geschätzt werden.

Der Lattenwerfer legt die Latten in die durch Fluchtstäbe ausgestedte Linie wagerecht voreinander und dann abwechselnd eine

vor die andere, wobei die liegende Latte beim Anlegen der nächsten natürlich nicht aus ihrer Lage gebracht werden darf. Beim Aufnehmen einer Latte nennt der Lattenwerfer laut die Zahl der Lattenlängen, die zum Schluß der Wessung, mit 5 multipliziert, die Länge der gemessenen Strecke ergibt.

Legt der Lattenwerfer z. B. am Ende der Messungslinie die 25. Latte, an der das Endmaß abzulesen ist, so sind bis dahin 24 volle Lattenslängen $=5\cdot 24=120\,$ m gemessen worden. Das Schlußmaß an der 25. Latte möge 2,55 m betragen, so ist die Messungslinie also 120+2,55=122,55 m lang.

In geneigtem Gelände wendet man die Staffelmessung an (Fig. 15). Wenn das ebene Gelände AB nach Cabfällt und die zu messende Linie AD in der Horizontalen gemessen werden soll, so müssen von Baus die Enden der Meßlatten la und l2, die stets horizontal zu halten sind, herabgelotet werden.



Die Horizontalhaltung geschieht entweder nach Augenmaß oder durch Auslegen einer Wasserwage (w), deren Röhrenlibelle (siehe § 24,3) in der Mitte einspielen muß.

Die herabprojizierten Enden der Meglatten treffen das geneigte Gelände in den Buntten a, a' und a". Es ist also nicht die geneigte Linie B a a' a", sondern deren Horizontalprojettion B' a" gemessen worden.

Bei nicht allzu starter Neigung des Geländes kann man die Messung mit den Messlatten auch ohne Staffelung folgendersmaßen ausführen (Fig. 16): Man hält die Latte AB horizontal und schätt den Abstand h des hochgehobenen Endes von der Erde in Dezismetern. Dann legt man die Latte l auf die geneigte Fläche AC und lätz zwischen ihrem Ende und dem der nächsten Latte l, eine Öffnung (v) von soviel Millimetern, als das Quadrat des vorher in Dezismetern geschätzen Abstandes h des Lattenendes von der Erde angibt. Die Öffnung v = CD wird vom Lattenende mit Hilse eines

in mm geteilten Zentimetermaßstabes abgesetzt und die nächste Latte bei D angelegt.

Ift h der geschätte Abstand der horizontal gehaltenen Latte 1 von

der Erde, fo ift die Berbefferung

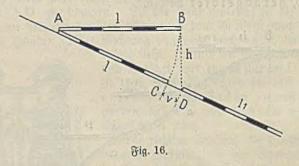
$$\mathbf{v} = \sqrt{\mathbf{l}^2 + \mathbf{h}^2} - \mathbf{l},$$

weil nach dem pythagoreischen Lehrsat

$$v+l=\sqrt{l^2+h^2}$$

Durch Reihenentwicklung erhält man:

$$v = \frac{h^2}{2l} - \frac{h^4}{8l^3} + \frac{h^6}{16l^6} - u |w|.$$



Wenn nun h gegen die Lattenlänge verhältnismäßig klein ift, so kann man in vorstehender Gleichung die Glieder vom zweiten Gliede ab vernachlässigen, da sie nahe an Null herankommen, wodurch man erhält:

$$v=\frac{h^2}{2\,1}$$

Für 5 m-Latten hat man also die Gleichung:

$$v = \frac{h^2}{10} \; m$$

Schätzt man h in Dezimetern und rechnet man v in Millimetern, so hat man die einfache Gleichung:

$$v_{mm}=(h_{\rm dm})^2$$

d. h. das Quadrat des in Dezimetern ausgedrückten Abstandes hist bei 5 m-Latten gleich der in Willimetern ausgedrückten Verbesserung v.

Ift 3. B. der Abstand h mit 3 dzm geschätzt worden, so ist zwischen dem Ende der in die geneigte Ebene gelegten Mehlatte und der nächsten Mehlatte eine Öffnung von 9 mm zu lassen.

3. Die Deffung mit dem Stahlmegband.

Das Stahlmegband ist ein 20 m langes, 12 bis 25 mm breites Stahlband (Fig. 4), das ausgerollt auf einem Eisenring ruht. Es ist durch Lochung oder Nieten in Dezimeter geteilt. Die halben Weter sind durch kleine runde, die ungeraden Weter (1, 3, 5 usw.) durch größere runde und die geraden Weter (2, 4, 6 usw.) durch größere viereckige Wessingplättchen bezeichnet.

Die großen Plättchen bei 5, 10 und 15 m tragen große Zahlen, was die Ablesung der Zwischenmaße erleichtert.

Un den Enden des Meßbandes befinden sich Messingen, durch die die Richtstäbe von ca. 1 m Länge (Fig. 5) gesteckt werden, mit deren Hilfe das Stahlmegband straff gezogen wird.

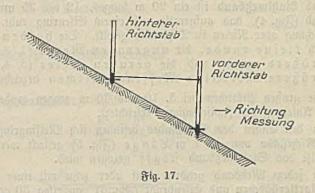
Bu jedem Mekband gehören fünf oder zehn mit einer Öse verssehene Martierstädigen aus Eisendraht (Fig. 6) von etwa 30 cm Länge, welche in die bei den Mekbandenden von den Richtstäben gestochenen Löcher gestecht werden und das Zählen der gemessenen Mekbandlängen ermöglichen.

Der an dem vorderen Richtstab schreitende Weßgehilfe nimmt die an einem Ringe hängenden Martierstädchen an sich, spannt das Meßband nach Einrichten seines Stades durch den hinteren Meßgehilsen in die Messuchitenten beines Stades durch den hinteren Meßgehilsen in die Messuchitenten ein Martierstädes in die Erde und stedt vor dem Weiterschreiten ein Martierstäden in das soeben entstandene Loch im Erdboden. Dann schreiten beide Meßgehilsen in der Richtung der ausgesteckten Messungslinie um eine Meßbandlänge vor. Der hintere Meßgehilse rust "Halt", wenn er bei dem Martierstädchen angelangt ist, stedt die Spiße seines Richtstades in das Loch mit dem Martierstädchen, zieht dann das Städchen heraus und hängt es auf einen zweiten Ring, den er bei sich behält.

Wenn alle Warfierstäbchen sich auf dem Ringe des hinteren Weßgehilsen befinden, so gibt er sie dem vorderen Gehilsen wieder und nennt gleichzeitig die Zahl der Auswechselung, die sich beide Gehilsen zu merken haben. Wenn z. B. bei zehn Wartierstäbchen "einmal" gewechselt ist, so sind $10\times20=200$ m gemessen, bei zweimaligem Bechsel $2\times200=400$ m und so fort. Wenn z. B. am Ende der Messungslinie dreimal gewechselt worden ist und der hintere Gehilse jeht sünf Wartierstäbchen bei sich hat, so würde die Länge der Linie am hinteren Richtstab betragen $(3\times200)+(5\times20)=600+100=700$ m. Dazu käme dann noch das Waß vom hinteren Richtstab bis zum Ende der Wessungslinie, das am Weßband mit 14,7 abgelesen sein möge. Dann würde die ganze gemessene Länge der Linie also 714,7 m betragen.

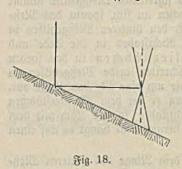
Da, wie in der Einführung gesagt, die Streckenlängen stets in der wagerechten Ebene gemessen werden mussen, so folgt, das beim Messen mit dem Stahlmesband im geneigten Belände das Wesband am vorderen ober hinteren Richtstab hochgehoben werden

muß, je nachdem das Gelände fällt oder steigt, wobei dieser Richtstab mit Hilfe des Lotes genau sentrecht zu stellen ist (Fig. 17).



Das Einloten des Richtstabes bei hochgehobenem Megband geschieht folgendermagen:

Der die Meffung Ausführende tritt in der fentrechten Rich =



tung zur Messungslinie etwa zwei Schritte vom Richtstab sort, halt die Lotschur mit dem Lot eine Armslänge von sich entsernt und blickt über die Lotschur auf den Richtstab. Der Stab steht senkrecht, wenn Lotschur und Richtstab sich decken. Underenfalls ist die Spize des Richtstabes in der Richstung der Wessungslinie vom Weßgehilsen soweit vorwärts oder rückwärts zu stellen, dis Lotschur und Richtstab sich decken. Das Schema in Fig. 18 zeigt die falsche Stellung des vorderen

Richtstabes an. Die punktierte Linie deutet auf die lotrechte Stellung des Nichtstabes.

4. Seitliche Messung mit dem Rollbandmaß.

Das Rollbandmaß (Fig. 7) ift ein 10 bis 15 mm breites, in einer Leder- oder Wetallfapfel aufgerolltes Stahl= oder Leinenband, bas mit Hilje einer Kurbel ab- und aufgerollt werden fann.

Bei dem Rollbandmaß aus Stahl ist die Teilung eingeätzt, beim Leinenband aufgedruckt.

Es empfiehlt sich bei Verwendung von Leinenbändern solche mit eingewebten Wetalldrähten (Phosphor-Bronzedrähten) zu benutzen, da diese sich weniger leicht "ausrecken". Beim Gebrauch wird das Ansangsmaß o des Rollbandmaßes an den seitlich gelegenen Messungspunkt angelegt und nach Abrollen des Bandmaßes dis zur Wessungslinie der seitliche Abstand von dieser auf der Teilung des Bandmaßes abgelesen.

Man verwendet das Rollbandmaß hauptsächlich für seitliche Abstände bis zu 20 Metern.

§ 3. Inftrumente zum Abstecken rechter Wintel.

1. Das Winkelprisma.

Das Winkelprisma (Fig. 11) ist ein dreiseitiges Glasprisma, dessen Grundsläche ein rechtwinklig-gleichschenkliges Dreieck ist, und dessen Hypotenusensläche einen Spiegelbelag hat.

Es befindet sich in einer Messingsassung mit aufgeschraubtem Handgriff, der in einer Die zum Aushängen eines Lotes endigt. Beim Gebrauch hängt man entweder ein Lot an das Prisma, um den Mittelpunkt des Instrumentchens auf das Längenmehwertzeug herabzuloten, oder, was sich in der Praxis besser bewährt hat, man sett das Prisma auf einen Lot stad (Fig. 19) und richtet diesen scharf in die Messungslinie. Bei einiger Ibung im Abstecken rechter Winkel kann man beides entbehren und die Spize des rechten Fußes, mit welchem man vor dem Längenmehwertzeug steht, als Fußpunkt des mit dem Prisma abgestecken rechten Winkels ansehen, ohne die Genauigseit zu beeinträchtigen.

Soll in dem Fußpunkt F (Fig. 20), der in der durch die vier Fluchtitäbe $S_1S_2S_8S_4$ ausgesteckten Wessungslinien scharf eingefluchtet ist, ein Lot mit Hilfe des Winkelprismas errichtet werden, so hält man das



Fig. 19.

Prisma vor dem Auge so, daß die Hypotenusensläche parallel der Messungslinie ist, blickt über das Prisma hinweg und winkt einen nach Z mit einem Fluchtstab geschickten Gehilsen in der Nichtung FD ein, das ist die Nichtung des von der Wessungslinie \mathbf{S}_1 S, ausgehenden, im Prisma zweimal gebrochenen und zweimal reslektierten Strahles. Es geht ohne weiteres aus der Strahlenbrechung hervor, daß die links vom Prisma besindlichen Fluchtstäbe rechts erscheinen und umgekehrt.

Soll vom Puntte Z ein Lot auf die Linie S_1 — S_4 gefällt werden, so schreitet man mit dem Prisma vor dem Auge auf der Weisungslinie nach den Fluchtstäben S_1 S_2 blidend, so lange vor- oder rückwärts, dis das Bild von Z im Prisma in der Nichtung S_1 S_2 im Standpuntt F erscheint. Das ist der gesuchte Höhensuppuntt, der dann auf der Geraden martiert und eingemessen wird.

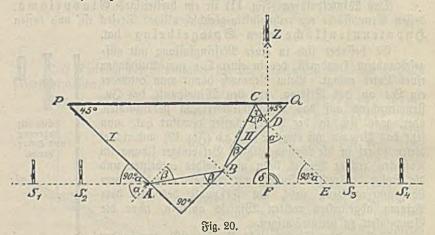
Die Figur 20 stellt die Grundfläche des Prismas dar.

Nach dem Brechungsgeset fällt der Lichtstrahl S, S, bei A mit bem Ginfallswinkel a auf die Rathetenfläche I bes Prismas und wird dort unter dem Brechungswinkel & nach der Kathetenfläche II abgelentt, wo in B eine totale Reflexion stattfindet. Von B geht ein Strahl nach C, wo er von dem Spiegel der Sypotenufenfläche nach dem Buntte D der Rathetenfläche II zurückgeworfen wird und tritt in D nach F aus.

Es bleibt nun zu beweisen, daß der Wintel d, den der aus dem Brisma austretende Strahl DF mit der im Brisma ge-

brochenen Deffungelinie S, S, bildet, ein Rechter ift.

Es ist: $\beta + \gamma = 45^{\circ}$ und $\beta' + \gamma = 45^{\circ}$, was aus den Dreieden BCQ und BCD leicht abzuleiten ift.



Sm ersteren ist
$$\beta+\gamma+90^{\circ}+45^{\circ}=180^{\circ},$$
 also $\beta+\gamma=45^{\circ}.$ Sm zweiten ist $\beta+2\gamma+\beta'+90^{\circ}=180^{\circ};$ ba $\beta=45^{\circ}-\gamma,$ so ergibt sich $45^{\circ}-\gamma+2\gamma+90^{\circ}+\beta'=180^{\circ},$ also $\gamma+\beta'=45^{\circ},$ folglich auch $\beta=\beta'.$

Nach einem Gesetze ber Optit ift bas Berhältnis des sinus bes Einfallswintels zum sinus des Brechungswintel gleich dem Brechungsexponenten n,

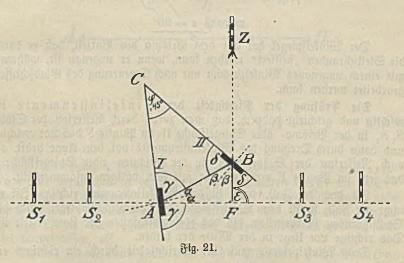
$$\begin{aligned} &\text{also } \frac{\sin \, \alpha}{\sin \, \beta} = \text{n.} \\ &\text{Da auch } \frac{\sin \, \alpha'}{\sin \, \beta'} = \text{n, so ist } \frac{\sin \, \alpha}{\sin \, \beta} = \frac{\sin \, \alpha'}{\sin \, \beta'} \\ &\text{und da } \beta = \beta', \text{ so auch } \alpha = \alpha'. \end{aligned}$$

Im Dreieck DFE ist nun, was leicht zu ersehen, $\not\subset$ DEF $= 90^{\circ}$ — α , also der Außenwinkel $\delta = 90^{\circ}$ — $\alpha + \alpha'$ da $\alpha = \alpha'$, so ist $\delta = 90^{\circ}$

Das heißt: Der durch das Prisma gebrochene und bei Daustretende Lichtstrahl der Messungslinie $S_1\,S_2$ bildet mit dieser einen rechten Winkel DFS1.

2. Der Wintelfpiegel.

Der Winkelspiegel (Fig. 12) besteht aus zwei ebenen Spiegeln, die in einem prismatischen Messinggehäuse unter einem Winkel von 45° angebracht sind. Der eine der Spiegel ist fest an der Wand angebracht, während der andere durch Zug= und Druckschrauben verstellbar ist, um ihn mit Hilse dieser bei Ungenauigkeit berichtigen ("justieren") zu können.



Das Gehäuse ist an einer Seite offen und besitzt an den beiden anderen Seiten über den Spiegeln Ausschnitte. Es ist auf einen Handgriff geschraubt, der in einer Öse zum Anhängen eines Lotes endigt. Der Gebrauch des Wintelspiegels ist derselbe wie der des

Winkelprismas.

Soll auf der Messungslinie S_1 S_4 (Fig. 21) im Punkte F ein Lot errichtet werden, so stellt man sich in F aus und hält die offene Seite des Winkelspiegels dem Auge und den Fluchtstäben S_8 S_4 zugekehrt. Dann wird der Punkt Z in die Verlängerung des reflektierten Strahles FB der Wessungslinie S_8 S_4 eingewinkt.

Soll von Z ein Lot auf die Messungslinie $S_1\,S_2\,S_8\,S_4$ gefällt werden, so schreitet man mit dem Winkelspiegel vor dem Auge in der Messungslinie so lange vor= oder rückvärts, dis die im Spiegel II er= scheinenden Vilder der Fluchtstäde $S_3\,S_4$ sich mit dem Stad in Punkt Z decken. Das geschieht im Punkte F. Es bleibt zu beweisen, daß der Winkel $S_1\,F\,B=90^\circ$.

Als Außenwinkel des Dreiecks AFB ist:

$$\begin{array}{c} \varepsilon = 2\,\alpha + 2\,\beta, \\ 2\,\alpha = 180^{0} - 2\,\gamma, \\ 2\,\beta = 180^{0} - 2\,\delta, \\ \text{also } \epsilon = 180^{0} - 2\,\gamma + 180^{0} - 2\,\delta = 360^{0} - 2\,(\gamma + \delta). \end{array}$$
 daraus $\gamma + \delta = 180^{0} - \frac{\varepsilon}{2}$

In Dreieck
$$ABC$$
 ist $\varphi=180^{o}$ — $(\gamma+\delta)=45^{o}$, folglich 180^{o} — $\left(180^{o}$ — $\frac{\varepsilon}{2}\right)=45^{o}$, woraus $\varepsilon=90^{o}$

Der Winkelspiegel hat vor dem Prisma den Vorteil, daß er durch die Stellichrauben "justiert" werden kann, wenn er ungenau ist, während mit einem ungenauen Winkelprisma nur nach Erneuerung des Glasschliffes gearbeitet werden kann.

Die Prüsung der Richtigkeit der Winkelinstrumente ist wichtig und geschieht dadurch, das man zuerst durch Reslexion der Stäbe $S_1 S_2$ in der Prisma- oder Spiegelsläche II im Puntte F das Lot errichtet und dann durch Drehung des Winkelinstruments vor dem Auge prüst, ob nach Reslexion der Stäbe $S_3 S_4$ in der Prismen- oder Spiegelsläche I das jetzt im Puntte F errichtete Lot mit dem vorigen zusammenfällt.

Ist das der Fall, dann ist das Winkelinstrument richtig. Ist es nicht der Fall, so ist beim Winkelspiegel der bewegliche Spiegel durch die Stellschrauben zu verstellen, dis das Zusammensallen der Lote erzielt ist. Das richtige Lot liegt in der Mitte der beiden.

Das Wintelprisma muß bei Unrichtigkeit durch ein richtiges er-

fest werden.

Es sei hier gleich bemerkt, daß die Fukpunkte kurzer Lote bis zu 2 und 3 m meist mit blokem Auge, ohne Benutzung eines Winkelinstrumentes bestimmt werden. Die Fukpunkte der Lote, die mit Hilse eines Winkelinstruments bestimmt werden, werden auf

ber Messungslinie durch zwei Biertelfreise, die nach Augenmaß

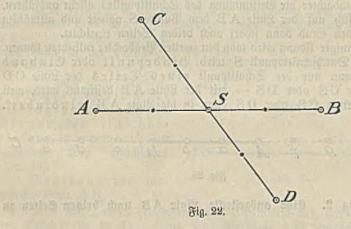
§ 4. Meßübungen zur Absteckung und Messung gerader Linien.

Nachdem wir die wichtigsten Gerätschaften und Instrumente, die für die einfachen Aufgaben der Landmessung ersorderlich sind, sowie deren Handhabung tennen gelernt haben, wollen wir uns zunächst mit dem Abstecken und Messen von geraden Linien beschäftigen.

Bierbei hat man zu unterscheiden zwischen un mittelbarer und

mittelbarer Linienabstedung und Meffung.

Eine Linie wird stets un mittelbar abgesteckt und gemessen werden tönnen, wenn Unfangs- und Endpunkte zugänglich sind und wenn von ihrem Ansangspunkte bis zum Endpunkte entweder gar kein hindernis ober wenigstens kein unüberwindliches Hindernis



besteht. Es könnte z. B. ein Strauch, ein Gebüsch, ein Latten = zaun ober dergleichen in der Linie stehen, das wären keine unüber = windlichen Hindernisse. Den Strauch oder das Gebüsch könnte man beiseite drücken. Wenn die Linie gerade auf den Stiel eines Zaunes träfe, so könnte man ohne Gefährdung der Genauigkeit, hart an dem Stiel vorbeimessen, uff.

Anders ist es, wenn z. B. Gebäude, Schober, hohe Mauern, Wald= oder Parkteile, dichtes Gebüsch oder andere Hindersnisse in die Linie fallen oder wenn die Linie über breite Teiche oder Flukläufe und sonstige gleichartige Hindernisse hinwegführt oder wenn Ansangs= oder Endpunkt oder beide unzugänglich sind (Kirchturmspiken u. dgl.). Dann ist nur mittelbare Abstedung oder Messung möglich.

a) Unmittelbare Abstedung von Linien.

Im § 2 ift allgemein beschrieben worden, wie die unmittelbare Absteckung einer Linie ausgeführt wird. Es sollen im Anschluß hieran einige besondere Fälle an Übungsbeispielen besprochen werden.

Sadomsti, Dermeffungstunde.

GERWAA

Ubung 1. Der Durchichnittspuntt zweier abgestedter Geraben ift zu bestimmen.

Diese Aufgabe spielt eine wesentliche Rolle bei der Flächenaufnahme. Die Bestimmung des Durchschnitts = oder Rreugungs=

punttes geschieht gewöhnlich durch zwei Beobachter (Fig. 22).

Der erste Beobachter geht in der ausgestedten Linie AB mit seinem Stabe fo weit bor, bis der zweite Beobachter in C ihn in der

Linie CD fieht.

Bahrend der erfte Beobachter den Stab nun felbst scharf in die Gerade AB einfluchtet, winkt ihn der Beobachter in C scharf in die Linie CD ein. Das Zusammentreffen beider Richtungen geschieht im Schnittpunft S.

Benn fein zweiter Beobachter in S zur Verfügung fteht, jo fann der erste Beobachter die Bestimmung des Schnittpunktes allein aussühren, indem er sich auf der Linie AB dem Punkte S nähert und allmählig vorgehend den Stab dann scharf nach beiden Seiten einrichtet.

Bei einiger Ubung wird man den zweiten Beobachter entbehren können. Der Durchschnittspuntt S wird Bindepuntt oder Ginband genannt, wenn nur der Schnittpunft eines Teiles ber Linie CD - entweder CS oder DS - mit der Linie AB bestimmt wird, weil man die Linie CS oder DS dann in die Linie AB "einbindet".

$$D \stackrel{\longleftarrow}{\sim} g \stackrel{\bigcirc}{f} \stackrel{\bigcirc}{A} \stackrel{\bigcirc}{\alpha} \stackrel{\bigcirc}{b} \stackrel{\bigcirc}{B} \stackrel{\bigcirc}{c} \stackrel{\bigcirc}{\sim} C$$

$$\mathfrak{F}^{\mathsf{tg. 28.}}$$

Ubung 2. Gine ausgestedte Linie AB nach beiben Seiten gu berlängern.

Soll die Berlängerung von AB über B hinaus nach C querft vorgenommen werden (Fig. 23), fo stellt man sich nicht in A, sondern in B auf und fluchtet rudwarts ichreitend, nacheinander die Fluchtstäbe c, d und e ein. Wer in A dieje Berlangerung über B hinaus pruft, muß Die Stabe ab Bode beim Seitwartstreten, wie im § 2 zu 1 ausgeführt. hintereinander feben.

Ebenso geschieht die Verlängerung von AB über A hinaus nach D. Es werden, von A rudwarts schreitend, nacheinander die Stabe f, g u. h

eingerichtet.

Brufung von B aus wie vorher bei A.

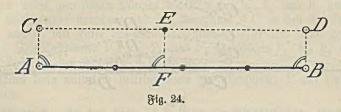
Die Bahl der dazwischen zu richtenden Stäbe richtet fich nach der Länge der Verlängerungen und bem Gelande.

b) Abstedung von Parallelen.

Die Barallelabstedung findet ihre Unwendung bei der Teilung von Grundstüden, bei Abstedung von Begen und Graben und bei ben mittelbaren (indiretten) Abstedungen und Deffungen. Es gibt verschiedene Methoden der Parallel=

abstedung.

1. Am schnellsten kommt man bei ber Abstedung von Barallelen unter Benutung des Wintelipiegels oder Wintelprismas jum Biel (Fig. 24).



Man errichtet in A und B zwei gleichlange Lote CA u. BD und fluchtet CD aus. Zur Prüfung kann man noch ein brittes Lot

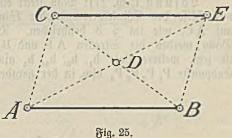
FE = CA errichten. Buntt E muß bann in ber Barallelen

CD liegen.

2. Nach dem Lehrsat: ein Biered ift ein Bar= allelogramm, wenn bie Diagonalen fich halbieren, kann man auch den folgenden Weg einschlagen (Fig. 25).

Begeben: Die aus-

gestectte Linie AB.



Man wählt einen beliebigen Punkt C feitwärts aus, mißt Linie CB und halbiert fie in D. Dann wird die Linie AD gemeffen und um fich felbst bis E verlängert. CE ift bann die gesuchte Parallele. Bur Brobe find CA und EB zu meffen, die einander gleich fein muffen.

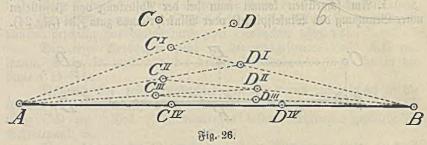
e) Mittelbare Abftedung und Meffung.

übung 1. Die gegenseitige Sicht zweier Puntte A und B ift burch eine Unhöhe berdedt. Die Linie ift abzufteden.

Lösung (Fig. 26): Man wählt zwischen A und B zwei Puntte C und D so aus, daß von D aus die Stäbe C und A und von C aus die Stäbe D und B sichtbar sind. Dann richtet man zunächst von D aus den Stab $C^{\rm r}$ in die Richtung DA und dann wieder von dem jetzt in der Linie AD stehenden Stab $C^{\rm r}$ den Stab $D^{\rm r}$ in die Linie C B. Jett wird, von diesem Stab D' gesehen, der Stab C' nicht mehr in der Linie D'A stehen. Daher richtet man von neuem den Stab C' von D' aus in die jegige Richtung D'A, das geschieht bei C".

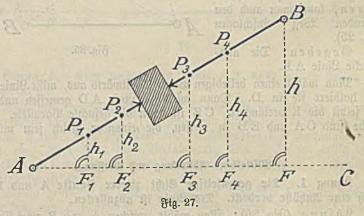
Dies Berfahren wird fo lange fortgefett, bis teine Berichiebung ber Fluchtstäbe C und D in den Richtungen DA und CB mehr stattfindet.

Das ist bei C'v und D'v erreicht. Man nennt dieses Berfahren "Ein= fluchten aus ber Mitte".



übung 2. Die gegenseitige Sicht zwischen zwei Bunkten A und B ist burch ein Gebäude verdedt. Die Linie foll beiberseits bis an das Gebäude abgestedt werden.

Lösung (Fig. 27): Man steckt eine Hilfslinie AC aus und fällt mit Hilfe des Winkelprismas oder Winkelpiegels von B aus das Lot auf AC, wie im \S 3 beschrieben. Der Fußpunkt des Lotes ist F. Dann werden die Strecken AF und BF = h gemessen. Die Ausgabe ist jetzt, weitere Lote h_1 , h_2 , h_3 , h_4 usw. so zu bestimmen, daß deren Endpunkte P_1 P_2 P_3 P_4 usw. in der geraden Linie AB liegen.



Nach der Uhnlichkeitslehre ift:

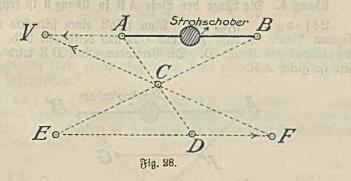
A
$$\mathbf{F}: \mathbf{h} = \mathbf{A} \ \mathbf{F_1}: \mathbf{h_1}$$
also $\mathbf{h_1} = \frac{\mathbf{h}}{\mathbf{A} \ \mathbf{F}} \cdot \mathbf{A} \ \mathbf{F_1}$,
evenso ist $\mathbf{h_2} = \frac{\mathbf{h}}{\mathbf{A} \ \mathbf{F}} \cdot \mathbf{A} \ \mathbf{F_2}$,
$$\mathbf{h_3} = \frac{\mathbf{h}}{\mathbf{A} \ \mathbf{F}} \cdot \mathbf{A} \ \mathbf{F_3}$$
und $\mathbf{h_4} = \frac{\mathbf{h}}{\mathbf{A} \ \mathbf{F}} \cdot \mathbf{A} \ \mathbf{F_4}$ usw.

Sind also die Strecken AF_1 , AF_2 , AF_8 und AF_4 bekannt, so können h_1 , h_2 , h_3 und h_4 berechnet werden.

Die Lösung wird also sein, daß auf der Linie AF nacheinander die beliebig anzunehmenden Längen AF_1 , AF_2 , AF_3 und AF_4 gemessen und aus allen gemessenen Längen die Lote h_1 , h_2 , h_3 und h_4 nach den obigen Gleichungen berechnet und auf der Linie AC in den Punkten F_1 , F_2 , F_3 und F_4 mit Hilfe des Winkelprismas errichtet und dann gemessen werden. Die Endpunkte P_1 , P_2 , P_3 und P_4 der Höhen h_1 , h_2 , h_3 und h_4 müssen dann in der Geraden AB liegen.

Man kann natürlich beliebig viele Zwischenpunkte P auf diese Art bestimmen.

Aund B sind also gegenseitig nicht sichtbar. Die Linie soll über einen Endpunkt hinaus verlängert werden.



 $\mathfrak L$ ö sung a. (Fig. 28.) Man wählt einen Punkt C seitwärts von AB, von dem A und B gesehen werden können, mißt AC und BC und verlängert beide um sich selbst bis D und E.

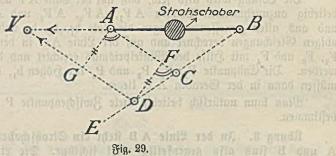
Dann verlängert man die Linie ED bis zu einem beliebigen Punkte F, mißt FC und verlängert FC über C hinaus um sich selbst. Der Endpunkt V liegt dann auf der Berlängerung von AB.

Lösung b. (Fig. 29.) Man richtet vom Punkte B eine Linie EB aus und mist die beliebigen Strecken BC und CD. Dann verbindet man A mit C, mist AC und steckt durch D die Parallele DG zu AC ab. Das geschieht, indem man mit dem Winkelprisma das Lot von D auf AC fällt. Das ist DF. Das Lot DF wird gemessen, darauf das Lot AG auf AC errichtet, das gleich DF gemacht wird. Die Länge der Parallelen DV wird errechnet wie folgt:

$$DB:DV = CB:AC,$$

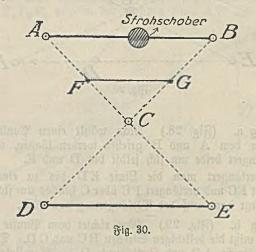
$$DV = \frac{AC \cdot DB}{CB}.$$

Dieses errechnete Dag DV wird von D aus über G abgesett. Der Endvunkt V liegt auf der Verlängerung von AB*).



Abung 4. Die Lange ber Linie AB in Abung 3 ift festzustellen.

Lösung a. (Fig. 30.) Man wählt einen seitwärts von AB gelegenen Bunkt C, mißt AC und CB und verlängert beide über sich selbst hinaus bis E und D. Die Berbindungslinie DE wird gemessen. Diese ist gleich AB.



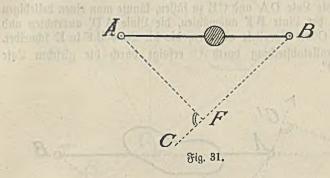
Anstatt AC und BC um sich selbst zu verlängern, kann man beide auch in F und G halbieren und FG messen.

FG ift dann gleich
$$\frac{AB}{2}$$
.

^{*)} Der Bintel, den bei derartigen Silfsmessungen die Linie BE mit AB bildet, wird am vorteilhaftesten ungefahr gleich einem halben Rechten genommen, benn je spiper dieser Bintel ist, besto unglinftiger tit die Auswirkung etwaiger Messungssehler in ben Silfsgrößen.

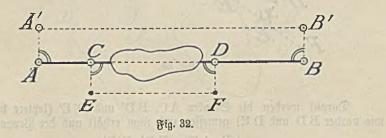
Lösung b. (Fig. 31.) Man steckt von B aus eine beliebige Linie BC seitwärts ab und fällt von A auf BC das Lot AF. Nach Messung von BF und AF hat man

$$AB = \sqrt{BF^2 + AF^2}'$$



itbung 5. Gine Linie, beren Endpunkte gegenseitig sichtbar und beibe zugänglich sind, führt über einen Teich hinweg. Die Länge ber Linie ist festzustellen.

Lösung a. (Fig. 32.) Die Linie AB wird entweder im ganzen oder teilweise parallel verschoben. Man fluchtet sie zu beiden Seiten des Teiches scharf aus, errichtet in A und B die gleichlangen Lote AA' und BB' und mißt A'B'.



Man kann auch von A und von B aus bis nahe an den Teich heranmeffen, in den Endpunkten C und D die gleichlangen Lote CE und DF errichten und EF meffen. AB ift dann gleich AC+EF+DB.

Lösung b. (Fig. 33). Man verlängert AB über A hinaus bis zu einem beliebig zu wählenden Punkte C.

Von B aus steckt man dann unter einem ungefähren Winkel von 45° eine Gerade BF aus und fällt auf diese die Lote AD und CE. Dann mißt man AC, BD und DE, setzere beiden, indem man von B über D bis E durchmißt und dabei D "anschneidet".

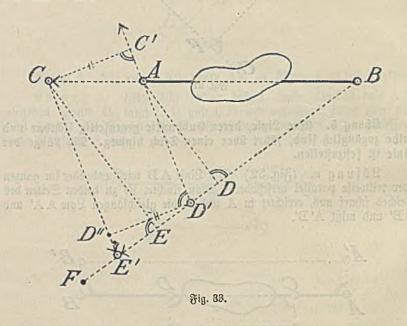
Man erhält sodann aus der Proportion

$$A B : A C = D B : D E$$

$$\text{ die Länge } A B = \frac{A C \cdot D B}{D E}$$

Anstatt die Lote DA und CE zu fällen, könnte man einen beliebigen Bunkt D' auf der Linie BF auswählen, die Linie AD' ausrichten und zu ihr durch C die Parallele abstecken, die die Linie BF in E' schneidet.

Die Parallelabsteckung durch C erfolgt durch die gleichen Lote C C' und D' D".



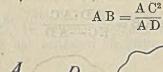
Darauf werden die Strecken A.C., B.D' und D'E' (letztere beiden wie vorher B.D und D.E.) gemessen und man erhält aus der Proportion

$$A B : A C = B D' : D' E'$$
 die Länge $A B = \frac{A C \cdot B D'}{D' E'}$

übung 6. Gine Linie AB, beren Endpunkte gegenseitig sichtbar sind, bon benen aber B nicht zugänglich ist, führt über einen Teich. Die Länge AB ist festzustellen.

Lösung a. (Fig. 34.) Man fluchtet von einem seitwärts gelegenen Buntte E aus die Linie EB scharf aus, fällt auf diese von A das Lot AC und von C aus darauf das Lot CD auf die scharf ausgerichtete Linie AB.

hierauf werden die Linien AC und AD gemeffen. Dann ist nach der Uhnlichkeitslehre



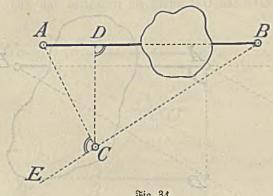
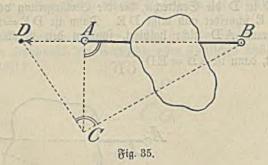


Fig. 34.

Bürde bei diesem Verfahren das Lot von C aus auf AB in den Teich fallen, fo verfährt man folgender= maken:

Lösung b. (Fig. 35.) Man errichtet in A das beliebig lange Lot A.C, fluchtet CB scharf aus und errichtet in C das Lot auf CB,



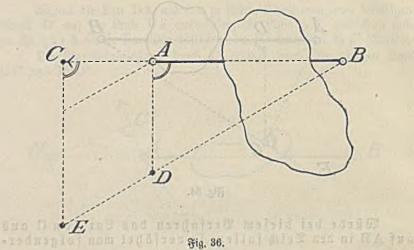
das die Verlängerung von BA über A hinaus in D schneidet. Messung von AC und AD ergibt sich die Länge Nach

$$AB = \frac{AC^2}{AD}$$

Bösung c. (Fig. 36.) Man verlängert AB über A hinaus bis zu einem beliebig zu wählenden Punkte C und errichtet auf BC das beliebig lange Lot CE. Dann fluchtet man EB scharf aus und errichtet in A das Lot auf AB, das die Linie EB in D schneibet.

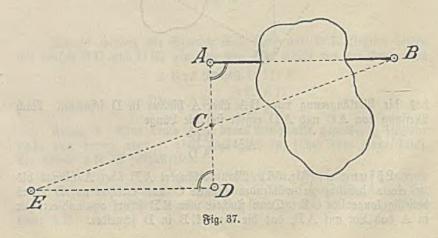
Nun mißt man AD, EC und AC, bann erhält man aus ber Proportion: AB:AD = AC: (EC-AD)

die Länge
$$AB = \frac{AD \cdot AC}{EC - AD}$$



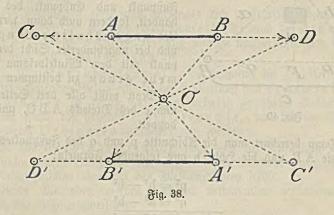
Lösung d. (Fig. 37.) Man errichtet auf der Linie AB in A das beliebig lange Lot AD und halbiert dasselbe in C. Dann errichtet man auf AD in D die Senkrechte, die die Verlängerung von CB über C hinaus in E schneidet und mißt DE. Dann ist DE = AB. Wenn man AD nicht halbiert, sondern den Punkt C auf AD

beliebig wählt, dann ist $AB = ED \cdot \frac{AC}{CD}$



übung 7. Die Länge einer Linie AB zu bestimmen, beren beide Endpunkte gegenseitig sichtbar, aber unzugänglich find.

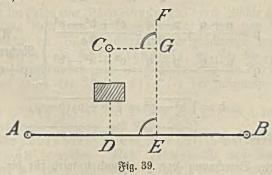
Lösung. (Fig. 38.) Man verlängert AB über A und B hinaus bis C und D, die beliebig angenommen werden, stedt seitwärts einen Punkt O aus und verlängert die Linien CO und DO über sich selbst



bis C' und D'. Dann fluchtet man die Linie C'D' aus und steckt auf dieser die Bindepunkte B' und A' aus, in denen die Verlängerungen von AO und BO über O hinaus einbinden und mißt B'A'. Dann ist B'A' = AB.

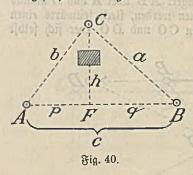
übung 8. Bon einem Puntte C soll ein Lot auf die Gerade AB gefällt werden.

Wie bestimmt man dessen Länge und Fußpunkt, wenn zwischen C und bem Fußpunkt ein Gebäude oder ähnliches nuüberwindliches hindernis steht?



Lösung a. (Fig. 39.) Man errichtet in einem beliebigen in der Nähe von D gelegenen Punkte E der Linie AB das Lot EF, das an dem Hindernis vorbeigeht und fällt von C auf dieses Lot die Senkrechte

C.G. Darauf werden C.G. und G.E. gemessen und die Länge C.G. von E. aus auf E.A. abgesetzt. Dann ist D. der gesuchte Fußpunkt und E.G.=C.D. die gesuchte Lotlänge.



Lösung b. (Fig. 40.) Diese Lösung wird angewandt, wenn es sich nicht nur um ein Hindernis zwischen Fußpunkt und Endpunkt des Lotes handelt, sondern auch dann, wenn das Lot ungewöhnliche Länge hat und bei ungehinderter Sicht der Fußpunkt mit dem Winkelprisma nicht mehr genau zu bestimmen ist.

Man mißt alle drei Seiten a, b und c des Dreiecks ABC, und zwar doppelt.

Dann berechnet man die Abschnitte p und q des Fußpunktes F auf der Linie AB und die Höhe h aus solgenden Formeln:

$$p^{2} = b^{2} - h^{2}$$

$$q^{2} = a^{2} - h^{2}$$

$$p^{2} - q^{2} = b^{2} - a^{2}$$

$$(p+q)(p-q) = (b+a)(b-a)$$

$$p+q=c$$

$$\frac{p+q}{2} = \frac{c}{2}$$

$$\frac{p-q}{2} = \frac{(b+a)(b-a)}{2c}$$

$$p = \frac{p+q}{2} + \frac{p-q}{2} = \frac{c^{2} + b^{2} - a^{2}}{2c}$$

$$q = \frac{p+q}{2} - \frac{p-q}{2} = \frac{c^{2} + a^{2} - b^{2}}{2c}$$

$$h = \sqrt{b^{2} - p^{2}} = \sqrt{(b+p)(b-p)'}$$
als Rechenprobe $h = \sqrt{c^{2} - q^{2}} = \sqrt{(c+q)(c-q)'}$

Für die Berechnung von p, q und h wird für die mehrsach gemessenen Längen a, b und e das arithmetische Mittel aus den Messungen eingesetzt.

Die Berechnung von p, q und h mit Hilfe einer Quadrattafel ist ber logarithmischen Berechnung vorzuziehen.

§ 5. Flächenaufnahme und Feldbuchführung.

a) Deffungsmethoden.

Die für die Flächenmessungen einzuschlagenden Methoden richten sich nach der Ausdehnung der Flächen und nach der Gestaltung des Geländes.

Bei Messungen geringeren Umfanges und in übersichtlichem Gelände bedient man sich der Koordinatenmethode und der Einbindes methode, bei ausgedehnterer Wessung und im unübersichtlichem Gelände wendet man den Bolhgonzug an.

1. Die Koordinaten methode bestimmt die gegenseitige Lage der aufzunehmenden Geländepunkte durch Messung von rechtwinkligen Koordinaten in bezug auf einen beliebig gewählten Ansangspunkt und eine durch ihn gehende Abszissen ach se, von der die Geländespunkte durch Ordinaten aufgenommen werden.

2. Die Einbindemethode sieht von der Aufnahme der Geländepuntte durch Ordinaten ab, bestimmt sie vielmehr durch Schnitte von Messungslinien oder auf den Messungslinien selbst.

Beide Methoden werden meiftens miteinander verbunden (fiehe

Fig. 42, die Gehöfteinmeffung).

3. Der Polygonzug, ein Linienzug, von welchem die Brechungswinkel je zweier auseinandersolgender Strecken und die Längen der letzteren gemessen werden, bildet die Grundlage — gewissermaßen den Rahmen jür die Aufnahme mittels der Koordinaten- und Einbindemethode bei ausgedehnten und wenig übersichtlichen Flächen.

Diese Methode wird im Abschnitt B behandelt werden, da für einen Polygonzug Winkelmessung mit Hilfe des Theodolits erforderlich ist

(fiehe § 15).

An einem allgemeinen Beispiel (Fig. 41) soll die Koordinatenmethode

erläutert werden.

Es sei im Felde eine Fläche abodefghi durch Pfähle abgesteckt. Zu ihrer Aufnahme steckt man die Linie af aus, so daß von dieser bequem alle Brechpuntte der Fläche rechtwinklig aufgenommen werden können. Dann gilt af als Abstissen achse, auf der die Fußpunkte

Dann gilt af als Absaissen achse, auf der die Fußpunkte der von den Brechpunkten auf sie gefällten Lote die Absaissen (x), und die Lote selbst die Ordinaten (y) der auszunehmenden Brechpunkte sind.

Es ift 3. B. in Fig. 41 die Abszisse des Punttes d das Mag 45,0

und die zugehörende Ordinate das Maß 20,05.

Das Koordinatenschiem kann bei den Aufnahmen ganz besliebig gewählt werden. Man könnte z. B. auch die Gerade ae oder by oder bi als Abszissenachse wählen, oder sie auch nach außershalb der Fläche verlegen. Das richtet sich ganz nach den örtlichen Vershältnissen.

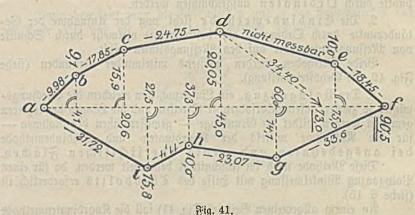
Die Einbindungsmethode wird, wie schon erwähnt, meist mit der Roordinatenmethode verbunden, namentlich bei der Auf-

nahme von Gehöften und Teilungsgrenzen. Eine allgemeine Regel lätt sich hierfür nicht aufstellen, da, wie schon gesagt, die Auswahl der Methoden ganz von der aufzunehmenden Fläche abhängt.

b) Feldbuchführung und Schreibweife der Meffungszahlen.

Aus den Figuren 41 und 42 ist die Art der Aufnahme zu ersehen. Sine Buchstabenbezeichnung der Grenzpuntte findet im Feldbuch nicht statt. Sie ist in Fig. 41 nur der besseren Abersicht wegen gegeben.

Die Abstissenachse, also die Linie, von der die Aufnahme aus ersolgt, wird durch laufend gemessen und nicht abschnitteweise zwischen den einzelnen Fußpunkten der Ordinaten. Die Abstissen 4,1, 20,6, 27,5, 37,3 usw. geben also die Entsernung vom Anfangspunkte a (Koordinaten=Rullpunkt) und nicht von der vorangehenden Abszisse an.



Die Schreibweise ber Messungszahlen ist amtlich vorgeschrieben und geht aus der Fig. 41 hervor.

Die Maße für die Abszissen (4,1, 20,6, 27,5 usw.) stehen seitlich und zwar rechtwinklig zur Abszissen ach se und auf der der Ordinate abgewandten Seite der Messungslinie. Das Maß für die Ordinate wird parallel zur Ordinate entweder unter diese geschrieben, wie bei der Ordinate der Punkte c, d und g, oder an ihrem Endpunkt wie bei den Ordinaten b, e, h und i.

Wie schon in der Einführung gesagt wurde, muffen bei jeder Aufnahme besondere Sicherungsmaße gegen unvermeidliche Fehler

gemeffen werden.

Solche Sicherungsmaße sind im Beispiel der Fig. 41 sowohl die Hypotenuse ("Strebe") 34,40 für die Ordinate 20,0 des Brechspunktes d mit dem Einband 73,0 in der Abssissenachse, als auch die Maße der Verbindungslinien der einzelnen Brechs

punkte bc = 17,85, cd = 24,75, gh = 23,07 usw. Das Waß 73,0 sichert die Ordinate 20,05 und deren Abszisse 45,0; denn nach dem pythagoreischen Lehrsag muß $(73,0-45,0)^2+20,05^2=34,4^2$ sein.

Ebenso sind die Maße für die Grenzlinien zwischen den Brechpunkten eine Probe sür die Richtigkeit der Abszissen und Ordinaten. Bei dem Maß 24,75 der Grenzlinie od muß also sein:

$$(45,0-20,6)^2+(20,0-15,9)^2-24,75^2$$
.

Die Sicherungsmaße werden parallel zur gemessenen Linie und praktischer Weise zur Unterscheidung von anderen Maßen in Bindestriche gesetzt (siehe die Maße der Grenzlinien ab, bc, cd, de, ef, fg, gh, hi, ia und das Maß der Strebe vom Punkt d nach 73,0 der Abszissenachse).

Die Maße der Ein bände für Streben und die Durchschnitts= punkte zweier Messungslinien werden senkrecht zur Wessungs= linie ein sach, die Endmaße der durchsausend gemessenen Linien doppelt

unterstrichen (siehe die Mage 73,0 und 90,5).

Die Grenzlinien werden im Feldbuche durch kräftigere Bolllinien, die Messungslinien durch punktierte Linien dargestellt. Als Zeichen des Pfahles bei einem Brechpunkt dient ein kleiner Kreis mit Punkt in der Wlitte.

Die übrigen topographischen Signaturen sind unter c ausgeführt. Es ist Regel, daß alle wichtigeren und alle über 20 m langen Ordinaten durch Hypotenusenmeisung (Streben) gesichert werden, auch wenn anderweitige Kontrollen (etwa durch Messung der Entsernung der benachbarten Brechpunkte) gemessen sind (stehe Brechpunkt d).

Das Feldbuch muß stets die Nordrichtung des Messungsgebietes, die durch einen schwarzen Pfeil bezeichnet wird, enthalten. Norden muß entweder oben oder nach links zeigen. Auf der ersten Seite trägt das Feldbuch die Ausschrift: Feldbuch. Unten rechts steht:

Geführt am burch

Nicht alle Brechpunkte eines aufzunehmenden Grundstückes müssen auf ein und dasselbe Koordinatensystem bezogen werden. Wan wird bei der Aufnahme von Einzelheiten innerhalb der aufzunehmenden Fläche z. B. von Gebäuden, Wegen, Gräben, Kulturarten usw.) meist mehrere Systeme durch Einschalten weiterer Wessungslinien miteinander verbinden.

Die "Bindepunkte" solcher Messungslinien in der Hauptmessungslinie oder anderen Messungslinien nennt man "Aleinpunkte".

Die schematische Figur 42 gibt eine Unschauung von der Berbindung mehrerer Koordinatensysteme zu einem einheitlichen Liniennet.

e) Signaturen für topographische Gegenstände.

In den Feldbüchern und Karten muffen alle örtlich bei der Messung angetroffenen Einzelheiten enthalten sein. Es foll bei der Auf-

nahme kein topographischer Gegenstand und keine besondere Kulturart übersehen werden. Damit eine Gleichmäßigkeit in der Darstellung erfolgt, hat das Zentraldirektorium der Vermessungen in Preußen Bestimmungen herausgegeben über die Unwendung gleich mäßiger Signaturen für Karten und Risse (Feldbücher). Aus diesen seien die wichtigsten wiedergegeben:

1. Darstellung der im Felde vorhandenen Linien in der Horizontalprojettion.

Die Eigentums= und Rulturgrenzen werden in schwarzer Farbe

ausgezogen.

Beim Ausziehen aller Grenzlinien dürfen die Ect- und Brechpunkte der Linien und die auf denselben befindlichen Grenzmale usw., welche beim Austragen durch Zirkel oder Nadelstiche gekennzeichnet sind, nicht mit Farbe bedeckt werden.

2. Farbstreifen.

Bur Zeichnung der Gemarkungsgrenzen werden die Grenzlinien mit grunen, die Eigentumsgrenzen mit gelben Farbstreifen verselben.

3. Flächenkolorit für die Bodenbenutung (Rultur= arten).

Die verschiedenen Benutungsarten des Grund und Bodens werden durch nachbezeichnete Farben dargestellt*).

a) Chaussen, Eisenbahnen, Wege usw. braun (Terra sienna) b) Wasserslächen, Flüsse, Gräben usw. hellblau (Preußischblau)

c) Grundflächen der Gebäude und zwar:

1) der öffentlichen Gebäude: dunkelrot (Karmin),

2) der Wohngebäude: hellrot (Karmin),

3) anderer Gebäude (Wirtschaftsgebäude) braun (Sepia).

4. Normalzeichen für Rulturarten.

Die Bezeichnung für die verschiedenen Kulturarten, die bei der Messung jede für sich aufzunehmen sind, wird durch lateinische Buchstaben bewirkt und zwar:

	0	
für	Hofraum durch	Hf
n	Uder "	A
11	Hausgärten "	Hg
H	andere Garten "	G
н	Wiesen "	W
#	Weide (Hutung) "	V
THIS	Holzung (Wald) "	H
11	Bafferstücke	Wa
"	Odland "	0
	Unionh	II

^{*)} hier find nur diejenigen Flacenfarbungen angegeben, die bei Schulerubungen für die Farbung von Rarten und Felbbuchern in Frage fommen.

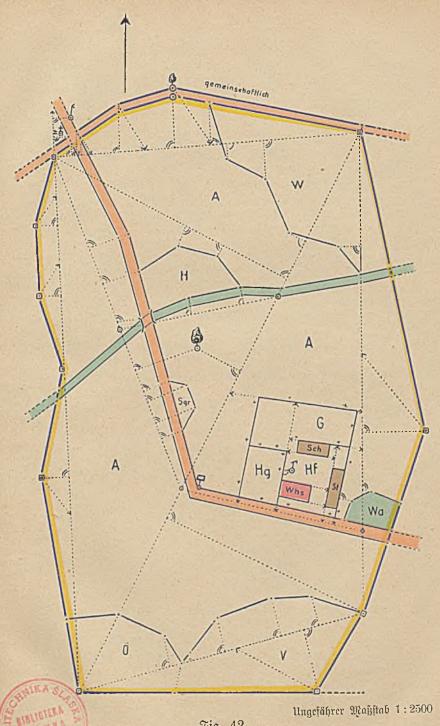
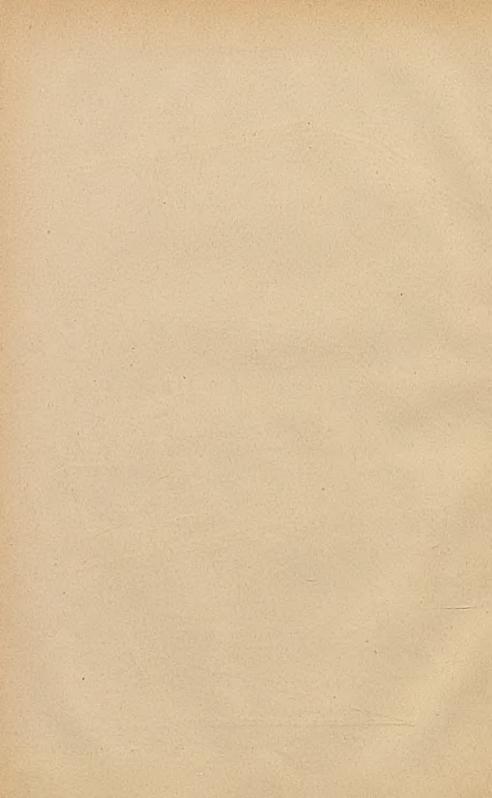


Fig. 42.



5. Topographische Gegenstände, Zeichen für Messungs= puntte, Messungslinien und sonstige Messungs= zeichen. (Siehe Tasel 4 des Unhanges.)

Die Zeichnung der topographischen Gegenstände und der Grenzmale

erfolgt in schwarzer Farbe.

Die Zeichen für Messunkte und Messungslinien in den Karten ergibt sich aus Tasel 4 des Anhanges. In den Feldbüchern kann das Ausziehen aller Linien in schwarzer Farbe ersolgen, da man zweierlei Tinten bei der Feldbuchführung nicht verwendet.

Trigonometrische Punkte (Dreieckspunkte), die durch die Landesaufnahme bestimmt sind, werden mit blauer Farbe (Kobalt oder Ultramarin) dargestellt, unter Beischreibung der Bezeichnung des Punktes. Alle nicht durch die Landesausnahme bestimmten Dreieckspunkte werden mit den Signaturen der Tafel 4 rot gezeichnet.

Die trigonometrischen und polygonometrischen Bunkte, sowie die Kleinpunkte erhalten Nummern in arabischen Zahlenzeichen, und zwar die trigonometrischen Bunkte für sich, die Polygonpunkte für sich und die Kleinpunkte im Anschluß an die Rummer des letzten Polygonpunktes. Die Rummern der trig. Punkte werden doppelt, die der Polygonpunkte einsach unterstrichen. Die Signaturen der innerhalb von Chaussen, Sienbahnen usw. befindlichen Bauwerke sind in Tafel 5 des Anhanges enthalten.

§ 6. Flächenberechnungen aus Meffungszahlen.

Die Berechnung der Flächeninhalte von aufgemessenen Grundstücken kann auf verschiedene Art ausgeführt werden:

- 1. unmittelbar aus den bei der Aufnahme gemessenen Maßen ("Urzahlen"),
- 2. auf graphischem Wege, mit hilfe von Zirtel und Maß= stab auf ber nach Austragen der Messung gesertigten Karte,
- 3. mit anderen Silfsmitteln (Planimeterharfe, auch Harfenplanimeter genannt, Planimeter) auf graphischem Wege (siehe § 8),
- 4. auf graphischem Wege unter gleichzeitigerteilweiser Benutung der Messungszahlen (Urzahlen).

Die lettere Berechnungsart wird mit "Ur.tw" bezeichnet.

Das Versahren, die Berechnungen unmittelbar aus den Messungszahlen vorzunehmen, ist das genaueste. Es soll daher bei einsachen Flächenmessungen die Messung immer so eingerichtet werden, daß die Berechnung aus "Urmaßen" erfolgen kann.

Bei umfangreichen Messungen (siehe Fig. 42) ist natürlich eine Berechnung aus Urmaßen nur teilweise möglich. Bei diesen Messungen muß daher die graphische Berechnung in Verbindung

mit der Berechnung aus Urmagen oder eine rein graphische Berechnung erfolgen (siehe § 8). Es foll zunächst die Berechnung aus Messungszahlen

beiprochen werden.

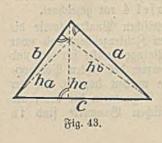
a) Das Dreied.

Bei der Aufnahme eines örtlich abgestedten Dreiecks tonnen mehr= fache Meffungen ausgeführt fein:

1. Es fonnen alle brei Seiten und die auf die Seiten von den gegenüberliegenden Echpunkten gefällten Sohen (Lote) gemeffen fein,

2. es fonnen die drei Seiten allein mehrere Male gemeffen fein.

Die Berechnung ist in allen Fällen doppelt auszuführen und erfolgt im ersteren Falle nach der Formel



$$2 \mathbf{F} = \mathbf{e} \cdot \mathbf{h}_{\mathbf{e}} = \mathbf{b} \cdot \mathbf{h}_{\mathbf{b}} = \mathbf{a} \cdot \mathbf{h}_{\mathbf{a}},$$

im letteren Kalle nach der Formel

$$2 F = \sqrt{s \cdot (s-a)(s-b)(s-c)}'$$

worin
$$s = \frac{a+b+c}{2}$$
. (Siehe Fig. 43.)

Die Ergebniffe werden miteinander verglichen. Das arithmetische Mittel ber Inhalte tommt dem wahren Inhalt am nächsten.

Die beiden Berechnungen, die für jede Flächenaufnahme auszuführen find, muffen, wie Langenmeffungen (fiehe Ginführung und Tafel 1 Des Anhanges) innerhalb gewiffer Grenzen übereinstimmen.

Es find auch für die verschiedenen Rlächenberechnungen auf Grund mehrfacher Meffung amtliche Tehlergrenzen festgesett worden und in Tafel 2 des Unhanges bis zu einer Flächengroße von 8,2110 ha abgedrudt.

Der Berechnung der Tafelwerte liegt die Formel zu Grunde:

$$a = 0.01 \sqrt{60 F + 0.02 F^{2}}$$
*).

In der Tafel 2 find F und a in ha, ar und gm ausgedruckt. Bei Berechnung der Formel wird F in ar genommen, wodurch a ebenfalls in ar erhalten wird.

Die Größe a ift die höchfte zuläffige Abweichung ameier Flächenberechnungen voneinander.

Übungsaufgaben.

Aufgabe 1: Bon einem Dreied, beffen Eden gegenseitig ficht= bar find, find die brei Geiten ju meffen und ber Glacheninhalt feft= auftellen.

^{*)} Die biefer Gleichung entsprechende Aurve ift ein Syperbalzweig.

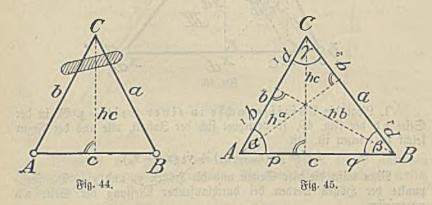
Lösung: 1. Doppelmeffung der drei Seiten in entgegengesetter Richtung (Vergleichen nach Tafel 1 des Anhanges).

2. Berechnung ber Sohen nach § 4 übung 8b.

3. Doppelte Berechnung des Flächeninhalts nach vorstehenden Formeln für die Dreiecksinhalte.

Die Flächeninhalte find nach Tafel 2 des Unhanges zu vergleichen.

Aufgabe 2. Die beiden Seiten a und b eines örtlich bermarkten Dreieds ABC und die Höhe he sind kurz bor der Aufmessung durch ein hindernis verdedt worden. Das Dreied ist aufzumessen und sein Flächeninhalt festzustellen.



Lösung (Fig. 44): 1. Die Längen a und b der Seiten a und b sind nach § 4 übung 4 mittelbar doppelt festzustellen. AB ist direkt zu messen,

2. h. ift nach § 4 Mbung 8 Lösung b zu berechnen,

3. der Flächeninhalt ist doppelt nach den bekannten Formeln zu berechnen.

Aufgabe 3. Die Edpuntte eines Dreieds sind ausgestedt. Die brei Bintel sollen aus den Seiten und höhen bestimmt werden (Fig. 45).

Bofung. 1. Die brei Seiten find doppelt zu meffen.

2. Die Höhen sind entweder mit Hilfe des Winkelprismas zu errichten und zu messen, wobei die Höhensubpunkte auf den Seiten des Dreiecks einzumessen sind, oder die Höhen sind nach § 4 übung 8b zu berechnen.

3. Die Winkel a, & und y berechnen fich aus

tg $\alpha = \frac{h_e}{p}$, cotg $\alpha = \frac{p}{h_e}$, sin $\alpha = \frac{h_e}{b}$, cos $\alpha = \frac{p}{b}$, entsprechend β und γ .

Probe: Die Winkelsumme muß bis auf kleine Abweichungen 180° ergeben.

$$2 \mathbf{F} = \mathbf{x}_{b} \cdot \mathbf{y}_{b} + (\mathbf{x}_{c} - \mathbf{x}_{b}) (\mathbf{y}_{b} + \mathbf{y}_{c}) + (\mathbf{x}_{d} - \mathbf{x}_{c}) (\mathbf{y}_{c} + \mathbf{y}_{d}) + (\mathbf{x}_{c} - \mathbf{x}_{d}) (\mathbf{y}_{d} + \mathbf{y}_{e}) + \mathbf{y}_{e} \cdot (\mathbf{x}_{f} - \mathbf{x}_{e}) + \mathbf{y}_{i} \cdot \mathbf{x}_{i} + (\mathbf{x}_{h} - \mathbf{x}_{i}) (\mathbf{y}_{h} + \mathbf{y}_{i}) + (\mathbf{x}_{g} - \mathbf{x}_{h}) (\mathbf{y}_{g} + \mathbf{y}_{h}) + \mathbf{y}_{g} \cdot (\mathbf{x}_{f} - \mathbf{x}_{g}).$$

Berlegt man die Trapeze in Dreiecke, so ist, wie leicht aus der Figur 47 zu erfeben:

$$2 F = y_b (x_c - x_h) + y_c (x_d - x_b) + y_d (x_e - x_c) + y_e (x_f - x_d) + y_g (x_f - x_h) + y_h (x_g - x_i) + y_i (x_h - x_a).$$

Die lettere Gleichung tann in ber allgemein gultigen Form gefcrieben werden:

$$2 F = y_a (x_n - x_b) + y_b (x_a - x_c) + y_c (x_b - x_d) + \dots + y_{n-1} (x_{n-2} - x_n) + y_n (x_{n-1} - x_a).$$

Nach Umformung erhält man als zweite Gleichung:

$$2 F = x_a (y_b - y_n) + x_b (y_o - y_n) + x_c (y_d - y_b) + \dots + x_{n-1} (y_n - y_{n-2}) + x_n (y_n - y_{n-1}).$$

Die beiben letten Formeln werden nach Gauf die "Caufichen Flächenformeln" benannt.

Mufgaben für die Aufnahme, Rartierung und Berechnung bon Bieleden fiehe § 8c.

§ 7. Rartierung und Kartenaufnahme.

a) Reichengerate.

Bei der Kartierung der Messungsergebnisse kann es sich natürlich nur um verkleinerte Bilder des darzustellenden Aufmessungsgebietes handeln. Die Berjüngung richtet fich je nach der örtlichen Musdehnung ber aufgemeffenen Glächen und nach ben bestehenden amtlichen Borichriften.

Als die gebräuchlichften Dagftabe tommen folgende Berhältnisse in Betracht: 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:2500, 1:4000, 1:5000 (Anlage 1).

Die amtlichen Borfchriften für die Dagftabverhaltniffe bei Unfertigung von Karten fonnen für Schulzwecke außer Betracht bleiben. In der Schule wird je nach Größe der vermessenen Fläche und des zur Berfügung stehenden Zeichenbogens einer der oben bezeichneten Maßstäbe Berwendung finden tonnen.

Für die Rartierung in der Schule verwendet man:

- 1. ein Lineal (aus Solz, Reifschiene ober ein Sageblatt aus Stahl), beffen Ranten völlig gerade, alfo ohne Ausbauchung gearbeitet fein muffen,
- 2. zwei Dreide (von Bolg ober Belluloid) zum Fällen von Loten auf dem Papier und zum Abschieben von Parallelen,

- 3. einen Birtel von möglichst leichtem Gang,
- 4. Zeichenmaßstäbe aus Holz oder Metall mit einfacher oder Transversalteilung, die, um Rechenarbeit zu ersparen, nach Größe der Teile und der Bezisserung dem gewünschten Versjüngungsverhältnis 1:x entsprechen.

Es stellt z. B. im Maßstab 1:500 das Planmaß von 1 m in Wirklichkeit 500 m dar, es wird also 1 m gemessens Maß durch who m = 2 mm Planmaß dargestellt, 10 m gemessens Maß durch 20 mm Planmaß us. Der Endpunkt der letzteren Strecke des Maßstades wird nicht mit "20 mm", sondern mit "10 m" bezeichnet.

Der Transversalmaßstab, der beim Kartieren fast auß= schließlich benutt wird, macht das Schähen von Bruchteilen überflüssig. Er besteht auß 11, in beliebigem, aber gleichem Abstand gezogenen

Parallelen, die in Abständen von je $\frac{10}{x}$ m Planmaß durch senkrechte Geraden geschnitten werden (siehe Anlage 1, die sechs Makstäbe in verschiedenem Verhältnis enthält).

Das von der Nullinie nach links liegende Endstück (beim Maß= stadverhältnis 1:500 von 10 m, beim Maßstadverhältnis von 1:5000 von 100 m) ist in zehn gleiche Teile geteilt, deren Endpunkte von unten nach oben je um einen Teil ansteigend verbunden sind. Nach der Proportionslehre kann man direkt Zehntel und durch Schätzung noch Hundertstel eines Teiles abgreisen.

Es wird z. B. auf dem Maßstab 1:500 der Anlage 1 bei den rotgekreuzten Stellen die Länge 34,2 abgegriffen. Soll man noch einen Bruchteil des Dezimeters, also Zentimeter abgreisen, z. B. 27,55, so hat man die Zirkelspißen zwischen der 5. und 6. Parallelen dort einzuseßen, wo sich die roten Striche befinden*).

b) Auftragen der Meffung (Kartierung).

Bur Darstellung der Zeichnung beginnt man mit dem Auftragen der grundlegenden Linien oder des gesamten Liniennehes, innerhalb dessen zunächst die Messungslinien und darauf die von diesen aufgenommenen oder auf diese bezogenen Sinzelheiten kartiert und mit Bleistift aussegezogen werden.

Lange Messungslinien teilt man in Strecken von rundem Längenmaß (etwa 1 dm wirkliche Länge entsprechend) ein, weil die Zirkelsspannung häufig nicht reichen wird. Von diesen Zwischen strecken send punkten werden dann die dazwischenliegenden Maße abgesett. Die mittels seiner Zirkelstiche setzgelegten Zwischenstrecken punkte werden zum Zwecke leichterer Aussindung mit einem Bleistischen umgeben, unter Beschreibung der vollen Meterzahl (auch in Bleistist).

^{*)} Die Anlage 1 enthält sieben berichiebene Magitabverhältniffe. Für Schuls übungen tonnen biefe Dagliabe jum Abgreifen verwendet werben,

Man kartiert also bei langen Linien z. B. das Maß 288,4 der Fig. 50 nicht vom Anfangspunkte 0 aus, sondern nach Einteilung der ganzen Messungslinie 435,8 in vier Teile zu je 100 m vom Stichpunkt 200 aus durch Abselen von 88,4 m von diesem aus.

Bei genügender Sorgfalt und Übung wird eine Genauigkeit von 1/10 mm mittleren Fehlers für jeden Punkt erreicht.



Nachdem die einzelnen Abszissenlängen auf den Messungslinien absgesett sind, setzt man die Ordinaten mit Hilse des Oreiecks durch Absschieden am Lineal oder an einem zweiten Dreieck ab und trägt auf ihnen die gemessen Längen ab.

Sind alle aufgenommenen Puntte fartiert, so werden die gemessenen Kontrollängen mit dem Zirkel abgegriffen. Findet sich eine Differenz, so ist die Kartierung sorgfältig nachzuprüsen, oder es ist durch Rechnung zu prüsen, ob die gemessenen Kontrollängen mit der Nechnung übereinstimmen.

Gewöhnlich foll schon während der Messung eine Berechnung der Rontrollmessungen bzw. der Sicherungsmaße der rechten Winkel stattfinden (siehe Jufinote auf S. 37).

e) Ausarbeiten der Rarte.

Nach vollzogener und geprüfter Kartierung in Blei werden nunmehr die Linien in schwarzer Tusche ausgezogen. Die Zirkelstich e der Wessungspunkte dürsen nicht mit Farbe bedeckt werden. Wan zieht also nicht mit der Ziehseder über den Zirkelstich hinweg, sondern nur bis auf eine geringe Entsernung an ihn heran.

Die Messungslinien werden mit roter Tusche schwach punktiert. Die Kärbung der Karte erfolgt nach den im § 5 unter o gegebenen

Borfdriften.

Es ist jedoch Grundsat, das die Färbung erst nach Berechenung nung der Flächen erfolgt, damit die Genauigkeit der Berechnung nicht durch die beim Färben entstehende Ausdehnung der Zeichenbogen beeinträchtigt wird.

§ 8. Flächenberechnung auf graphischem Wege.

Wie im § 6 gesagt worden, wird die Flächenberechnung nicht allein unter Verwendung von Messungszahlen ("Urzahlen"), sondern auch auf graphischem Wege, mit Hilse von Zirkel und Maßstab und mit anderen Silfsmitteln ausgeführt. Die letteren follen hier besprochen merben.

Bei Meffungen größeren Umfanges, bei ber namentlich Ginzelheiten (Bege, Graben, Gehöfte, Rulturarten usw.) aufzunehmen find (Fig. 42), ift es ausgeschloffen, die Meffung fo einzurichten, daß die Flachenberechnung

allein aus "Urzahlen" ausgeführt werden fann.

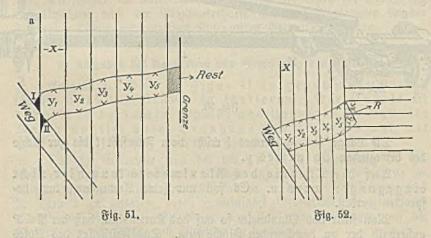
Soweit Urzahlen verwendet werden fonnen, wird man das tun und die Berechnung dann aus "Ur tw" vornehmen. 2013 graphische Silfsmittel werden neben Birtel und Magstab die im § 6 gu 3 erwälnten und nachstehend beschriebenen verwendet.

a) Die Planimeterharfe.

Die Planimeterharfe (auch Sarfenplanimeter genannt), wird bei der Berechnung langgestreckter, schmaler Flächen (Bege, Graben ufw.) verwendet.

Sie ist ein auf durch sichtiges Papier (Pauspapier) gedrucktes Net von Parallelen in gleichen Abständen, die in einem bestimmten

Berhältnis zum Kartenmaßstab stehen (Unlage 2). Die Planimeterharfe wird so über die langgestreckte Fläche gelegt, daß die Parallelen möglichst fentrecht zur Längerichtung stehen. Gine



Bege= oder Grabenfläche wird baburch in Streifen zerlegt, beren mittlere Breiten y nacheinander abgegriffen werden.

Die Gesamtlänge wird am Magftab festgestellt und mit der für ben bestimmten Magstab auf ber Barfe angegebenen Bahl multipliziert.

Dann ergibt sich der Flächeninhalt (Fig. 51) $F = x \cdot y_1 + x \cdot y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y$ x·y, + + Rest (ichraffierte Fläche).

 $F = x \cdot [y] + \Re ft$ (ber besonders festgestellt wird).

Der Reft fann unter Umftanden wegfallen, wenn durch leichte Ber-Schiebung ber Blanimeterharfe eine Parallele die Ausgleichslinie bildet, wie die erste Parallele a in Fig. 51 (fiehe schwarze Ausgleichsflächen I und II). Dann ist $F=x\cdot [y]$.

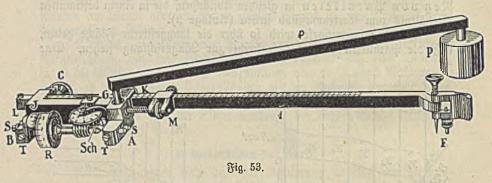
Bei denjenigen Planimeterharfen, bei denen am Rande senkrecht zur Hauptteilung eine Querteilung angebracht ist (wie bei Unlage 2), kann man die Restssäche R mit Hilfe der Querteilung berechnen, indem man die Harfe so auf die Fläche legt, daß die Restsläche R in die Querteilung fällt (Fig. 52)*).

b) Das Planimeter.

Das Planimeter (Fig. 53) ist ein Instrument, das zur Berechnung unregelmäßiger Flächen angewandt wird.

Seine Anwendung beruht auf der Tatsache, daß der Inhalt einer mittels des Fahrstiftes Fumfahrenen Fläche gleich dem Produkt aus der Länge f des Fahrarmes und dem auf der Laufrolle (R der Figur) abgewickelten Bogen 1 ist,

also $J = f \cdot l$.



Die Länge des Fahrarmes f reicht vom Fahrstift f bis zur Achse beweglichen Bolarmes p.

Auf die Theorie des Planimeters kann hier nicht eingegangen werden. Es soll nur seine Unwendung kurz besprochen werden.

Man stellt das Planimeter so auf das Kartenblatt, daß der Pol P außerhalb der zu berechnenden Fläche ruht. Das Feststellen des Poles wird durch eine an der Unterfläche befindliche seine Nadel, die in den Kartenbogen gedrückt wird, bewirkt. Die vorteilhafteste Stellung des Poles ist die, bei der während der Umsahrung mit dem Fahrstift der Wintel zwischen Polarm und Fahrarm sich nie allzuweit von 90° entsernt. Bei einiger Übung ist das bald zu erreichen.

^{*)} Die Planimeterharfen werden in mannigsachen Maßstadverhältnissen geliesert und sind wegen ihres geringen Preises — das Stild 15 Pf. — vielen anderen graphischen hilsmitteln, die hier nicht angegeben sind, vorzuziehen. Die Harsen sind bei der Firma R. Reiß, G. m. b. H. in Liebenwerda (Sachsen) in allen Maßstäben vorrätig.

Nun wählt man auf der Grenze der zu umfahrenden Fläche einen Punkt, bei dem die Umfahrung beginnen soll und bezeichnet die Stelle mit einem feinen Bleistiftstrich. Hier sett man den Fahrstist F auf und lieft an der Scheibe Sch, die die ganzen Umdrehungen der Nolle anzeigt, und an der Laufrolle R. selbst (bzw. deren Nonius) ab. Dann umfährt man die zu berechnende Fläche rechtsläufig dis zum Ausgangspunkte und lieft wieder ab. Dasselbe wiederholt man noch einmal, um aus den beiden Resultaten das Mittel nehmen zu können.

War die erste Ablesung 3235 } Diff. = 1352 die zweite Ablesung 4587 } Diff. = 1354 die dritte Ablesung 5941 } Diff. = 1354

so ist das Mittel aus beiden Dissernzen — 1353 — das genaue Resultat der Umfahrung. Dieses wird mit dem Werte der Ablesungseinheit, die sich nach der Länge des Fahrarmes i und dem Mahstad der Karte richtet, multipliziert. Der mit einer Einteilung versehene Fahrarm wird stets so eingestellt, daß der Wert der Ablesungseinheit eine runde Zahl, z. B. 20 qm ist. In obigem Beispiel würde also der Flächeninhalt der umsfahrenen Fläche

20·1353 = 27060 qm = 2,7060 ha fein.

Die Figur 42 bietet ein Beispiel, für das neben der Berechnung aus Urzahlen auch die Planimeterharfe und das Planimeter bei der Flächenberechnung der einzelnen Kulturarten Berwendung finden.

c) Aufgaben für Kartierung und Berechnung von Bieleden.

Aufgabe 1. Das in Figur 41 aufgenommene Bieleck ist im Maßstab 1:2500 zu kartieren. Der Inhalt ist doppelt zu berechnen, einmal aus Urzahlen, das zweite Mal graphisch unter Benutung von Urzahlen und mit Hilfe des Zirkels und Maßstabes.

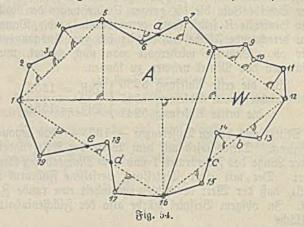
Für die Eckbreiecke sind bei der zweiten Berechnung die gemessenen Hypotenusen als Urmaße anzuhalten und die auf sie gesällten Höhen mit Zirkel und Maßstab zu ermitteln. Die Trapeze sind in Dreiecke zu zerlegen, deren gemeinsame Grundlinie die gemessenen Grenzlinien darstellen. In diesen Dreiecken sind die Höhen auf die Grundlinien mit Zirkel und Maßstab zu bestimmen.

Unfgabe 2. Eine Fläche von der Form der Figur 54 ist örtlich abzupfählen und nach Unleitung der Figur aufzumessen.

Alle erforderlichen Kontrollmaße (wie bei Fig. 41) sind zu messen und im Felde rechnerisch zu prüsen. Die Schnittpunkte a, b, c, d und e der Umringsgrenzen mit den Messungslinien sind scharf einzusluchten und bei der Messung anzuschneiden.

Nach der Aufnahme ist die Messung im Maßstabe 1:2500 zu fartieren.

Darnach ift die doppelte Flächenberechnung auszusühren, einmal aus Urzahlen, das zweite Mal graphisch unter Benutung von Urzahlen und mit Zirkel und Makstab (Ur. tw).



Aufgabe 3. Bon Punkt 8 nach Punkt 16 der nach Aufgabe 2 aufgenommenen Fläche der Fig. 54 verläuft eine Kulturgrenze zwischen Acter und Wiese (A und W). Der Schnittpunft zwischen Kulturgrenze 8—16 und Messungslinie 1—12 ist einzurechnen. Die Größen der Acter= und Wiesensläche sind durch einmalige Berechnung ju ermitteln und auf den Sollinhalt bes gangen Bieleds, ber gemäß Aufgabe 2 festgestellt ift, abzustimmen.

§ 9. Rlächenteilung und Grenzausgleich.

In der Landmeffung find die Aufgaben fehr häufig, von einem Grundstud eine bestimmte Flache abzutrennen und eine gebrochene Grundstücksgrenze so zu begradigen, daß die Größe der benachbarten Grundstücke unverändert bleibt.

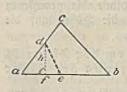


Fig. 55.

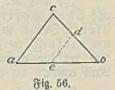
Es feien hier einige einfache Beispiele von Dreiedsteilung und Grenzbegradigung gegeben, in denen die Teilung durch einfache Berechnung ausgeführt wird. Die Beispiele tonnen auf beliebige Bielecke erweitert werden, da deren Teilung faft in allen Fällen auf die Teilung von Dreieden und Biereden gurudguführen ift.

Aufgabe 1. (Fig. 55.) Bon bem Drei-

ed abe, bessen Edpuntte örtlich ab-zusteden und dessen Flächeninhalt F durch befannte Mejjungen zu ermitteln ift, folleine beftimmte Flache J jo abgeschnitten werden, daß die Teilungslinie durch Buntt d geht.

Lösung: Nach Aufmessung des Dreiecks durch Doppelmessung fällt und mißt man das Lot h von d auf b und setzt dann auf der Seite ab die Teilstrecke a $\mathbf{e} = \frac{2J}{h}$ ab. Kontrollberechnung ausführen!

Aufgabe 2. (Fig. 56.) Bom Dreied abc, das aufzumessen und dessen Flächensinhalt Fzu berechnen ist, soll eine bestimmte Fläche Jabgetrennt werden, so daß die Teilungslinie de parallel ac ist.

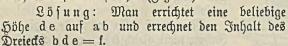


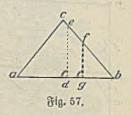
Bofung: Rach Doppelmeffung der drei

Seiten setzt man auf ab die Länge be = ab $\sqrt{\frac{J}{F}}$ und auf be die Länge bd=bc $\sqrt{\frac{J}{F}}$ ab. (Nach der Ühnlichkeitslehre.) Kontroll-

berechnung ausführen!

Aufgabe 3. Das Dreieck abo ist abzustecken und aufzumessen. Sein Flächeninhalt F ist zu berechnen. Es soll eine Fläche I so abgetrennt werden, daß die Teilungslinie senkerecht auf ab steht (Fig. 57).





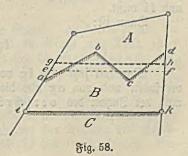
Nach der Uhnlichkeitslehre ift dann abzuseten

$$b\,g = b\,d\,\sqrt{\frac{J}{f}}\,\,\text{und}\,\,b\,f = b\,e\,\sqrt{\frac{J}{f}}$$
 (Rontrollbered) nung!)

Aufgabe 4. Der gebrochene Grenzzug abed zwischen ben Grundstüden des Aund des B soll durch eine gerade Grenze derart ausgeglichen werden, daß diese neue

Grenzlinie der Grenzeik gegen das Grundstück des C parallel ist (Fig. 58).

Lösung: Man steckt eine Linie ef parallel zu ik ab, die zunächst als unsgefähre Ausgleichsgrenze anzusiehen ist, mißt die Grenze abcd von dieser Linie ef aus rechtwinklig auf, wobei ef als Abszissenachse gilt und besrechnet den Inhalt des verschränkten Vielecks nach der Gaußschen Flächens



formel (§ 6 c). Dabei ist zu beachten, daß die Inhalte der Dreiecke links der Messungslinie es negativ, rechts derselben positiv sind. Die Summe beider muß, wenn Flächengleichseit bestehen

joll, gleich Rull fein.

Ist nach der Aufnahme von ef der Inhalt des verschränkten Viele ecks abcd positiv, so ist die Linie ef nach der rechten Seite um diesen Inhalt zu verschieben, ist er negativ, so ist ef nach links um diese Fläche zu verschieben. Die Linie gh ist dann diesenige Linie, von der die Ausnahme des verschränkten Vielecks abcd den Inhalt Null ergibt.

Aufgabe 5. Der gebrochene Grenzzug abed zwischen ben Grundstücken des A und des Bist so zu begradigen, daß die ausgleichende Gerade durch den Buntt e geht (Fig. 59).

Lösung: Man stedt von e aus eine ungefähre Gerade ef ab, mißt von dieser das verschränfte Bieleck efabode auf und berechnet seinen

 Inhalt (wie bei Aufgabe 4). Ift der Inhalt = 0, so ist die abgesteckte Gescade ef die gesuchte Ausgleichslinie, ist er positiv, so ist die Gerade um die sen Inhalt nach der Seite zu verschwenken, auf welcher die Dreiecksflächen positiv in Ansah gebracht sind und umgekehrt, wenn der Inhalt nesaativ ist.

Man muß also im Falle, daß der Inhalt nicht gleich 0 ift, an die Linie ef ein Dreieck von bekanntem Inhalt anstragen. Das geschieht, indem man den doppelten Inhalt durch die gemessene Länge ef teilt. Dann erhält man die Höhe gk des an ef anzutragenden

Dreied's.

Man kann dann die abzusetzende Strecke fg nach einsacher Proportion berechnen, wenn man von der Linie of einen beliebigen Punkt i auf der Seitengrenze DG rechtwinklig ausnimmt (Fußpunkt h) und hi, hf und fi migt.

Dann ist:

$$fg = \frac{fi \cdot kg}{hi}$$
.

Man hat jett also kg von k aus auf DG abzusehen, g mit e zu verbinden und von eg aus die gebrochene Grenze auszunehmen. Dann muß der Inhalt des verschränkten Vielecks gabodo = 0 sein.

B. Messungen mit Hilfe des Theodolits.

§ 10. Allgemeine Beschreibung bes Theodolits.

Wie bereits in den §§ 1 und 5 ausgeführt worden ist, reichen die einfachen Hilfsmittel für Vermessungen in unübersichtlichem Gelände und für folche größeren Umfanges nicht mehr aus.

Bährend man bei einfachen Aufnahmen mit dem Winkelprisma gum Unsteden rechter Bintel austommt, braucht man für größere Ber-

meffungen noch ein Inftrument gum Meffen von Winteln beliebiger Größe.

Dies Inftrument ift ber Theo= dolit.

Der Theodolit wird vornehmlich zum Deffen von Borigontalwinteln verwendet. Wenn er außer bem Borigontalfreis auch einen Sohenfreis befigt, fo migt man mit ihm auch Bertikalwinkel (siehe § 29).

Der in Fig. 60 abgebildete Theodolit befigt außer dem Borizontalfreis auch einen Sohentreis.

Die nachfolgende allgemeine Beschreibung des Theodolits bezieht fich auf die mit besonderen Buch= staben versehenen schematischen Figuren 61 und 62.

Der Theodolit besteht aus einem Dreifuß B, der die Stellschrauben A enthält. Der Dreifuß ift mit der Büchfe C fest verbunden. In der Buchse C ruht eine zweite Buchse D, die mit dem Limbus E fest verbunden ist.

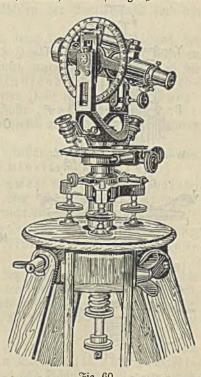
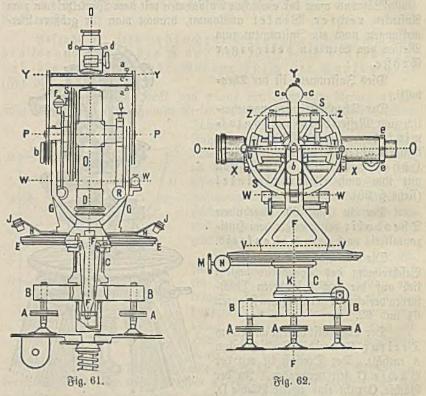


Fig. 60.

Der Limbus ift eine horizontale Scheibe, an beren Rande die Rreisteilung angebracht ift. Der Rreis ift in Grade und Teile eines Grades geteilt. In der Buchse D befindet fich die Bertitalach fe F, die ihrerseits mit dem Fernrohrtrager G und der Alhidabe H, einer mit dem Limbus konzentrischen Kreisscheibe, auf der sich zwei biametral gegenüberftehende Nonien befinden, fest verbunden ift. Die Monien, die sich bei Bewegung der Alhidade an der Rreisteilung des Limbus entlang schieben, gestatten die Ablesung der Teilung auf Bruch= teile von Graden und Minuten, je nach Größe des Limbustreises. Be=

weglich verbunden mit der Alhidade H sind die beiden Lupen J, vers mittels welcher man die genauen Ablesungen der Horizontalwinkel an den Nonien vornimmt.

Das Vorhandensein der inneren Büchse D dient zur Verstellung des Limbus E, ohne daß es nötig ist, den Dreisuß auf dem Stativ, auf welchem er durch eine Stengelschraube angeschraubt wird (siehe Fig. 60), in seiner Lage zu verändern. Die feste Verbindung der äußeren mit der inneren Büchse ersolgt vermittels der unmittelbar über



dem Dreisuß befindlichen Klemmschraube K, welche sich in einem um die äußere Büchse C gelegten King bewegt. Mit diesem Ring ist ferner ein Rahmen und Mikrometerschraube L verbunden. Die Klemmsschraube K spielt eine Kolle beim wiederholten Messen eines Winkels, dem "Repetieren" oder "der repetitionsweisen Winkelmessung", weshalb man die so konstruierte Theodolite "Repetitionstheodolite" nennt.

Die grobe Einstellung des mit der Alhidade fest verbundenen Fernrohrträgers G wird durch einen um die innere Büchse D gelegten Ring mit der Klemmschraube M vorgenommen, während die feine Einstellung durch die Mitrometerschraube N erfolgt, die durch einen Kahmen mit dem genannten Ringe verbunden ist.

Das Fernrohr O ruht auf dem Träger G in der horizontalen Achse P. Die rohe Einstellung des Fernrohres erfolgt durch die Klemmsschraube Q, während die seine Einstellung in der vertitalen Kichtung durch den mit der Achse P sest verbundenen Rahmen vermittels der Mikrometersschraube R vorgenommen wird. Die genaue Beschreibung des Fernrohres siehe § 24a zu 2.

Mit der Horizontalachse P ist ferner ein Höhen freis S, zum Ablesen der Vertikalwinkel, fest verbunden. Die beiden Nonien des Höhenstreises sind durch einen Rahmen mit dem Träger G verbunden, lassen sich

jedoch durch eine Feinschraube verstellen.

Die beiden Qupen U gum Ablesen der Bertifalwinkel sind um

die Horizontalachse P drehbar.

Das Instrument Figur 60 hat keine Lupen. Die Ablesung der Vertikalwinkel erfolgt bei diesem durch Handlupe und zwar in derselben Weise, wie diesenige der Horizontalwinkel, wobei zu beachten ist, ob die Bezisserung vom Höhentreise durch laufend oder nach Zenith = distanzen angeordnet ist. Im ersteren Falle werden direkt Höhen = oder Tiefen winkel, im zweiten Falle Zenithdistanzen, d. i. 90° — Höhenwinkel oder 90° + Tiefenwinkel, abgelesen. Darüber Näheres im Abschnitt II, § 29.

Eine wichtige Rolle bei ber Aufstellung des Theodolits und der

Einstellung des Fernrohres spielen die Libellen.

Die meisten Theodolite haben zwei Alhidadenlibellen, nämlich eine Dosenlibelle und eine Röhrenlibelle, welche lettere meist am Fernrohrträger angebracht ist.

Die Beschreibung, der Gebrauch und die Justierung der Libellen ist im § 24 beim Nivellierinstrument aus = führlich behandelt.

In Fig. 61 und 62 befindet sich im Fuße des Trägers G die Dofenlibelle V, mittels welcher die Achse F vertifal gestellt wird, indem man die Libelle durch die Fußschrauben A zum Einspielen bringt.

Dem gleichen Zwecke bient die Röhrenlibelle W am Fern-

rohrträger.

In Fig. 60 ist mit dem Fernrohr fest verbunden eine Röhrenlibelle X, die den Theodolit auch zum Nisvellieren geeignet macht (siehe § 24a Schlußsat). Zur genaueren Berichtigung des Theodolits sett man häufig auch eine Reiterlibelle Y auf die Horizontalachse des Fernrohres.

Bei dem Instrument Fig. 60 fehlt die Reiterlibelle.

Der Theodolit wird beim Gebrauch anf ein Stativ aufgeset, auf dem er, wie schon bemerkt, durch eine Stengelschraube ansgeschraubt wird. Um Ende der Stengelschraube befindet sich ein Hafen zum Anhängen des Lotes, mit Hilfe dessen der Theodolit zentrisch über einem Winkelpunkte aufgestellt wird. Nach Zentrierung wird die um die Stengelschraube liegende Spiralseder durch eine Schraubenmutter angespannt und der Theodolit so auf dem Stativteller festgehalten.

Die Winkelmessung wird dann allgemein in folgender Weise ausgeführt: Man richtet das Fernrohr mit seinem Fadentreuz auf das erste Ziel und liest die Richtung an den beiden Nonien ab. Nun bewegt man das Fernrohr rechtsläufig nach dem zweiten Ziel. Dann dreht sich die mit dem Fernrohr sest verbundene Alhidade, während der Limbustreis unverändert bleibt. Nach Einstellung des Fadentreuzes auf das zweite Ziel liest man wieder an beiden Nonien ab. Der Unterschied zwischen erster und zweiter Ablesung gibt den Winkel zwischen dem ersten und zweiten Ziel an. Die grobe und seine Einstellung ist auf S. 48 besprochen worden. Die Winkelmessung in zwei Fernrohrlagen siehe § 13.

Vor jeder Winkelmessung muß der Theodolit horizontal gestellt werden. Das geschieht zunächst roh durch geeignetes Aufstellen des Stativs und dann sein durch Einspielen der Libellen mit Hilse der Fußschrauben des Dreisußes und Drehung der Alhidade, bis kein Ausschlag der Libelle mehr ersolgt.

§ 11. Prüfung und Berichtigung bes Theodolits.

a) Fehler des Theodolits.

Ein Theodolit ist im allgemeinen nur dann zur Winkelmessung brauchbar, wenn er richtig ist, d. h. keine Achsensehler enthält.

Es mussen beshalb die etwa vorhandenen Fehler festgestellt und beseitigt werden, wobei solgende drei Bedingungen erfüllt werden mussen (Fig. 61 und 62):

I. Die Achse der Libellen V und W sollen rechtwinklig zur Vertikal= oder Stehachse F sein;

II. Die Zielachse O des Fernrohrs muß rechtwinklig zur Horizontalachse P, das ist zur Kippachse des Fernrohrs sein;

III. Die Rippachse P muß rechtwinklig zur Vertikal= achse F sein.

b) Beseitigung der Fehler.

1. Um die erste Bedingung zu ersüllen, werden die Blasen der Libellen vermittels der Stellschrauben A zum Einspielen gebracht. Dann wird der Oberbau des Theodolits (die Alhidade) um ungesähr 180° gedreht. Zeigt sich jett ein Ausschlag der Libellenblasen, so wird der halbe Ausschlag durch die Schrauben des Dreifußes, die andere Hälfte durch die Korrektionsschrauben der Libellen beseitigt. Das Versahren wird so lange sortgesetzt, die vollständiger Drehung des Oberbaues um die Vertikalachse kein Ausschlag der Libellenblasen mehr erfolgt.

Das völlige Einspielen ber Alhidadenlibellen (§ 10) ist ein un= bedingtes Ersorbernis vor Beginn jeder Wintelmessung. 2. Zur Prüfung der zweiten Bedingung zielt man einen fernen Punkt an, liest an den Nonien ab und schlägt das Fernrohr durch, d. h. man kippt es um 180°. Durch Drehung um die Alhidadenachse stellt man nochmals den Fernpunkt scharf ein und liest wieder an den Nonien ab. Die Dissernz der Ablesungen minus 180° ergibt den doppelten Fehler (Kollimationssehler Chollimationssehler Nauf das Wittel der Ablesungen mit Hilz der Ablesungen des Fernrohres das Fadenkreuz auf das Ziel. Letzteres geschieht dadurch, daß man eine Schraube löst und die andere anzieht und zwar wird die vom Beobachter rechts besindliche Schraube gelöst, wenn das anvisierte Ziel sich links von dem Veritalsaden des Fadenkreuzes besindet und umgekehrt.

Dies Versahren wird so oft wiederholt, bis sich beim Durchschlagen des Fernrohres und Drehung der Alhidade um 180° eine Abweichung nicht mehr zeigt, abgesehen von den unvermeidlichen Teilungsungenauigkeiten.

3. Um endlich die dritte Bedingung zu erfüllen, verfährt man folgendermaßen:

Nachdem der Kollimationsfehler beseitigt worden ist, stellt man die Steh = oder Vertikalachse mit Hilse der Libelle scharf lotrecht, zielt eine Gebäudekante an und beobachtet, ob der Vertikalsaden des Fadenkreuzes beim Kippen des Fernrohrs auf der Gebäudekante bleibt. It das nicht der Fall, so ist ein Horizontal = oder Kippachsen = fehler vorhanden, der durch Heben oder Senken des Fernrohrlagers mittels der an ihm besindlichen Justierschrauben zu beseitigen ist.

- 4. Bei Theodoliten, die eine Fernrohrlibelle haben, ist noch die Bedingung zu erfüllen, daß die Achfe der Fernrohrlibelle parallel der Bifier = oder Zielachfe des Fernrohres fein muß. Bum Zwecke Diefer Prufung ftellt man in einer Entfernung von 40-50 m eine Nivellierlatte oder einen Deterftod fenfrecht und fest auf. Jest wird die Libelle des Fernrohres vermittels ber Stell= ichrauben des Dreifuges zum Ginfpielen gebracht und an der Latte abgelesen. Dann dreht man das Obergestell um 1800, schlägt das Fernrohr durch, bringt die Libelle wiederum zum Ginspielen und macht eine zweite Ablejung. Zeigt fich zwischen beiden Ablesungen eine Differenz, fo verschiebt man das Fadenfreuz fentrecht durch die Schrauben e so lange, bis die halbe Differeng zwischen beiben Ablesungen fich mit dem Borizontalfaden bedt. Dann bringt man die Libelle burch ihre Korreftionefchrauben guin Einspielen und wiederholt das Berfahren fo lange, bis in beiden Gernrofrlagen die Ablesungen bei einspielender Bibelle, abgesehen von den unvermeidlichen Teilungsungenauigfeiten, dieselben find.
- 5. Bor jeder Berichtigung muß das Fernrohr darauf untersucht werden, daß das Fadenfreuz mit der Ebene des vom Objektiv des Fernrohrs erzeugten Bildes zusammenfällt. Ist das nicht der Fall, so entsteht die sog. "Parallaxe", die sich darin zeigt, daß das Fadenstreuz bei der Bewegung des Auges vor dem Okulax unscharf ist und

zu schwanten scheint. Die Parallage wird beseitigt, indem man das Ofular in der Ofularröhre durch drehende Bewegung so lange verschiebt, bis das Fadentreuz scharf sichtbar ist. Erscheint das anzuvisierende Ziel im Fernrohr nicht scharf und deutlich, so wird durch den seitlichen Triebknopf am Ofular die Ofularröhre in der

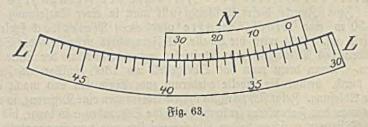
Dbjettivröhre verschoben, bis das Bild scharf erscheint.

Die vorher angestellten Untersuchungen über eventuell vorhandene Kollimations – oder Ripp = achsensehler erübrigen sich, wenn man die Winkel in zwei Fernrohrlagen mißt. Erfordernis bleibt nur, daß die Stehachse genau lotrecht steht (siehe Schlußbemerkung zu bl). Durch Messen der Winkel in zwei Fern = rohrlagen, d. h. daß man nach der ersten Messung das Fernrohrdurchschlägt und die Winkelmessung in dieser Fernrohrlage wiederholt, werden der Kollimations = und Kippachsensehler un = schädlich gemacht.

Das Berfahren der Winkelmessung in zwei Fernrohrlagen ist deshalb jett allgemein gebräuchlich und amtlich vorgeschrieben.

§ 12. Die Ablesevorrichtung am Teilfreise (Nonins).

Der Limbustreis ist in 360 Grade geteilt und jeder Grad, je nach Größe des Limbusdurchmessers in weitere Teile (2 Teile zu je 30' oder 3 Teile zu je 20'). Der Nonius dient nun dazu, in einer solchen Teilung noch kleinere Teile, als die direkte Ablesung sie ergibt, ablesen zu können. Der Nonius ist eine auf der Alhidade angebrachte und derart eingerichtete Hilfsteilung, daß n ihrer Teile (n—1) Teilen der Limbus-



teilung entsprechen. Bezeichnet man die Teilungseinheit des Limbus mit L und diejenige des Nonius mit N, so erhält man für ihren Unterschied L — N $= \frac{L}{n} = a$. Diesen Unterschied a bezeichnet man als die An = gabe des Nonius.

In Fig. 63 ist eine Kreisteilung gezeichnet, bei der die Teilungsseinheit des Limbus $30'={}^1\!/{}_2{}^0$ ist. Der Nonius enthält 15 Teile, denen 14 Limbusteile entsprechen, so daß seine Angabe $\frac{30'}{15}$ = 2' ist.

Für die in der Fig. 63 angegebene Stellung zwischen Limbus und Nonius liest man zunächst am Limbus die Grade unmittelbar vor dem Nullstrich des Nonius ab, d. i. bei 32° 00', darauf liest man am Nonius den Teilstrich ab, der mit dem Teilstrich am Limbus foinzidiert d. h. zusammensällt, das geschieht beim Teilstrich 16. Die Gesamtablesung ist also 32° 16'.

Um eine möglichst gute Ablesung am Nonius zu erzielen, vergleicht man stets die Stellung der links und rechts von den zusammenfallenden Strichen liegenden Strichpaare, die dann nicht foinzidieren tonnen.

Bur bequemen Ablesung am Limbus und Nonius sind an den gegenüberliegenden Nonien Lupen angebracht, die mit der Alhidade besweglich sind, wie in § 10 bereits ausgeführt. Diese Lupen sind bei der Ablesung so zu stellen, daß man möglichst senkrecht auf die Ablesestelle blieft, so daß die zusammenfallenden Striche möglichst in der Mitte des Gesichtsseldes der Lupe liegen, weil die Flächen der Nonien nie vollständig genau mit der Limbussläche zusammensallen, und bei schräger Draussicht Parallaxe entsteht.

Außer dem Nonius hat man als Ablesehilssmittel noch das Ablese mikrostop, das jedoch hier nur erwähnt werden soll, weil seine Beschreibung über dem Rahmen der Schule hinausgeht und Theodolite mit Mikrostopsablesung für den Schulgebrauch nicht geeignet und auch zu teuer sind.

§ 13. Meffung von Horizontalwinkeln.

Wie in § 11 gesagt, erfolgt die Winkelmessung, um eventuelle Achsensehler unschädlich zu machen, in zwei Fernrohrlagen. Dan unterscheidet verschiedene Arten von Winkelmessung:

a) die einfache Wintelmessung,

b) die Satheobachtungen oder Winkelmessung aus Richtungen,

e) die repetitionsweise Bintelmeffung.

Jeder Winkelmessung geht eine Horizontalstellung des Theodolits (§ 10 letter Absat) und die Zentrierung, d. h. die lotrechte Aufstellung über dem Scheitelpunkt des zu messenden Winkels voraus.

Die Bentrierung geschieht mit Sife des Lotes.

Nachdem der Scheitelpunkt des Winkels geeignet vermarkt worden ist (durch Psahl, Nagel oder dergl.), wird der Theodolit zunächst mit Hilse der Stativsüße bei angehängtem Lot und bei fest angezogener Stengelschraube über dem Scheitelpunkt genähert ausgestellt. Dann werden die Stativsüße sest in den Boden getreten. Hierauf wird die Stengelschraube gelöst und der Theodolit nach Horizontalstellen (Einspielen der Libellen) auf dem Stativteller so weit verschoben, daß, bei immer noch einspielender Libelle, die Spitze des Lotes genau über dem Scheitelpunkt des Winkels hängt. Dann wird die Stengelschraube vorsichtig wieder angezogen und es kann mit der Winkelmessung begonnen werden.

1. Die einfache Wintelmessung.

Diese wird angewendet, wenn auf einem Standpunkt nur ein Bintel zwischen zwei Bielpuntten gemessen werden foll (vornehmlich bei Polygonzügen).

Dan verfährt folgendermaßen:

Rach der vorstehend erläuterten Bentrierung über bem Scheitelpunkt, 3. B. C, eines zu meffenden Winkels ACB ftellt man gunächst bas linke Riel (3. B. A) ungefähr in die Mitte des Fadenfreuzes ein, zieht die Alhidadentlemmschraube an und stellt mit der Mifrometerschraube bas Biel genau in das Fadenfreuz. Dann lieft man an beiden Nonien ab. Hierauf wird die Alhidadenklemmschraube geloft und die Alhidade rechts= läufig nach dem zweiten Zielpunft B gedreht. Nach ungefährer Ginftellung in das Fadentreuz wird die Rlemmschraube wieder angezogen und mit der Milrometerschraube die Reineinstellung bewirft. Sierauf wird wieder an beiden Monien abgelesen.

Sest wird das Fernrohr durchgeschlagen und die Alhidode (im mer bei fest ftehendem Limbus!) auf Buntt A zurudgeführt (immer rechtsläufig). Nach genauer Ginstellung wird an beiden Nonien abgelesen und nach Drehung der Alhidode bis zum Puntte B und genauer Einstellung desselben wieder an beiden Nonien abgelesen. Die Ablesungen in den beiden Fernrohrlagen muffen um annähernd 180° voneinander abweichen.

Die Ablesungen werden in ein vorbereitetes Formular von etwa folgender Form eingetragen:

Standhuntt	1	Fernrohrlage I								Fer	nrol	rla	ge	II	Mittel			Massadanta			
	Bielpunt	Nonius					Wittel		Nonius					Mi	ifal	aus Fer			Reduzierte Mittel		
Biet,		297	I II			2011		I			II		Detiter		lagen						
(R)	(a.p	0	1	//	1	11	1	"	0	1	"	1	#	7	"	0	1	"	0	1	11
1	2	3		4		5		6			7		8	3	9			10			
C	A								215											00	00
	В	106	55	00	56	00	55	30	286	54	00	ŏ6	00	55	00	106	55	15	71	29	45

Bei der Ablesung am zweiten Nonius brauchen die Gradzahlen nicht hingeschrieben zu werden, da fie bei der Berechnung nicht benutzt werden. In Spalte 9 werden nur die Gradzahlen der ersten Fernrohrlage eingetragen.

Spalte 10 enthält die Bezeichnung "reduzierte Mittel". Die reduzierten Mittel erhält man dadurch, daß man der in Spalte 9 verzeichneten Richtung für ben ersten Zielpunkt Die Richtung 00 00' 00"

gibt und die andere Richtung von der erften abzieht.

Die in dem Formular für den Bintel ACB ermittelte Große ift 710 29' 45".

2. Satbeobachtungen ober Winkelmeffung Richtungen.

Diefe wendet man an, wenn man auf einem Standpuntt mehr als einen Wintel migt, alfo wenn man mehr als zwei Rielpuntte anschneidet

Man zielt bei festem Limbus sämtliche Punkte der Neihe nach von links nach rechts an und liest bei jeder Zielung an beiden Nonien ab. Hierauf schlägt man das Fernrohr durch und wiederholt die Zielungen und Ablesungen und zwar so, das man die Punkte in umgekehrter Reihensfolge, also von rechts nach links — aber immer mit Rechtsdrehung der Alhidade — einstellt. (Beim Niederschreiben ist das zu beachten!)

Hier hat man einen "Sat" beobachtet. Es ist gleichgültig, welchen Punkt man zuerst anzielt. Die Hauptsache ist, daß bei einem Repetitions = theodolit bei diesen Satbeobachtungen die Limbusklemme fest angezogen bleibt und nicht berührt wird, damit der Limbus nicht mitgeschleift werden kann.

Die Satheobachtungen werden bei Punttbeftimmungen (Triangulierung) angewendet. Dabei werden aber stets mehrere Sätze beobachtet. Um die Wirfung der etwa vorhandenen Kreisteilungsfehler abzuschwächen, mißt man die einzelnen Sätze nicht in der gleichen Limbusstellung, sondern verstellt den Limbus vor jedem neuen Satz und zwar bet n Sätzen um etwa $\frac{180^{\circ}}{}$.

Steht kein Repetitionstheodolit zur Verfügung, sondern ein einsacher Theodolit mit unverstellbarem Limbus, so wird das Instrument auf dem Stativteller nach Lösung der Stengelschraube um etwa $\frac{180^{\circ}}{n}$ gebracht.

Das nachstehende Formular enthält eine Satbeobachtung (Richtungs=Winkelmessung) mit 3 Sähen, wobei der Limbus vor jedem neuen Satum ungefähr $\frac{180^{\circ}}{3}$ = 60° verstellt worden ist.

THE STREET	dp:	Fernrohrlage I							í	hla	ge	II	12	Mittel aus			Redu-			Mittel aus allen				
Standpuntt	Bielpuntt	Nonius I			SH!!!		237	ŝ	I	Mittel		beiden Fernrohr= lagen			zierte Mittel			Beob= achtungen						
	and a	0 1 11 1 11		1	"	0	1	"	1 11		1 11		0 1 "		0 1 11		0 1 11		"					
-11	2	3 4				1 2	5	6			7		8		9			10			- 11			
A	В	115	42	00	12	00	12	00	295	43	00	43	00	43	00	115	42	30	0	00	00	0	00	00
Sat	C	200	52	00	54	00	53	00	20	54	00	54	00	54	00	200	53	30	85	11	00	85	10	50
1	D	240	40	00	42	00	41	00	60	42	00	12	00	42	00	240	41	30	124	59	00	124	59	55
	E	300	51	00	ō0	00	50	30	120	50	00	50	00	50	00	300	50	15	185	07	45	185	8	45
Sat	В	175	40	00	40	00	40	00	355	40	00	11	00	40	30	175	40	15	0	00	00	10		-
2	C	260	51	00	50	00	50	00	80	52	00	50	00	51	00	260	50	45	85	10	30			
	D			1 1					126							"AND TO			1	00	45	79		15
4-9	E	0	50	00	50	00	50	00	180	50	00	50	00	50	00	0	50	00	185	9	45	77	177	100
Sat	В	235	41	00	10	00	40	30	55	40	00	42	00	41	00	235	40	45	0	00	00	F	5	
3	C	320	51	00	52	00	51	30	140	52	00	52	00	52	00	320	51	45	85	11	00		1	
17-17	D	0	40	00	11	00	10	30	180	41	00	41	00	11	00	- 0	40	45	125	00	00	9		
540	E	60	50	00	50	00	50	00	240	49	00	19	00	19	00	60	49	80	185	8	45	NUE		M

3. Die repetitionsweise Wintelmeffung.

Die Winkelmessung durch Nepetition wird angewendet, wenn es sich um Binkelmessung von großer Schärfe handelt, was gewöhnlich nur bei Triangulierungen höherer Ordnung der Fall ist. Da diese Winkelmessung über den Rahmen der Schule hinausgeht, soll sie nur erwähnt werden, ohne daß das Versahren näher erläutert wird.

§ 14. Übungsaufgaben am Theobolit*).

Aufgabe 1: Beschreibung der einzelnen Teile des Schultheodolits mit Stizzen:

a) des Fernrohres,

b) des Timbus, der Alhidade und der Nonien, c) des Höhenfreifes (wenn ein folder vorhanden),

d) der Libellen,

e) des Achjeninstem und der Achsenlager,

f) der Rlemm=, Mitrometer= und Juftierschrauben,

g) des Stativs und der Befestigungsart auf dem Stativ.

Aufgabe 2: Horizontalstellen des Theodolits und Zentrieren über einem bestimmten Punkte (§ 116, 1 und § 13).

Aufgabe 3: Übung schnellen und scharfen Einstellens von Fernzielen und Beseitigung der Parallage (§ 116,5).

Aufgabe 4: Brufung des Theodolits auf Lotrechtstellung der Stehachse (§ 11b, 1).

Aufgabe 5: Prüfung des Theodolits auf Rollimations-fehler (§ 11 b, 2).

Aufgabe 6: Prüfung des Theodolits auf Rippachsen= fehler (§ 11 b, 3).

Aufgabe 7: Prüfung, ob Zielachse des Fernrohres parallel der Achse der Fernrohrlibelle ift (falls Fernrohr eine Fernrohrlibelle besitht).

Aufgabe 8: Fortgesette Ubungen im Ablesen von Winkeln durch Verschieben der Alhidade.

Aufgabe 9: Mit Silfe des Theodolits ift auf einem Bunkt A

1. ein rechter Winfel,

2. ein Winfel von 1200 30',

3. ein geftrectter Winfel,

4. ein Wintel von 295° 30'

abzustecken.

Aufgabe 10: Auf einer ausgesteckten Geraden AC ist in C mit Hilfe des Winkelprismas ein rechter Winkel ACB abzustecken.

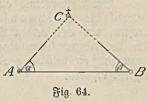
^{*)} Die vorstehenden Ubungsaufgaben 3-8 muffen von den Schulern so lange geubt werden, bis fie ihnen völlig geläufig find.

Die Schenfel AC und CB find durch Abschreiten über 100 m lang gu machen. Die Endpuntte A, C und B find durch Bfähle zu vermerten. Durch den Theodolit ist auf C die Richtigfeit des rechten

Wintels nachzuprufen und der Wintel ev. zu verbeffern.

Aufgabe 11: (Fig. 64) Eine Gerade AB ift auszusteden und in

A und B durch Pfähle zu vermarten. Auf AB sind die Wintel α und β nach einem Ferngiele C (Rirchturm oder dgl.) in zwei Fern= rohrlagen zu messen. Die Messung ist von mehreren Schülern unabhangig durch jedesmalige Neuaufstellung bes Inftrumentes über A und B nach Fertigstellen ber Wintelmeffung durch die Vorganger auszuführen. Die Reful-



tate find zu vergleichen. Bei großen Ubweichungen ist die Deffung zu prufen. (Formularführung

gemäß § 13, 1.)

Aufgabe 12: Auf einem örtlich vermartten Bunkte A find drei Fernziele B, C' und D anzuzielen und die Wintel a und & durch Satbeobachtungen in zwei Saten zu meffen (Fig. 65). (Formularführung gemäß § 13, 2.)

Lettere Aufgabe fann burch Bermehrung ber Fernziele und der Satbeobachtungen beliebig er=

weitert werden.

Nach Anzielung von D und Ablesung des Binfels & ist bei rechtsläufiger Burudführung auf B auch die Ablefung bei B zu kontrollieren, ob fie der erften Ablejung noch entspricht.



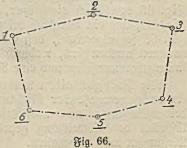
Das Polygonnet und bie Polygonmeffung.

a) Allgemeines.

Bährend in Abschnitt A die Aufnahme von einfachen Flächen mit ben einfachen Silfsmitteln behandelt worden ift, foll jest von Meffungen und Aufnahmen in unübersichtlichem Belande oder von größerer Ausdehnung die Rede fein.

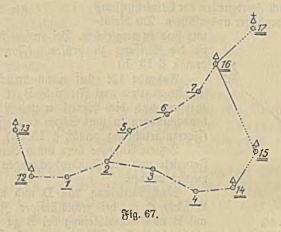
Um umfangreiche Flächen aufgunehmen, muß man der Bermeffung ein Bolngonnet zugrunde legen.

Bierbei unterscheidet man zwischen bem "geschloffenen Bolngon", das ift ein Bolngonzug, beffen Unfangs= und Endpuntt zusammenfallen (Fig. 66), und angeschlossenen Bolngon= gügen (Fig. 67), deren Anfangs- und Endpuntt an icon befannte Bunfte an-



schließen und meist dort angewendet werden, wo sich die Aufmessung einer Flur auf ein trigonometrisches Netz stütt. Sie bilden dort die Verbindung zwischen dem trigonometrischen Netz und der Kleinausnahme. Aber auch als Verbindungszüge im geschlossenn Polygon kommen sie vor (Fig. 71).

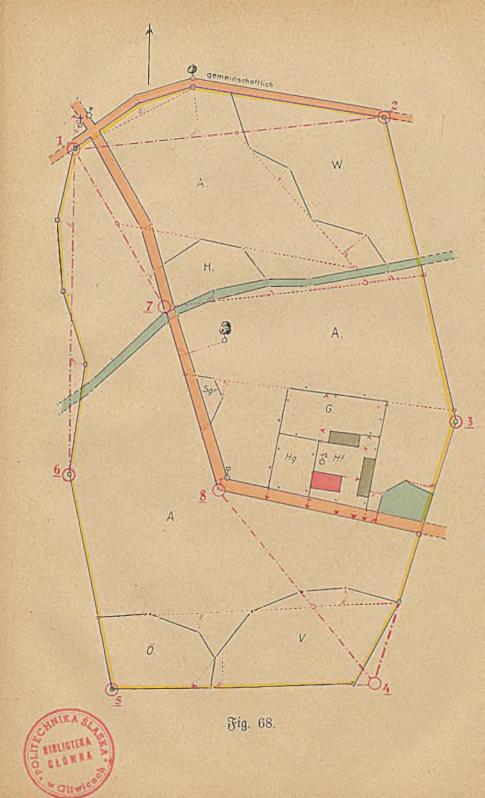
Bei Verwendung eines Polygons für die Kleinausnahme hat man sowohl die Polygonseiten als auch die Polygonwinkel zu messen, um aus beiden Wessungen diesenigen Berechnungen auszuführen, die die rechtwinkligen Koordinaten der Polygonpunkte entweder in bezug auf ein besiehig gewähltes oder ein bereits vorhandenes Koordinatenshiftem ergeben.

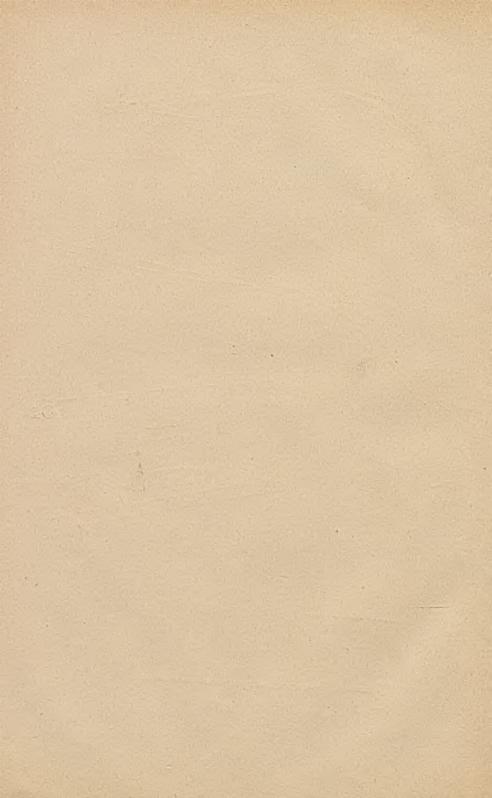


Auf das Polygonnetz, dessen men nicht allzu ungleich wählt, baut man für die Kleinaufnahme das Liniennetz auf. Während nach Fig. 42 die Aufnahme des Grundstücks rein linear auf Grund von kombinierten Koordinatenspstemen erfolgt, kann dieselbe Fläche besquemer auch polygonometrisch aufgewommen werden, wie Fig. 68 darstellt. Die polygonometrische Ausnahme wird vorzuziehen sein, wenn das Gelände wellig und für lange Linienkonstruktionen unübersichtlich ist.

Die Aufnahme gestaltet sich nach Legung des Polygonnetzes in Fig. 68 erheblich einfacher, als bei der Linearkonstruktion der Fig. 42, wie ein Vergleich beider Figuren zeigt. Das Polygonnetz ist in Fig. 68 so angeordnet, daß Grenzknickpunkte als Polygonpunkte angenommen worden sind, wodurch mehrere Polygonseiten mit den Grenzlinien zusammensallen und eine Keihe von Kontrollmessungen erspart wird.

Die Polygonseiten werden wegen ihrer Bedeutung stets doppelt (in entgegengesetzter Richtung) gemessen. Der Unterschied zwischen beiden Messungen wird nach Tasel 1 des Anhanges in bezug auf die Zuslässeit der Abweichung geprüft. Das arithmetische Mittel beider Messungen wird angehalten.





Die Polygonwinkel werden ebenfalls zweimal (in jeder Fern= rohrlage einmal) gemeffen.

Much für die Winkelmessung ist amtlicherseits eine Grenze ber höchstens zulässigen Fehler festgesetzt worden und zwar 1,5 /n, worin n die Anzahl der "Brechungswinkel"*) im Bolygon bezeichnet. In Tafel 3 des Anhanges ist ein Auszug aus der amtlichen Fehlertafel abgedruckt. Bewegt sich der Fehler in der Summe der Brechungswinkel innerhalb der erlaubten Grenzen, fo wird er gleichmäßig auf alle Bintel verteilt. Anderenfalls ift Nachmessung erforderlich, da mit einem gröberen Winkelfehler zu rechnen ift.

b) Einführung in die Roordinatenberechnung.

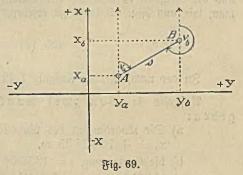
Bevor die Berechnungsart eines Polygons ober Polygonzuges erläutert werden kann, ist es notwendig, die Grundformeln der Landmeffung für Buntt=

berechnungen im rechtwinkligen Roordinatensystem fennen zu lernen.

In Fig. 69 find die beiden Buntte A und B durch ihre Roordinaten gegeben.

Die Koordinaten von A feien ya und xa, diejenigen von B feien yb und xb.

Den Winfel va bezeichnet man als "Azimut", "Nei= gung" ober "Reigungswinfel" der Richtung AB,



ben Binkel v_b als Azimut oder Neigung der entgegengesetten Richtung BA. Wie aus der Fig. 69 zu ersehen ist, gilt dann als Definition für die Neigung folgender Sat:

Die Neigung ober bas Ugimut einer Strede AB baw. BA bezeichnet benjenigen Wintel, ben eine zur positiven Richtung ber Ab-fziffenachse burch ben Anfangspuntt A ober ben Endpuntt B ber Strede gezogene Parallele durchlaufen muß, bis fie mit der Strede AB bam. BA zujammenjällt.

Wenn die Absziffenachse, also auch die Parallele zu ihr, mit der Rordrichtung gusammenfällt, fo befiniert man furg:

Die Neigung oder das Azimut einer Strecke ist derjenige Winkel, den die Nordrichtung rechtsdrehend mit der Richtung dieser Strecke bildet.

^{*)} Mit Brechungswintel bezeichnet man ben Bintel, ben zwei Bolygonfelten miteinanber bilben.

Die Neigung der Nichtung AB unterscheidet sich von derjenigen der Richtung BA stets um 180°, es ist also:

(1)
$$\nu_b = \nu_a \pm 180^\circ$$
 und $\nu_a = \nu_b \pm 180^\circ$.

Bezeichnet man die Entfernung AB mit s, so ergeben sich aus der Fig. 69 die Koordinatenunterschiede:

(2)
$$y_b - y_a = s \cdot \sin \nu a$$
 and $x_b - x_a = s \cdot \cos \nu_a$

ebenjo (3)
$$y_a - y_b = s \cdot \sin \nu$$
 und $x_a - x_b = s \cdot \cos \nu_b$

Diese Formeln und deren mannigfache Unwendung bilden die Grundgleichungen der Landmessung für die Bunttbestimmungen im rechtwinfligen Koordinatens instem.

Wenn die Koordinaten der beiden Puntte A und B gegeben find und die Neigung va oder die Entfernung s zu berechnen ist, so erhalt

man, wie aus Fig. 69 leicht zu ersehen, die Gleichungen

(4)
$$\lg \nu_a = \frac{y_b - y_a}{x_b - x_a}$$
 und (5) $s = \frac{y_b - y_a}{\sin \nu_a} = \frac{x_b - x_a}{\cos \nu_a}$

In der nachfolgenden Aufgabe 1 ift ein Rechenbeispiel durchgeführt:

Aufgabe 1: Bon zwei Bunkten A und B find ge= geben:

- a) Die Koordinaten des Punktes A mit: y = -10340,94 m, $x_a = +75304,35$ m,
- b) die Entfernung s = 1355,06 m,
- c) die Neigung $\nu_a = 75^{\circ} 45' 20''$.

Gesucht werden die Loordinaten yb und xb des Bunktes B.

Unigabe 2: Die Koordinaten zweier Puntte A und B find gegeben mit:

Wie groß ist die Neigung va und die Entfernung s?

(Zu beachten ist der Quadrant, in dem va liegt; siehe § 18a.) Nach dem Muster dieser beiden Aufgaben sind in der Schule weitere Aufgaben zu stellen und zu üben.

§ 16. Das geschloffene Polygon.

Das geschlossene Polygon (Fig. 66) wird meistens zur Vermeidung umfangreicher Linearkonstruktionen angewendet werden (vgl. § 15 a und Fig. 42 und 68).

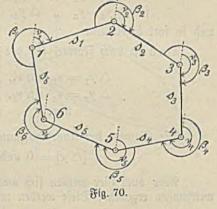
Die Brechungswinkel bes Polygons muffen so gewählt sein, daß von jedem Bunkte die beiden benachbarten frei sichtbar sind. Die Wessung der Winkel geschieht immer im Sinne der Uhrzeigerdrehung, d. h. ausgehend von der Richtung nach dem vorhergehenden Bunkte von

lints nach rechts zur Richtung nach bem folgenden Puntte, wie in Fig. 70

burch Pfeile angedeutet.

Der Theodolit muß genau über dem Scheitelpunkt des zu messenden Winkels aufgestellt sein. Besondere Sorgfalt ist auf Vertikalstellung der Fluchtstäbe auf dem Polygonpunkt zu verwenden. Man wird, wenn irgend möglich, die Polygonpunkte so auswählen, daß die Fußpunkte der Fluchtstäbe gegenseitig sichtbar sind und wird bei der Winkelbeobachtung möglichst biese anschneiden.

Die Fluchtstäbe muffen stets mitten auf dem Polygonpunkt



setten auf dem polygonpuntt selbst aufgestellt oder aufgehalten, sie dürsen nie dahintergestellt werden.

Wie erfolgt nun nach Messung der Winkel und Streden die Berechnung der Koordinaten der Polygonpunkte?

In dem Polygon 1-2-3-4-5-6-1 der Fig. 70 seien die Brechungswinkel β_1 , β_2 , β_3 , β_4 , β_5 und β_6 , sowie die Strecken \mathbf{s}_1 , \mathbf{s}_2 , \mathbf{s}_3 , \mathbf{s}_4 , \mathbf{s}_5 und \mathbf{s}_6 gemessen worden. Die Summe der Brechungswinkel $[\beta]$ müßte $=(\mathbf{n}+2)\cdot 180^{\rm o}$ ergeben. Da wegen der unvermeidlichen Fehler sedoch diese Gleichung nicht erfüllt sein wird, so müssen die Brechungswinkel außgeglichen werden. Man wird hierzu in Tasel 3 des Anhanges die höchstens zulässigen Fehler sestlene und dann die Abweichung der Summe der Brechungswinkel vom Sollwert auf die Brechungswinkel gleichmäßig verteilen.

Hiernach berechnet man die Neigungen ν , wobei die Anfangs= neigung ν_1 beliebig angenommen wird.

Es ift bann:

$$\begin{array}{l} v_1 = v_1, \\ v_2 = v_1 + \beta_2 \pm \pi \ (\text{nach Gleichung (1) im § 15 b)}, \\ v_3 = v_2 + \beta_3 \pm \pi, \\ v_4 = v_3 + \beta_4 \pm \pi, \\ v_5 = v_4 + \beta_5 \pm \pi, \\ v_6 = v_5 + \beta_6 \pm \pi, \ \text{und schliehlich als Frobe} \\ v_1 = v_6 + \beta_1 \pm \pi. \end{array} \right| \pi = 180^{o}$$

Nachdem die Neigungen berechnet worden sind, werden die Koordinatenunterschiede nach den Formeln (2) des § 15 b berechnet.

Wir wollen, wie allgemein üblich, den Koordinatenunterschied

$$y_2$$
— y_1 mit $\triangle y_1$, x_2 — x_1 mit $\triangle x_1$, ferner y_3 — y_2 ,, $\triangle y_2$, x_3 — x_2 ,, $\triangle x_2$

und fo fort bezeichnen.

Dann ift nach Formel (2) bes § 156

Die Summe der Koordinatenunterschiede soll = 0 sein, also $[\triangle y] = 0$ und $[\triangle x] = 0$.

Aber auch hier werden sich wegen der unvermeidlichen Fehler Ab= weichungen ergeben. Diese werden mit fy und fx bezeichnet.

Dann erhält man ben linearen Schluffehler:

$$fs = \sqrt{f v^2 + f x^2}.$$

Dieser Schlußsehler wird nach Tafel 1 des Anhanges mit bem höchstens zulässigen Fehler der Summe [s] der Polygonseiten verglichen.

Die Abweichungen fy und fx werden im Berhältnis der Streden- längen verteilt.

Man erhält bann:

$$\begin{split} \triangle \ \mathbf{y}_1 &= \mathbf{s}_1 \cdot \sin \, \nu_1 - \frac{\mathrm{f} \, \mathbf{y}}{[\mathbf{s}]} \cdot \mathbf{s}_1, \quad \triangle \ \mathbf{x}_1 &= \mathbf{s}_1 \cdot \cos \, \nu_1 - \frac{\mathrm{f} \, \mathbf{y}}{[\mathbf{s}]} \cdot \mathbf{s}_1 \\ \triangle \ \mathbf{y}_2 &= \mathbf{s}_2 \cdot \sin \, \nu_2 - \frac{\mathrm{f} \, \mathbf{y}}{[\mathbf{s}]} \cdot \mathbf{s}_2, \quad \triangle \ \mathbf{x}_2 &= \mathbf{s}_2 \cdot \cos \, \nu_2 - \frac{\mathrm{f} \, \mathbf{y}}{[\mathbf{s}]} \cdot \mathbf{s}_2 \ \text{usw}. \end{split}$$

hierauf werden die Roordinaten der Polygonpunfte berechnet.

y, und x, werden beliebig angenommen:

$$y_1 = y_1$$
 $x_1 = x_1$
 $y_2 = y_1 + \triangle y_1$ $x_2 = x_1 + \triangle x_1$
 $y_3 = y_2 + \triangle y_2$ $x_3 = x_2 + \triangle x_2$
 $y_1 = y_2$

$$y_6 = y_5 + \triangle y_5$$
 $x_6 = x_5 + \triangle x_5$

und zur Probe:

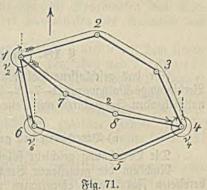
$$y_1 = y_6 + \Delta y_6 \quad x_1 = x_6 + \Delta x_6.$$

§ 17. Der angeschloffene Polygonzug.

Wenn das geschlossene Bolygon allein nicht zur Aufnahme einer Fläche genügt, sondern noch Zwischenpunkte zur bequemeren Aufnahme

eingelegt werden müssen (siehe in Fig. 68 und 71 die Punkte 7 und 8), dann tritt der Fall des "angeschlossenen Polygonzuges" ein (siehe § 15 a), und es müssen bei Wessung des Brechungswinkels 1 auher den Winkel 612 auch der Winkel 217 und bei Wessung des Brechungswinkels 4 auher dem Winkel 345 auch der Winkel 348, sowie die Brechungswinkel 7 und 8 und die Strecken 1—7, 7—8 und 8—4 gemessen werden.

Aus der Berechnung des Polygons 1-2-3-4-5-6-1 find die Reigungen für den Anschluß an Bunkt 1



(entweder die Reigung von 1 nach 2 oder von 1 nach 6) und der Abschluß auf Punkt 4 (entweder die Neigung 4 nach 3 oder 4 nach 5) bekannt oder sie können nach Formel 4 des § 15 b berechnet werden.

Die Berechnung der Koordinaten der Punkte 7 und 8 erfolgt dann ebenso wie für diejenigen der Punkte 1—6. In den Uebungen der Schule werden meist nur Ausnahmen mit Hilfe von geschlossenen Vorstommen und angeschlossene Züge nur innerhalb dieser Polygone. Es sollen aber, für den Fall, daß von den Schülern trigonometrische Punktbestimmungen sür den Anschluß von Polygonzügen ausgeführt werden, die "gestreckten" angeschlossenen Polygonzüge kurz besprochen werden. Die Berechnung ersolgt ebenso wie vorstehend angegeben. In Fig. 67 sind die trigonometrischen Punkte $\frac{1}{2}$, 14 und $\frac{1}{2}$, 16 als Anschlußpunkte sür Polygonzüge vorher festgelegt und deren Koordinaten berechnet. (Die Bestimmung Festlegung] von Dreieckspunkten siehe § 19).

Mls An- und Abschlußpunkte für die Berechnung des Polygonzuges $\frac{\triangle}{\circ}$ 12–1–2–3–4– $\frac{\triangle}{\circ}$ 14 find die Fernpunkte $\frac{\triangle}{\circ}$ 13 und $\frac{\triangle}{\circ}$ 15 gewählt worden. Aus den Koordinaten von $\frac{\triangle}{\circ}$ 12 und $\frac{\triangle}{\circ}$ 13, sowie $\frac{\triangle}{\circ}$ 14 und $\frac{\triangle}{\circ}$ 15 können die An= und Abschlußneigungen ν berechnet werden (Formel 4 des § 15b), worauf die weitere Berechnung der Polygonpuntte 1-4 erfolgt.

Der Anschlußzug $2-5-6-7-\frac{\Delta}{5}$ 16 entspricht dem Verbindungszuge 1-7-8-4 der Fig. 71, der oben besprochen.

Mus Fig. 67 möge noch ersehen werden, daß beim Unschluß des Buges 2 über 5 nach & 16 beliebige Abschlufvisuren (nach & 17 oder & 15) für die Berechnung der Abschlußneigung gewählt werden konnen.

Für Bunft 2 ift die Neigung nach Berechnung des Buges 4 12-1-2-3-4-\$\frac{1}{\circ}\$ 14 bekannt. Man kann sowohl die Neigung von 2 nach 1, als auch von 2 nach 3 als Unschlußneigung für die Berechnung bes Zuges 2-5-6-7-6 16 mählen.

§ 18. Rechenbeifpiele.

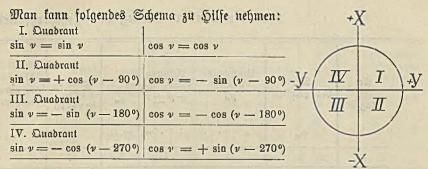
Für das geschlossene Bolygon der Fig. 71 und den angeschlossenen Verbindungs-Polygonzug 1-7-8-4 find die Berechnungen in den beiden nachstehenden Formularen auf Seite 66, 67 und 68 durchgeführt worden.

a) Berechnung des gefchloffenen Polygones.

Die Berechnung geschieht folgendermaßen: Nachdem die gemeffenen Brechungswinkel \beta in Spalte 3 bes vorbereiteten Formulares eingetragen worden sind, wird die Summe der Brechungswinkel gebildet und mit der Solliumme (n + 2) \cdot 180°, hier also $6+2\cdot180^\circ=1440^\circ$ verglichen. Es stellt sich die Disserbard von - 2' heraus. Nach Tasel 3 des Anhanges wird die zulässige Abweichung für 6 Brechungswinkel mit 3,7' ermittelt. Diese 2' = 120" werden gleichs mäßig auf die 6 Brechungswinkel, für jeden also — 20", verteilt. Dann wird der Reigungswintel von 6 nach 1 beliebig angenommen oder aus ber Parallelen zur Nordrichtung (siehe Fig. 71) ungefähr mit dem Trans-porteur ermittelt und in Spalte 4 vorgetragen. Hierauf berechnet man aus ben verbefferten Brechungswinkeln die Neigungen in Spalte 4 nach der im Ropf angegebenen Formel $\nu_n=\nu_{n-1}+\beta\pm\pi$. In Spalte 5 werden die aus 2 Messungen gemittelten Stredenlängen eingetragen und deren Summe [8] gebildet.

Dann erfolgt die logarithmische Berechnung der sin und cos der Neigungswinkel und der Strecken in den Spalten 6 und 7, wobei zu beachten ift, daß die sin und cos in den verschiedenen Quadranten

positiv oder negativ find.



In Spalten 8 und 9 werden sodann die Ordinaten= und Abszissen= unterschiede gebildet (Nlg. der Spalte 7). Nun werden die Summen der Δ y und Δ x gebildet, und in den Spalten 10 und 11 die Koordinaten des Ansangs= und Endpunktes vorgetragen und deren Unterschiede ermittelt.

In unserem Beispiel des geschlossenen Polygons sind die Koordinaten des Anfangspunktes mit 0,0 angenommen. Da Anfangs- und Endpunkt zusammenfallen, sind also auch die Koordinaten des Endpunktes = 0,0, der Sollunterschied der Koordinaten des Anfangs- und

Endpunttes mithin = 0.

Der Sollunterschied wird in den Spalten 8 und 9 mit dem Unterschied der errechneten Koordinatenunterschiede verglichen und der Fehler fy und fx (in unserem Beispiel mit — 0,09 und — 0,42) ermittelt. Daraus wird $fs = \sqrt{fy^2 + fx^2}$ gebildet und in Tafel 1 des Anhanges der höchstens zulässige Fehler für [s] der Spalte 5 aufgesucht. fs ist in unserem Beispiel = 0,13. Der höchstens zulässige Fehler für [s] = 272,50 wird mit 0,38 m aus Tafel 1 ermittelt. Der Fehler fs = 0,13 bewegt sich also in den erlaubten Grenzen.

Feht werden die Fehler fy und fx proportional den gemessenen Längen s auf die einzelnen Koordinatenunterschiede der Spalten 8 und 9 verteilt. Dazu errechnet man sich in Spalte 13 die Faktoren $\frac{fy}{[s]}$ und $\frac{fx}{[s]}$. Dann ist die Verbesserung jedes Ordinatenunterschiedes $v_y = \frac{fy}{[s]} \cdot s$ und jedes Abszissenunterschiedes $v_x = \frac{fx}{[s]} \cdot s$, worin s die zugehörige Strecke

der Spalte 5 ist.

Die verbesserten Koordinatenunterschiede werden nun in die Spalten 10 und 11 eingetragen und für jeden Polygonzug dann die endgültigen Koordinaten berechnet.

b) Berechnung des angeschlossenen Polygonjuges.

Bei Berechnung des Anschlußzuges 2 wird zunächst die Anschluß neigung für Punkt 2 nach Punkt 1 aus der Spalte 4 der Berechnung für das geschlossene Posygon 1 entnommen und in Spalte 3 und 4

Roordinatenberechnung bes gefchloffenen

Nr. des Buges	Nr. des Punktes Pn	Brechungs= wintel \$\beta_n \text{0} ' '' 3	Neigung ν _n =ν _{n-1+} + β ± π ο ' '' 4	Strecke Sn Weter	lg sin ν _n lg s _n Ig cos ν _n	$lgs_n \cdot sin v_n$ $lgs_n \cdot cosv_n$
10071100	6		343 00 00	1500 15		
	1	269 44 00	72 43 40	122, 70	9. 97 996 2. 08 884	2.06880
der Les	2	210 10 00	102 53 20	104, 20	9. 47 263 9. 98 892 2. 01 787	2. 00 679
	3	242 10 00	165 3 00	113, 80	9. 34 842 _n 9. 41 158 2. 05 614	1. 46 772
	4.,	273 35 00	258 37 40	116, 50	9. 98 505 _n 9. 99 139 _n 2. 06 6 33	2. 05 772 _n
	5	205 48 00	284 25 20	108,80	9. 29 487 _n 9. 98 609 _n 2. 03 663	1. 36 120 _n 2. 02 272 _n
	6	238 20 00	343 00 00	97, 30	9. 39 631 9. 46 594 _n 1. 98 811	1. 43 294 1. 45 405 _n
	1				9. 98 060	1. 96 871
	Soli $(n+2) \cdot 180^{\circ} = 6 \cdot 180^{\circ} =$	1440 02 00 1440 00 00	100 Hpm	663, 30 +[8]		
(er	f $eta =$ [aubt nach Tafe	-2 00 - 120"	7,87,43	2512		

Polygones 1 ber Fig. 71.

Ordinaten= unterschied \[\Delta y_n = \\	$\begin{array}{c c} \text{Albizissenunter:} \\ \text{substitution} \\ \text{substitution} \\ \text{+} & - \end{array}$		eter Pn	$\begin{array}{c} \text{Roordinatens} \\ \text{verbefferungen} \\ v_y \text{ und } v_x \\ v_y = \frac{f_g}{[s]} \cdot s \\ v_x = \frac{f_x}{[s]} \cdot s \end{array}$
0	9	10 11	12	13
		0,000,00	00,00 1	$\begin{cases} \frac{\text{fy} \cdot }{[\text{s}]} = -0,00014 \\ \frac{\text{fy}}{[\text{s}]} = -0,00063 \end{cases}$
117, 16	36, 43	+ 117, 14 + 8	36, 35	$\frac{1}{[s]} = -0,00063$
	1 4 4 5	+ 117, 14 + 8	6, 25 2	
101, 58	23, 24	+ 101,57 - 2	3, 31	
E1 2835		+ 218,71 + 1	3,04 3	
29, 36	109, 95	+ 29,35, - 11	0, 02	
2		+ 248,06, 9	6, 98 4	
114, 21	22, 97	114, 232	3, 04	1 1754
		+ 133,83 - 12	0,02 5	
105, 35	27, 10	_ 105,37 + 2	7, 03	1000
W 2 2 2 1		+ 28,46 - 9	2,99 6	
28, 45	93,05	_ 28,46 + 9	2, 99	
248, 10 248, 01	156, 58 156, 16	0000,00 000	0,00 1	
0, 09	0, 42		(Unter-	
6011 0,000	= -0,42	0,00	0,00 fcteb wischen Bunti	
fs = (extaubt nach :	0,43		1 1, 6)	

Koordinatenberechnung des Anschluß-Polygonzuges 2 der Fig. 71.

Nr. des Zuges	g Nr. des Punttes	Brechungs, wintel \$\beta_n	Neigung vn=νn-1+ β ± π	Strede sn Neter	lg sin vn lg sn lg cos vn	lgsn·sinνn lgsn·cosνn	Ordinaten= unterschied	Ablitisenunter- ichied $\triangle x_n = s_n \cdot \cos \nu_n$	Berbesserter Ordinaten= unterschied und Ordinate yn = yn-1 + \$\triangle\$ Yn-1 \tau Meter	fziffe	T Nr. des Punites	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2	7 8	252 43 40 56 20 00 155 40 00 177 00 00 63 20 00	129 3 30 104 43 20 101 43 10	77, 00	9. 30 775 _n	1. 83 462 1. 74 390. 1 87 199 1. 29 155. 2. 02 227 1. 33 916.	68, 33 74, 47 105, 26	- 4 55, 45 - 45 19, 57 - 5 21, 83	+ 74, 47 + 142,80	0 000, 00 - 55, 49 - 55, 49 - 19, 61 - 75, 10 - 21, 88 - 96, 98	7 8	$\frac{fy}{\begin{bmatrix} s \end{bmatrix}} = 0$ $\frac{fx}{\begin{bmatrix} s \end{bmatrix}} = -0,0005$
	3	705 03 40	345 3 00	=[8]		Soll	248, 06 248, 06	96, 85	+ 248, 06	_ 96, 98	(Unter- fcled zwifcen Bunft 1 u. 4)	3
33	Soll	705 3 00	_/	1		fy=	1 11 1	fx = -0.13		1 1 2 2 7	-	- 125 7
-	- 40.	fs=—40'' t nach Tafe	1 3) 3,0'				fs = (I 0,38 erlaubt	0,13 nach Tafel 1)				

vorgetragen, ebenso die Abschlugneigung von Buntt 4 nach Buntt 3

in Spalte 4 eingetragen.

Erstere beirägt in unserem Beispiel 252° 43′ 40″, letztere 345° 3′00″. Aus den Spalten 10 und 11 der Berechnungen für das Polygon 1 (Seite 66) werden sodann die Koordinaten für den Ansangspunkt 1 und den Endpunkt 4 in die Spalten 10 und 11 der Berechnungen für den Anschluß-Polygonzug 2 (Seite 68) eingetragen und der Unterschied der Koordinaten ermittelt. Die weitere Berechnung der Koordinaten für die Punkte 7 und 8 ersolgt dann genau wie vorher unter a angegeben. Die kartenmäßige Darstellung der Punkte durch ihre Koordinaten ist aus Fig. 74 ersichtlich.

§ 19. Trigonometrische Punktbestimmung.

Bei der trigonometrischen Punktbestimmung untersscheidet man zwischen selbständiger Triangulierung und dem Einschalten neuer trigonometrischer Punkte in ein vorshandenes Dreiecksnetz (Kleintriangulierung).

Erstere fommt hier nicht in Frage, da sie über den Rahmen der

Schule hinausgeht.

Die Bestimmung eines Neupunktes auf Grund von bereits durch selbständige Triangulierung bestimmter Punkte kann auf verschiedene Art erfolgen:

a) durch Vorwärtsabschneiden, b) durch Rüdwärtseinschneiden.

Die Wethode des Rückwärtseinschneidens bezeichnet man als die Aufgabe des Snellius, auch wohl als Pothenots Aufgabe, jedoch mit Unrecht, da Snellius die Aufgabe bereits 75 Jahre

vor Pothenot aufgestellt hat (1617).

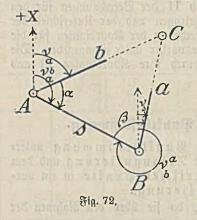
Bur Festlegung von Neupunkten können hier nur die Fälle berücksichtigt werden, in denen nur so viele Größen gemessen werden, wie
zu ihrer eindeutigen Festlegung ersorderlich sind. Man nennt diese Festlegung eine einfache Punktbestimmung im Gegensatzur mehrfachen Punktbestimmung, dei welcher die Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Duadrate in Anwendung kommt, weil durch die überschüssigen Messungen insolge der unvermeidlichen Wessungssehler Widersprüche hervorgerusen werden, die einer Ausgleichung bes
dürsen. Letztere kommt sür die Schule nicht in Frage.

a) Punttbeftimmung durch Bormarisabichneiden.

Die Aufgabe für die Bestimmung eines Punttes durch Bor= wärtsabschneiden lautet allgemein:

Es sind zwei Punkte A und B durch ihre Koordis naten ya, xa und yb, xb gegeben, die Koordinaten y, x des Neupunktes C sind aus diesen zu bestimmen. 2 ö sung (Fig. 72): Auf den gegebenen Puntten A und B werden bie Wintel α und β nach dem Neupuntt C in zwei Fernrohrlagen gemessen (gemäß § 13, 1) und hierauf folgende Berechnungen ausgeführt:

Bir wollen vorweg eine neue Bezeichnung der Neigungen v eins führen. Die Neigung vom gegebenen Buntte A nach dem Reu=



punkt C soll einsach mit ν_a , die von B nach C einsach mit ν_b bezeichnet werden, während die Neigungen zwischen den gegebenen Kunkten A und B die Bezeichnung ν_a^b und diejenige zwischen B und A die Bezeichnung ν_b^a erhalten sollen.

Dann berechnet man gemäß Formel 4 des § 15 b, S. 60:

(1)
$$\operatorname{tg} \nu_{a}^{b} = \frac{y_{b} - y_{a}}{x_{b} - x_{a}} \operatorname{und}$$

(2)
$$AB = s = \frac{y_b - y_a}{\sin \nu_a^b} = \frac{x_b - x_a}{\cos \nu_a^b}$$

Nach dem Sinussatz werden darauf die Seiten AC=b und BC=a ermittelt, denn es ist:

(3)
$$b = \frac{s \cdot \sin \beta}{\sin (\alpha + \beta)}$$
 und $c = \frac{s \cdot \sin \alpha}{\sin (\alpha + \beta)}$.

Aus Fig. 72 ergibt sich:

(4)
$$\nu_a = \nu_a^b - \alpha$$
 and $\nu_b = \nu_b^a + \beta \pm \pi$.

Jett werden die Koordinaten y und x nach den Gleichungen (2) und (3) des § 15 b berechnet, nämlich:

(5)
$$y = y_a + b \cdot \sin \nu_a$$
 und $x = x_a + b \cdot \cos \nu_a$.

Als Proberechnung:

(6)
$$y = y_b + a \cdot \sin \nu_b$$
 and $x = x_b + a \cdot \cos \nu_b$.

b) Punttbestimmung durch Rudwartseinschneiden.

Die Bunktbestimmung durch Rückwärtseinschneiden wird weitaus häufiger angewendet, als die durch Borwärtsabschneiden. Meist aber werden beide vereinigt und man spricht dann von einem "kombisnierien Borwärtsabschneiden und Rückwärtseinschneiden".

Der Neupuntt wird beim Rudwartseinschneiden aus drei gegebenen

Bunkten bestimmt.

Die Aufgabe für die Bestimmung eines Punttes durch Rud = wärt Beinschneiben lautet allgemein:

Es sind drei Punkte A, Bund C — Kirchtürme ober andere trigonometrische Punkte — durch ihre Koordi= naten ya, xa, yb, xb und yo, xo gegeben. Die Koordinaten des Neupunktes D sind aus diesen zu bestimmen.

Lösung (Fig. 73): Auf dem neu zu bestimmenden Buntte D werden die Winkel a und β nach den gegebenen Buntten A, C und B durch Sathbeobsachtungen (drei Säte) gemessen (siehe § 13, 2).

Der Grundgedanke der Lösung der Aufgabe besteht nun in der Berechnung des Vierecks ADBC, von dem gegeben sind die Seiten AC=a, BC=b und der Winkel $\gamma+\delta$ mittelbar und die Winkel α und β un mittelbar.

Die Berechnung gestaltet sich dann folgendermaßen:

Bunachst werden die Neigungen der Seiten a und b berechnet nach:

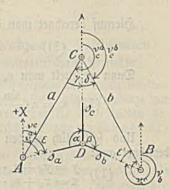


Fig. 73.

(1)
$$\operatorname{tg} \nu_{o}^{n} = \frac{y_{n} - y_{c}}{x_{n} - x_{c}}$$
 und $\operatorname{tg} \nu_{o}^{b} = \frac{y_{b} - y_{c}}{x_{b} - x_{c}}$

Danach werden die Seiten a und b berechnet nach:

(2)
$$a = \frac{y_a - y_c}{\sin \nu_c^a} = \frac{x_a - x_c}{\cos \nu_a^a}$$

(3)
$$b = \frac{y_b - y_c}{\sin v_c^b} = \frac{x_b - x_c}{\cos v_c^b}$$
.

Aus Gleichung (1) werden va und vb berechnet, woraus man

(4)
$$\gamma + \delta = \nu_{o}^{a} - \nu_{o}^{b}$$
 erhält.

Mach § 15 b ist (5) $v_a^a = v_a^a \pm 180^o$ und $v_b^c = v_a^b \pm 180^o$.

Jest find die Silfswinkel e und e' zu ermitteln.

Es ist (6)
$$\frac{\varepsilon + \varepsilon'}{2} = 180^{\circ} - \frac{\alpha + \beta + \gamma + \delta}{2}$$
. Nach bekannten

Formeln der Trigonometrie ift:

(7)
$$\lg \frac{\varepsilon - \varepsilon'}{2} = \lg \frac{\varepsilon + \varepsilon'}{2} \cdot \operatorname{cotg}(45^0 + \eta),$$

worin n zu berechnen ift aus

(8)
$$\operatorname{tg} \eta = \frac{\frac{a}{\sin \alpha}}{\frac{b}{\sin \beta}} = \frac{a \cdot \sin \beta}{b \cdot \sin \alpha}.$$

Dann erhält man $\frac{\varepsilon-\varepsilon'}{2}$ und hieraus aus der Gleichung (6):

(9)
$$\varepsilon = \frac{\varepsilon + \varepsilon'}{2} + \frac{\varepsilon - \varepsilon'}{2}$$
 und (10) $\varepsilon' = \frac{\varepsilon + \varepsilon'}{2} - \frac{\varepsilon - \varepsilon'}{2}$.

Hierauf berechnet man die Neigungen va und vb aus:

(11)
$$\nu_{\rm n} = \nu_{\rm n}^{\rm o} + \varepsilon$$
 und $\nu_{\rm b} = \nu_{\rm b}^{\rm o} - \varepsilon'$.

Dann ermittelt man sa und sb nach dem Sinusfat:

(12)
$$s_a = a \cdot \frac{\sin (\alpha + \epsilon)}{\sin \alpha}$$
, $s_b = b \cdot \frac{\sin (\beta + \epsilon')}{\sin \beta}$.

Und schließlich werden die Koordinaten y und x von D doppelt berechnet aus:

(13)
$$y = y_a + s_a \cdot \sin \nu_a$$
 and $y = y_b + s_b \cdot \sin \nu_b$
 $x = x_a + s_a \cdot \cos \nu_a$ and $x = x_b + s_b \cdot \cos \nu_b$.

Nach Berechnung der Koordinaten für D kann man auch die Strecke

DC = so berechnen, wie bei Gleichung (12).

Die Aufgaben der trigonometrischen Bunktbestimmung gehören zu den lehrreichsten Aufgaben der praktischen Geometrie unter der Boraussetzung gründlicher Kenntnisse der Trigonometrie. Sie sind deshalb für die praktische Anwendung der Trigonometrie von den Schülern besonders gründlich zu üben.

Die Schüler werden bei Durchführung dieser Aufgaben durch bes fonders gründliche Winkelmessung auch bald eine große

Bertrautheit mit der Handhabung des Theodolits erlangen.

Boraussezung für die Bestimmung von Neupuntten ist natürlich das Borhandensein geeigneter, durch die Landesaufnahme bestimmter trigonometrischer Puntte (Kirchtürme, trigonometrischer Marksteine u. dgl.), deren rechtwinklige Koordinaten bereits

berechnet sind.

Da das ganze Reich mit einem Netz trigonometrischer Punkte überspannt ist, deren Koordinaten berechnet und in amtlichen Verzeichnissen zusammengestellt sind, so ist auf den Katasterämtern, Regierungen und Landeskulturbehörden (Kulturämtern) zu erfahren, welche Punkte im Vereich der einzelnen Schulen für Neubestimmung von trigonometrischen Punkten in Frage kommen. Weist sind die rechtwinkligen Koordinaten solcher Punkte aus den durch die Landesaufnahme veröffentlichten geosgraphischen Koordinaten solcher Punkte aus den durch die Landesaufnahme veröffentlichten geosgraphischen Koordinaten solcher Verchnet und können für die Berechnung von Neupunkten sosort benutzt werden*).

Sind erft einige Neupuntte durch die Schule sestgelegt, jo können diese wieder als Unterlage für die Bestimmung anderer Buntte Ber-

^{*)} Die Umwandlung der geographischen Koordinaten der Landesaufnahme in rechtwinklig sphärische Koordinaten geht über den Rahmen der Schule hinaus.

wendung finden. Vorbedingung hierfür ist eine dauerhafte unter. irdische Bermarkung (durch sentrecht gestellte Drainröhren ober Flaschen) und sorgfältiges Ginmessen von festen Grenzen, um Die Neupuntte jederzeit auffinden zu tonnen.

§ 20. Kartierung ber burch Koordinaten bestimmten trigonometrifchen und polygonometrifchen Buntte.

Im § 7 ift die Kartierung einfacher Aufnahmen befprochen worden. Bahrend für diefe nur die gemeffenen Linien allein als Grundlage gur Kartierung dienten, bildet für die durch rechtwinklige Koordinaten beftimmten trigonometrifchen und polygonometrifchen Buntte ein Duabrat= net die Grundlage.

Das Quadratnetz, dessen Seiten den Koordinatenachsen parallel sind, wird über den Kartenbogen gezeichnet, nachdem der Maßstab, in welchem die Aufnahme aufgetragen werden foll, feftsteht. Die einzelnen

Quadratseiten werden 1 Degimeter lang gemacht*).

Bur Anfertigung bes Nebes gieht man in Blei die Diagonalen bes Beichenbogens, trägt auf ihnen vom Schnittpuntt aus gleiche Längen ab und erhalt durch die Berbindung der vier fo bestimmten Endpunkte ein Rechted. Auf diesen vier Rechtedseiten tragt man die Quadratnetteilung forgfältig ab und verbindet die gegenüberliegenden, zugehörigen Teilpunkte **). Dadurch erhalt man ein Net von Quadraten, deren nach Norden gerichtete Seiten die Absziffenachse und die zu dieser fentrecht stehenden die Ordinatenachse barftellen.

Man beziffert diese Achsen mit runden Bahlen im Zwischenraum der berechneten Roordinaten, entsprechend der Lange des Dezimeters in dem bestimmten Magstab, und fann dann innerhalb der einzelnen Quadrate die trigonometrischen und polygonometrischen Bunkte nach ihren Koordinaten leicht auftragen und zwar wird man sie zunächst als Schnitte zweier Bleilinien zeichnen, um sie später nach Prüfung durch feine Zirkel-

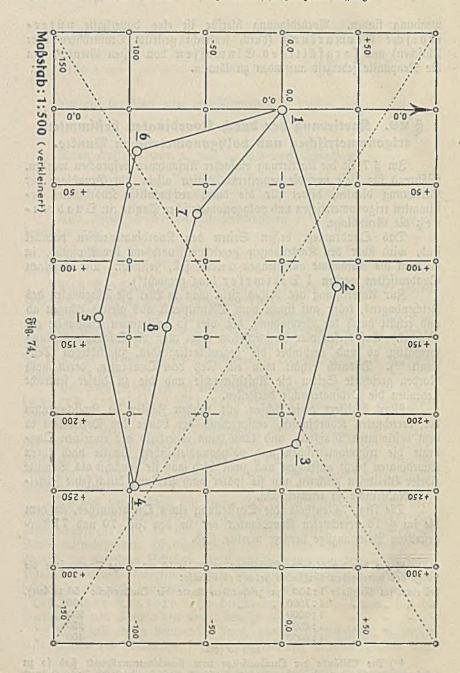
oder Radelstiche zu fennzeichnen.

Die Fig. 74 enthält die Darstellung eines Quadratnehes, in dem die im § 18 berechneten Koordinaten der in den Fig. 70 und 71 dars gestellten Bolngonzüge fartiert worden find.

^{*)} In ben verschiedenen Dafftaben wird bie 10 cm lange Quadratseite bie Lange des betreffenden Magftabes haben; es ift alfo:

und"fo fort. "

^{**)} Die Abstände der Quadratfeiten bom Koordinatennullpuntt find fo gu wählen, daß sie bei den Makstäben 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:2500, 1:4000 durch 50, 100, 200, 250 und 400 ohne Rest teilbar sind.



Sind die Punkte ausgetragen, so verbindet man sie durch Bleilinien und prüft deren Längen. Bis auf unwesentliche Abweichungen*) müssen die Längen mit den gemessenen Längen übereinstimmen. Erscheinen größere Abweichungen, so muß das Duadratnet und die Austragung der Punkte nach Koordinaten nachgeprüft werden. Darnach trägt man auf den Polygonseiten die bei der Aufnahme gemessenen Maße für die Bindepunkte (Kleinpunkte) (siehe § 5b) ab und daran anschließend das weitere Liniennetz auf und versährt dann mit der Kartierung der Einzelausnahme und der weiteren Bearbeitung der Karte wie in den §§ 7 und 8 angegeben.

Bei Ausarbeitung der Karte ist zu beachten, daß die Schnittpunkte der Quadratnetzeiten vor dem Ausziehen in blaßschwarzer Tusche mit einem kleinen Kreis umgeben werden und daß die Quadratnetzeiten nur bis scharf an den Außenrand der kartierten Fläche ausgezogen werden. Die innere Fläche bleibt stei von Quadratnetze und Wessungslinien, um die Aufnahme nicht zu verundeutlichen. Die Quadrate werden im Inneren nur, wie aus Fig. 74 zu ersehen, durch kleine Kreise, von denen etwa 5 cm (des Kartenmaßstades) lange Linien ausgehen, anges deutet. Ebenso werden die Wessungslinien nur durch 5 cm lange Linien an ihren Ansangs, Ends und Schnittpunkten angedeutet.

Nach den amtlichen Bestimmungen mussen auch die Koordinaten der Kleinpunkte berechnet und kartiert werden. Da dies aber über den Kahmen der Schule hinausgeht, wird von der Darstellung der Be-

rechnungsart der Rleinpunft=Roordinaten hier abgesehen.

§ 21. Abstedung von Rreisbogen mit Silfe bes Theodolits.

1. Abstedung der Bogen-Sauptpunkte.

Beim Absteden von Kreisbögen in Verbindung mit geraden Linien unterscheidet man die Hauptpuntte und die Einzel= oder Klein= puntte des Kreisbogens.

Es gibt drei Hauptpunkte und beliebig Agviele Kleinpunkte. Die drei Hauptspunkte sind die beiden Berührungsspunkte des Kreisbogens mit den Tangenten und der Scheitel, d. i. die Mitte des Bogens zwischen den Berührungspunkten.

Alle zwischen diesen drei Hauptpunkten liegenden Punkte des Kreisbogens werden Einzel= oder Kleinpunkte des Bogens genannt.

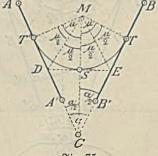


Fig. 75.

^{*)} Das bei der Priifung abgegriffene Maß darf höchstens um das Underthalbs sache der in Tasel 1 des Anhanges enthaltenen Abweichungen, sofern dies weniger als 0,3 m beträgt, um dieses Maß von dem gemessenen Maß verschieden sein.

Aufgabe 1. Die abgesteckten Geraden AA' und BB' sollen durch einen Bogen mit einem bestimmten Halb=messer r verbunden werden. Der Schnittpunkt der Geraden ist zugänglich. Die drei Hauptpunkte T, T' und Ssind zu bestimmen.

Lösung (Fig. 75): Man bringt die beiden Geraden AA' und BB' zum Schnitt im Punkte C und mißt mit dem Theodolit den Winkel $ACB=\alpha$ in zwei Fernrohrlagen.

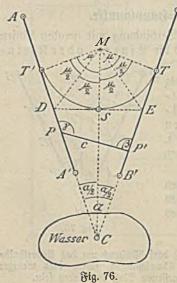
Dann ift:
$$CT = CT' = \frac{r}{\operatorname{tg}^{\alpha}/_{2}} = r \cdot \cot g \frac{\alpha}{2}$$
,
$$CD = CE = CT - ET = CT - r \cdot \operatorname{tg} \frac{\mu}{2}$$
,
$$\mu = 90^{\circ} - \frac{\alpha}{2}$$
.

S stellt den Mittelpunkt von DE dar und wird örtlich abgesetzt.

$$DE = DS + SE = 2r \cdot tg \frac{\mu}{2},$$

$$CS = CM - r = \frac{r}{\cos \mu} - r = \frac{r}{\sin \frac{\alpha}{2}} \left(1 - \sin \frac{\alpha}{2}\right).$$

Es können also abgesetzt werden die Längen CT, CT' und CS-Letztere auf der Halbierungslinie des Winkels a von C aus. S muß hierbei auf die Mitte von DE treffen.



Ausgabe 2. Die abgesteckten Geraden AA' und BB' sollen durch einen Kreisbogen mit dem bestimmten halbmesser roerbunden werden. Der Schnittpunkt der Geraden ist unzugängzlich (fällt 3. B. in einen Teich oder dergl.). Die drei hauptpunkte sind zu bestimmen.

Lösung (Fig. 76): Man wählt auf AA' und BB' zwei beliedige Punkte P und P', mißt die Verbindungslinie PP'=c und die Winkel $BP'P=\beta$ und $APP'=\gamma$.

Dann ist:

$$\alpha = \beta + \gamma - \pi$$

und nach bem Sinusfat:

$$C P' = c \cdot \frac{\sin \gamma}{\sin \alpha}$$

$$C P = c \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$$

$$P' T = \frac{r}{tg \frac{\alpha}{2}} - C P' = r \cdot \cot g \frac{\alpha}{2} - \frac{c \cdot \sin \gamma}{\sin \alpha}$$

$$P T' = \frac{r}{tg \frac{\alpha}{2}} - C P = r \cdot \cot g \frac{\alpha}{2} - \frac{c \cdot \sin \beta}{\sin \alpha}$$

$$E P' = P'T - E T = P' T - r \cdot tg \frac{\mu}{2}$$

$$D P = P T' - D T' = P T' - r \cdot tg \frac{\mu}{2}$$

$$\text{morin } \mu = 90^{\circ} - \frac{\alpha}{2} = 90^{\circ} - \frac{(\beta + \gamma - \pi)}{2}$$

Man setzt also die Strecken EP' und DP von P' und P aus auf P'T und PT', die eben berechnet sind, ab und halbiert ED in S. Als Probe erhält man SM=r.

Als Uebungsaufgaben für die beiden vorstehend gegebenen Lösungen sind den Schülern verschiedene Halbmesserlängen im Zwischenraum von 100 bis 500 m anzugeben.

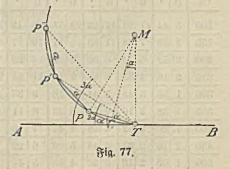
2. Abstedung der Bogen-Rleinpuntte.

Ein in der Pragis beliebtes Verfahren, das schnell zum Ziele führt, ist die Ubstedung durch Peripheriewintel mit hilfe eines

20 m = Stahlmaßbandes.

Aufgabe: Die Tangente AB eines Kreisbogens mit bestimmtem Halbmesser rund der Tangentenbe-rührungspunkt T sind örtlich abgesteckt. Es sollen die Einzelpunkte des Kreisbogens durch Perispheriewinkel und mit einem 20 m = Stahlmeß = band bestimmt werden.

Lösung (Fig. 77): Wenn die Buntte P, P', P'' ... unter fich



gleich en Abstand haben, so sind auch die Peripheriewinkel, welche die Sehnen PT, P'T, P"T... miteinander bilden, einander gleich und auch gleich dem Sehnentangentenwinkel PTA.

Bezeichnet man die Sehnen PT, PP', P'P" mit a und die Peripheriewinkel mit α , so hat man, wie aus Fig. 77 ersichtlich:

$$\sin \alpha = \frac{a}{2r'}$$

da der Sehnentangentenwinkel PTA gleich ist dem halben Zentriwinkel TMC über der Sehne a.

Hieraus berechnet man α für die Länge $a=20\,\mathrm{m}$ und den gegebenen Halbmeiser r und verfährt dann folgendermaßen:

Man stellt den Theodolit über T auf, stellt den berechneten Winkel α mit dem linken Schenkel T A ein und winkt den vorderen Richtstad des von T in der Richtung nach P straff gezogenen 20 m = Stahlmeßbandes ein. Damit ist der Kunkt P, der verpfählt wird, sestgelegt. Nun läßt man den hinteren Richtstad des Weßbandes auf P stellen und das Weßband in der Richtung nach P' straff anziehen, stellt den Winkel 2α (immer mit dem linken Schenkel T A) im Theodolit ein und winkt den vorderen Richtstad ein. Damit ist der Punkt P' bestimmt, der ebenfalls verpfählt wird.

So fährt man fort, indem man für Punkt P'' den Winkel 3α einstellt und den vorderen Richtslab einwinkt und P'' verpfählt. Auf dieselbe Art legt man fortschreitend mit den Winkeln 4α , 5α usw. alle erforderlichen Punkte P sest.

Für die Sehnenlängen $a=20\,\mathrm{m}$ find die Peripheriewinkel α , $2\,\alpha$, $3\,\alpha$ usw. für die Halbmesser 100-500 in Abständen von $50\,\mathrm{m}$ nachstehend zusammengestellt.

Halb= messer	TI,	a	2	a	3	a	4	α	5	а	6	а	7	а	8	α	9	а	10	a
Tm	0	1	0	1	0	1	0	1	0	,	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
100	5	44	11	29	17	13	22	57	28	42	34	26	40	10	45	55	51	39	57	24
150	3	49	7	39	11	28	15	17	19	7	22	56	26	45	30	35	34	24	38	14
200	2	52	5	44	8	36	11	28	14	20	17	12	20	04	22	56	25	48	28	40
250	2	18	4	35	6	53	9	10	11	28	13	45	16	3	18	20	20	38	22	55
300	1	55	3	19	5	11	7	38	9	33	11	28	13	22	15	17	17	12	19	06
350	1	38	3	16	4	55	6	33	8	11	9	49	11	28	13	06	14	44	16	22
400	1	26	2	52	4	18	5	44	7	10	8	36	10	02	11	28	12	54	14	20
450	1	16	2	33	3	49	5	06	6	22	7	38	8	55	10	11	11	28	12	44
500	1	09	2	18	3	26	4	35	5	44	6	53	8	01	9	10	10	19	11	28

Es wird eine gute Übung für die Schule sein, Berechnungen von Peripheriewinkeln für dazwischen liegende Radien auszuführen, in gleiche Taselsvrm zu bringen und sie bei Absteckungsarbeiten zu verwenden.

§ 22. Abstecken von Bogen-Aleinpunkten durch rechtwinklige Koordinaten ohne Theodolit.

Ohne Benutung des Theodolits wird die Absteckung von Bogen = Rleinpunkten durch rechtwinklige Koordinaten von der Tangente aus auf einsache Art bewirkt.

Man unterscheidet zwei Arten von Absteckungen:

- a) Die Abstedung mit ganzen, unter sich gleichen Abszissenabständen (von 5 oder 10 m).
- b) Die Absteckung durch gleiche Bogenlängen (von 5 oder 10 m).

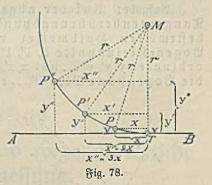
a) Die Abstedung mit gleichen Abfgiffenabftanden.

Aufgabe: Auf der abgestedten Geraden AB ist der Tangentenberührungspunkt Teines Areisbogens mit

bestimmtem Halbmesser r gegeben. Es sollen die Bogen=Aleinpunkte P, P', P"... burch die rechtwink= ligen Roordinaten y, y', y"... und x, x', x"... in bezug auf die Tangente TA als Ab= stissenachse bestimmt werden.

Lösung (Fig. 78): Man mißt auf der Abszissenachse TA, von T aus unter sich gleiche Strecken x ab, so daß x' = 2x, x'' = 3x usw.

Dann berechnet man nach bem Pythagoreischen Lehrsag:



(1)
$$r^2 = x^2 - (r - y)^2$$
, woraus folgt:

(2)
$$y = r - \sqrt{r^2 - x^2} = r - \sqrt{(r + x) r - x}$$

Für diejenigen Werte von x, die im Vergleich zur verhältnismäßig klein sind, kann man die Formel in eine Reihe entwickeln:

$$\sqrt{r^{2}-x^{2}} = r \sqrt{1-\frac{x^{2}}{r^{2}}}$$

$$\sqrt{1-\frac{x^{2}}{r^{2}}} = \left(1-\frac{x^{2}}{r^{2}}\right)^{\frac{1}{2}} = 1-\frac{1}{2}\frac{x^{2}}{r^{2}} - \frac{1}{8}\frac{x^{4}}{r^{4}} - \frac{1}{16}\frac{x^{6}}{r^{6}} - \frac{5}{128}\frac{x^{8}}{r^{8}} - \dots$$

Durch Zusammensaffung mit Gleichung (2) erhält man bann:

(3)
$$y = \frac{x^2}{2r} + \frac{x^4}{8r^3} + \frac{x^6}{16r^5} + \frac{5 \cdot x^8}{128r^7} + \dots$$

Für manche Absteckungen mit kleinen Abszissen kann man in bieser Gleichung die Glieder vom 3. Gliede ab vernachlässigen, so daß man dann na herung weise erhält:

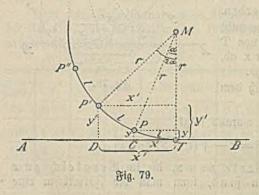
(4)
$$y = \frac{x^2}{2r} + \frac{x^4}{8r^3}$$

ebenso $y' = \frac{x'}{2r} + \frac{x'^4}{8r^3}$
 $y'' = \frac{x''}{2r} + \frac{x''^4}{8r^3}$

Da die Berechnungen für y nach Formel (3) in der Prazis umständlich ist, hat man Hilfstafeln aufgestellt, aus denen für gleichmäßig wachsende Abstisssen und für bestimmte Halbmesser die zugehörende Ordinaten y entnommen werden können.

b) Die Abstedung durch gleiche Bogenlängen.

Aufgabe: Auf der abgesteckten Geraden AB ist der Tangentenberührungspunkt Teines Areisbogens mit bestimmten Halbmeiser r gegeben. Es sollen die Bogen=Aleinpunkte P, P', P' ... durch rechtwinklige Rosordinaten y, y', y''... und x, x', x''... so abgesteckt werden, daß die Bogenstücke TP, PP'... eine gegebene Länge 1 haben.



Löfung (Fig. 79): Man berechnet zuerst den zu der gegebenen Bogenlänge l gehörenden Zentriwinkel a aus:

$$\alpha = \varrho \cdot \frac{1}{r}$$
.

Hierin ist e ein kons stanter Faktor, den man nach folgenden Erwägungen ers mittelt hat:

Nach einem befannten Sate verhält sich der Kreisteil I zum ganzen Kreisumfang

2 r π wie der Zentriwinkel a des Kreisteiles l zum ganzen Zentriwinkel 360°, alfo:

$$1:2 \text{ r } \pi = \alpha:360^{\circ}.$$

Daraus ergibt fich:

$$1 = \frac{2 \operatorname{r} \pi \cdot \alpha}{360^{\circ}} = \frac{2 \operatorname{\pi}}{360^{\circ}} \cdot \alpha \cdot \operatorname{r}$$
$$\alpha = \frac{360^{\circ}}{2 \operatorname{\pi}} \cdot \frac{1}{\operatorname{r}}.$$

Der Faktor $\frac{360^{\rm o}}{2\,\pi}$ wird mit ϱ bezeichnet und ist mit $57.296^{\rm o}$ beseichnet worden.

Her Zentriwinkel a berechnet, so ergeben sich die Koordinaten y, y', y'' ... und x, x', x'' ... der Punkte P, P', P'' ..., wie aus der Fig. 79 ersichtlich, mit:

$$y = r - r \cdot \cos \alpha$$
 und $x = r \cdot \sin \alpha$
 $y' = r - r \cdot \cos 2 \alpha$ $x' = r \cdot \sin 2\alpha$
 \vdots ufw.

Allgemein: $y = r - r \cdot \cos n \cdot \alpha$, $x = r \cdot \sin n \alpha$,

worin für n der Reihe nach die Werte 1, 2, 3 ... gesetzt werden.

Auch für diese Absteckung sind Tafeln berechnet worden, aus denen man die Werte für y und x entnehmen kann.

Für Schülerübungen wird man derartige Tafeln nicht benuten, da bei den Schülern Messung und Rechnung stets Hand in Hand gehen mussen und die Schüler gleichzeitig Gewandheit im Gebrauch der Logarithmentaseln ersangen sollen.

Abschnitt II.

Die geometrische und trigonometrische Höhenmessung.

A. Die geometrische Söhenmessung.

§ 23. Allgemeines.

Unter Höhenmessung oder Nivellieren, auch Einswägen genannt, versteht man die Ermittelung des Höhenunterschiedes verschiedener Geländepunkte oder die Aufnahme von Längens und Querprofilen eines bestimmten Geländes.

Man unterscheibet drei verschiedene Arten von Sohenmefjungen:

- 1. die geometrische Höhenmessung oder das geometrische Nivellement,
- 2. die trigonometrische Sohenmessung und
- 3. die physikalische ober barometrische Söhenmessung. Sadowsti, Bermessunge

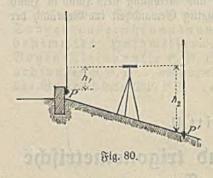
Die drei Arten sind nach ihrem Genauigkeitsgrade geordnet. Die geometrische Höhenmessung ist die genaueste Methode zur Feststellung von Höhenunterschieden, die trigonometrische die weniger genaue. Die Genauigkeit der barometrischen Höhenmessung aber ist im Bergleich zu den beiden anderen Methoden so gering, daß diese Höhenmessung hier nicht besonders behandelt werden kann. Sie ist Gegenstand des physikalischen Unterrichts.

Im mathematischen Schulunterricht werden nur die beiden ersten Urten von Höhenmessung zu üben sein.

Die Höhe oder Kote eines Punktes ist sein lotrechter Abstand vom Meeresspiegel, als dessen Höhe wiederum der Rull= punkt des Amsterdamer Pegels angenommen wird. Den Rul= punkt bezeichnet man mit "Normal Rull", abgekürzt N. N.

Un ber Sternwarte in Berlin ist genau 37,00 m über bem Rullpunft bes Umsterdamer Begels ein Normalhöhenpunkt fest=

gelegt, der als Ausgangspuntt für alle amtlichen Höhenmessungen gilt.



Von der Landesaufnahme in Preußen ist das ganze Staatsgebiet mit einem an diesen Normalhöhenspunkt angeschlossenen Nivellesmentsnehmen Baschlossenen Worden. Dasdurch ist eine große Anzahl von Festpunkten geschaffen, die durch Höhen marken dauernd festgelegt und deren Höhen in amtlichen Berzeichnissen zusammengestellt sind. Die Festlegung der Festpunkte ist durch

eiserne Bolzen erfolgt, die entweder in ein Mauerwert oder in dauerhaft versenkte Steine (namentlich an Chaussen) eingelassen sind.

Um die Höhe irgendeines Geländepunktes über N. N. zu messen, werden die lotrechten Abstände dieser Punkte von einer wagerechten Ziele ach se gemessen, wie Fig. 80 dies schematisch zeigt.

Der Höhenunterschied h zwischen der Höhe des Punktes P und der des Punktes P' ist $h=h_2-h_1$. Wit Hilse des Höhenunterschiedes h berechnet man die N. N. Größe H_p , des Punktes P' aus der gegebenen N. N. Höhe H_p des Punktes P mit: $H_{p_r}=H_p+h$.

Bei Schülerübungen wird selten an einen Festpunkt über N. N. angeschlossen werden können. Dann genügt es, wenn von einem sesten Bunkte (Treppenabsat, Mauerkante, sestem Stein oder dergl.) ausgegangen wird, dessen Höhe beliebig anzunehmen ist.

Bevor das Nivellieren ausführlicher besprochen werden wird, soll zunächst das Nivelliergerät näher betrachtet werden.

§ 24. Die jum Nivellieren erforderlichen Gerate.

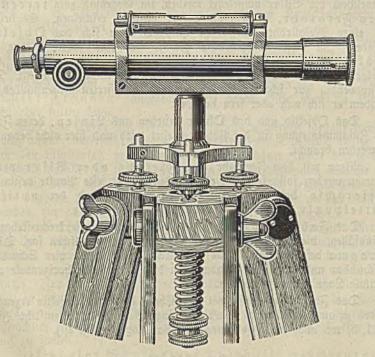
Bum Rivellieren find erforderlich:

- 1. Berate, mit benen wagerechtes Bielen ermöglicht wird,
 - 2. Mäßstäbe zum Deffen der lotrechten Abstände von der wagerechten Ziellinie.

Als das gebräuchlichste Gerät zu 1 dient das Nivellier = instrument, als Maßstäbe zum Messen der lotrechten Abstände dienen die Nivellierlatten.

a) Das Nivellierinftrument.

Das Nivellierinstrument besteht aus dem Unterbau, dem Fernrohr und der Libelle. Es wird beim Gebrauch auf einem



3ig. 81.

Stativ (Dreifußstativ) besestigt. Die Abbildung (Fig. 81) stellt ein Rivellierinstrument mit festem Fernrohr dar, wie es für Schuls zwecke ausreichend ist. Andere Arten werden hier nicht beschrieben.

1. Der Unterbau.

Der Unterbau besteht aus den Fußschrauben, die mit einer Fußplatte sest verbunden sind, und einer Borrichtung, die das Fernrohr ausnimmt. Lettere besteht aus einer Büchse, in der sich ein Zapfen um seine Uchse, d. i. die Steh = oder Umdrehungsachse des Instrumentes, drehen läßt. Der Zapsen ist entweder unmittelbar am Fernrohr oder am Fernrohrträger of rträger (der Alhidade) besessigt. Bei dem in Fig. 81 abgebildeten Nivellierinstrument ist der Zapsen an dem Fernrohrträger besessigt. Manche Instrumente besitzen eine, mit der Alhidade drehbare Dosenlibelle, die die Ausstellung des Instrumentes wesentlich erleichtert (vgl. auch § 10 beim Theodolit).

2. Das Fernrohr.

Das Fernrohr des Nivellierinstrumentes ebenso wie das des Theodolits, ist das sog. Repplersche oder aftronomische Fernrohr, in welchem die Bilder umgekehrt werden, im Gegensatzum terrestrischen Fernrohr, in dem die Bilder aufrecht erscheinen. Es besteht aus einer Metallröhre, an deren hinterem Ende sich das Objektiv besindet. In dieser Metallröhre bewegt sich eine zweite Köhre, die Okularröhre wird durch den Okulartried vorsund rückwärts bewegt. Das ist notwendig zur schaffen Sinstellung des anvisierten Gegenstandes, je nachdem er sich nah oder fern besindet.

Das Objektiv und das Okular bestehen aus Linsen, deren Form und Zusammensehung in der Physik gelehrt wird und hier nicht behandelt zu werden braucht.

Wenn mit dem Fernrohr eine Zielung oder Bisur vorgenommen werden soll, so muß es eine durch zwei seste Buntte bestimmte Bisierachse besitzen. Diese beiden Puntte sind der optische Mittelpuntt des Objektivs und das Fadentreuz.

Das Fadenkreuz besteht aus zwei zueinander senkrecht stehenden Spinnsäden, die auf einem in der Ofularröhre befindlichen sog. Diasphragma ist durch vier Schrauben verschiebbar und außerdem drehbar, um den Fäden eine horizontale oder vertikale Lage geben zu können.

Das Fadenkreuz muß mit der Ebene des vom Objektiv erzeugten Bildes zusammenfallen, da sonst die sog. Parallage entsteht (siehe § 11, 5, wo auch die Beseitigung der Parallage gezeigt ist).

3. Die Libellen.

Die Libelle und das Fernrohr sind untereinander und mit der Alhidade sest verbunden. Wie unter 1 bemerkt, besitzen manche Instrusmente eine Dosenlibelle.

Die Fernrohrlibelle ift ftete eine Röhrenlibelle.

Die Röhrenlibelle (Fig. 82) besteht aus einer in Metall ge= saßten, zhlindrischen Glasröhre, die innen nach einem Kreisbogen von

größerem Halbmesser tonnens
förmig ausgeschlissen ist. Die Möhre ist dis auf eine Luftsblase mit Ather oder Weinzeist gesit gefüllt, ihre Enden sind zugeschmolzen. Zum Beobsachten der Luftblasenstellung ist auf der Aufenseite der Röhre eine Teilung angesbracht, deren Mittelpunkt der Spielpunkt der Eibelle genannt wird. Die Libelle "spielt ein", wenn sie horizontal steht. Ist dies

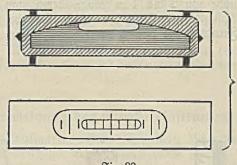


Fig. 82.

nicht der Fall, so zeigt sich ein "Ausschlag". Die Libellen = achse ist die Tangente im Spielpuntt an den Ausschleifungsbogen

und ist horizontal bei einspielender Libelle.

Unter Empfindlichteit der Libelle versteht man den Wintel, um den man die Libelle neigen muß, damit die Luftblase sich um einen Teilstrich vorwärts bewegt. Die Empfindlichkeit wächst mit der Größe des Wintels. Zum "Justieren" der Libelle sind an ihren Enden "Justierscht, mit deren Hilse man die Libelle heben oder senken kann.

Soll eine Ebene mit einer Röhrenlibelle wagerecht geftellt werden, so muß vorher untersucht werden, ob die Libellenachse parallel ist, zu der durch den Libellensuß gegebenen Ebene. Zu diesem Zwecke bringt man die Libelle parallel zu zwei Fußschrauben des Instrumentes, läßt sie einsspielen und dreht das Instrument um 180°. Der sich zeigende Ausschlag ist der doppelte Fehler der Libelle. Er wird zur Hälfte an den Justiers

schrauben, zur anderen Sälfte an den Fußschrauben beseitigt.

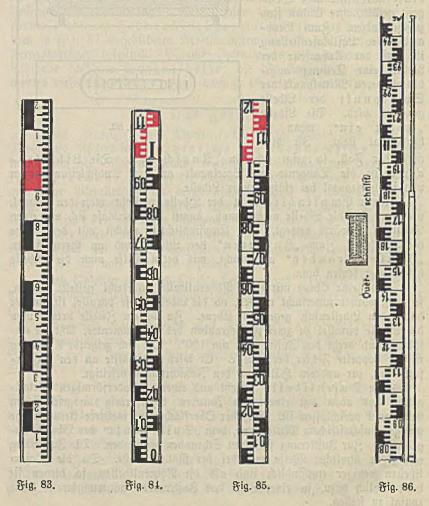
Die Dosenlibelle besteht aus einem zylindersörmigen Metallsgesch, das oben mit einem im Inneren kugelsörmig ausgeschlissenen Glasdeckel verschlossen ist. Auf der Oberfläche sind mehrere kleine Kreise mit gemeinschaftlichem Mittelpunkt, dem "Spielpunkt" der Libelle, ansgebracht. Zur Justierung sind drei Schrauben vorhanden. Die Justierung ersolgt in ähnlicher Weise wie bei der Köhrenlibelle. Da die Dosenslibellen weniger empfindlich sind als die Röhrenlibellen, so dienen sie hauptsächlich dazu, in einer Lage das Instrument näherungsweise horiszontal zu stellen.

Besitzt eine Schule einen Theodolit mit Fernrohrslibelle, so ist das Nivellierinstrument entbehrlich. Ein solcher Theodolit kann ohne weiteres auch als Nisvellierinstrument verwendet werden (vgl. Fig. 60 und 62 und S. 49). Wan hat nur die im § 11 angegebene Prüsung vor Beginn

des Mivellierens vorzunehmen.

b) Die Rivellierlatten.

Die Nivellierlatten sind, wie bereits gesagt, geteilte Maßstäbe von 2 bis 4 m Länge, deren man sich bedient, um die lotrechten Abstände der einzuwägenden Punkte von der wagerechten Bisierachse des Fernrohrs zu messen.



Die Teilungseinheit ist in der Negel 1 cm. Die Art der Teilung ist, wie aus den Fig. 83 bis 86 hervorgeht, verschieden. Der Nullpunkt der Teilung befindet sich am unteren Ende der Latte. Die Zissern stehen verkehrt auf der Latte, da das Fernrohr sie umkehrt. Gewöhnlich werden zwei Latten beim Einwägen verwendet. Als seste Stüke der Latten ver-

wendet man eiserne Bodenplatten, auf die sie gestellt werden, um ihr Einsinken in den Boden zu verhindern. Bei vorhandenem Pfloster ist die Bodenplatte entbehrlich. Zur Lotrechtstellung der Latte bringt man seitlich in etwa 1 m Höhe eine Dosenlibelle an.

Man verwendet entweder Latten aus einem Stück oder durch Scharniere zusammenklappbare Latten und Latten zum Einschieben. Die in Fig. 86 dargestellte Latte ist eine sog. Schiebelatte, die durch Ein- und Ausschieben eines Ansakteiles verkürzt und verlängert werden kann.

§ 25. Prüfung und Berichtigung bes Nivellierinftruments.

Ebenso wie bei Horizontalmessungen mit dem Theodolit dieser vor der Winkelmessung geprüst und berichtigt werden muß (siehe § 11), so muß auch das Nivellierinstrument vor dem Nivellieren auf seine Richtigkeit und Brauchbarkeit geprüst werden.

Das Nivellierinstrument mit sestem Fernrohr hat drei Achsen: die Stehachse oder Vertikalachse, die Visier= oder Zielachse und die Libellenachse.

Die Hauptforderung, die an das Nivellierinstrument gestellt wird, ist der Parallelismus zwischen Ziel- und Libellenachse, während als Mebenforderung die Stehachse senkrecht zur Libellenachse sein soll.

Man prüft das Instrument zunächst in bezug auf die Nebenforderung:

a) Stehachfe | Libellenachfe.

Dieses Ersordernis ist deshalb notwendig, weil beim Drehen des Fernrohres um die Stehachse die Libellenachse und damit auch die Ziels

achse des Fernrohres horizontal bleiben muffen.

Bur Brufung biefes Erforberniffes breht man nach ungefährer Horizontalftellung bes Instrumentes (fiehe G. 88) das Fernrohr mit ber Libelle in eine folche Lage, daß es parallel gur Berbindungelinie zweier Fußschrauben des Dreifuges fteht und bringt mit Silfe dieser Bußichrauben, die entgegengesett zu bewegen find, die Libellenblase jum Ginfpielen. Darnach dreht man das Fernrohr um 900 in die Richtung der dritten Fußschraube und bringt die Libellenblase wieder zum Ginspielen. Wenn man nun das Fernrohr wieder um 180° dreht, so wird die Blaje nicht mehr ausschlagen, wenn Stehachse | Libellenachse. Sollte die Blafe dennoch ausschlagen, fo wird ber Ausichlag der Libelle gur Sälfte an der dritten Fußichraube, gur anderen Balfte an den Stellichrauben der Libelle beseitigt. Dann dreht man das Gernrohr abermals um 900 und beseitigt ben gangen fich bann noch zeigenden Musschlag an ben beiden erften Fußschrauben. Beim Dreben der Fußschrauben ift gu beachten, daß fich die Libellenblase in der Richtung des rechten Zeigefingers und des linken Daumens bewegt.

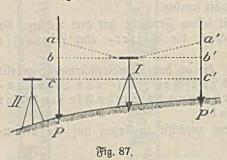
Um das Instrument annähernd horizontal zu stellen, tritt man zwei Stativbeine in den Boden und schwenkt das dritte Bein nach rechts und links, bis die Luftblase der in der Nichtung der beiden anderen Beine stehenden Libelle einspielt. Dann dreht man das Fernrohr um 90%, stellt das dritte Bein aus den Boden und tritt es vorsichtig ein, dis die Lustsblase einspielt.

Nachdem die Nebenforderung erfüllt ift, geht man an die Brufung

der Sauptforderung:

b) Bieladfe | Libellenachfe.

Man mißt auf dem Felde eine gerade Linie von 50 oder 100 m ab und verpfählt Anfang, Mitte und Ende. Dann stellt man das Instrument in der Mitte (daher die Bezeichnung: Nivellieren aus der Mitte) bei Standpunst I auf (Fig. 87) und liest an den in P und P' aufgestellten Nivellierlatten bei gut einspielender Libelle ab.



Die Ablesung geschieht folgendermaßen: Man stellt mit dem Otulartried das Lattenbild scharf ein, bringt den Vertifalssaden des Fernrohres in die Nähe der Teilung, läßt die Nöhrenlibelle scharf einspielen und macht am Horizontalsaden die Ablesung, indem man die Dezimeter dirett abliest, die Zentimeter abzählt und die Willimeter schäßt. Da man die

Fig. 87. Bentimeter abzählt und die Willimeter schätzt. Da man die Libellenblase vor jeder Ablesung zum Einspielen bringt, tut man gut daran, beim Ausstellen eine Fußschraube des Instruments in die Richtung

der Zielung zu bringen.

Die an die Latten gemachten Ablesungen, die Zielhöhen, seien a und a', dann ift der Höhenunterschied der Punkte P und P', auch wenn die beiden Achsen nicht parallel sind,

$$\mathbf{h_1} = \mathbf{a} - \mathbf{a'},$$

weil bei gleichen Zielweiten auch die Zielfehler ba und b'a'

einander gleich sind.

Nun wählt man einen Standpunkt II für das Instrument in der Nähe (etwa 4—6 m) von P und lieft abermals an beiden Latten ab. Die Ablesungen seien c und c', dann ist der Höhenunterschied:

$$\mathbf{h_2} = \mathbf{c} - \mathbf{c}'.$$

Bei paralleler Lage von Ziel= und Libellenachse, also wagerechter Zielachse, ist:

$$a - a' = c - c'$$
oder $c' = c - (a - a')$.

Dedt der wagerechte Faden des Fadenfreuzes nicht die Ablesung o' der Nivellierlatte in P', fo ift die Richtung der Zielachse zu andern, Das Fadenfreuz durch die lotrechten Schrauben des Diaphragmas (§ 24, S. 84) jo weit zu verschieben, bis man bei genauer Ginspielung der Luftblase die Ablesung c' erhalt.

Beifpiel:

Aufstellung I Ablesung in P = 1,745 " P' = 1,214

Aufstellung II Ablesung in P = 1,132 Hiervon ab: 0,531

Höhenunterschied = 0,531 Dann muß die Ablesung in P' sein: 0,601

Wie die Parallage zu beseitigen ift, ift im § 11 auf S. 52 gezeigt worden.

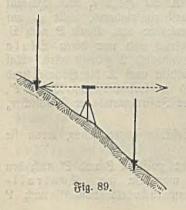
§ 26. Das Nivellieren.

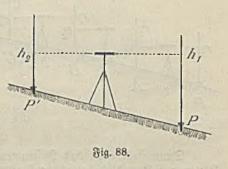
Will man den Söhenunterschied zweier Puntte P und P' bestimmen,

so stellt man das gemäß § 25 geprüfte und berichtigte Nivellierinstrument in der Mitte zwischen den beiden Puntten auf (Fig. 88), stellt die Stehachse lotrecht, liest an der Nivellierlatte bei P die Sohe h, ab, dreht das Fernrohr und lieft an der Nivellierlatte bei P' die Höhe h2 ab. Der Söhenunterschied h der Buntte P und P' ist dann

 $h = h_1 - h_2$.

Die Mitte zwischen den Buntten P und P' wird durch Abschreiten festgestellt.





Aus der Fig. 89 ift erfichtlich, daß das Nivellieren bei unebenem Ge= lande, d. h. bei größerem Befalle, nur für furze Bielweiten ausführbar ift. Denn bei langen Bielweiten werden die "Sichten" entweder unter ben Lattenfuß in das Gelände sallen oder über die Latte hinweggehen. Man wird bann den Söhenunterschied zwischen P und P' nicht mit einer Aufstellung des Instrumentes ermitteln fonnen, sonbern nur mit mehreren. Es werden bann sogenannte "Wech selpuntte" ein= nivelliert.

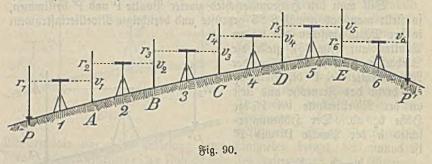
Die Wechselpunkte müssen so gewählt werden, daß das Instrument in der Mitte zwischen ihnen aufgestellt wird. Der Abstand der Wechselpunkte richtet sich nach der Tragweite des Fernrohres und dem Gelände. Wan wird die Zielweiten von dem Instrument nach den einzuwägenden Punkten nicht größer als 25 bis 50 m machen.

Beim Einwägen der Zwischenpunkte hat man einen "Rückblich" nach dem vorhergehenden und einen "Vorblich" nach dem folgenden Bunkte.

Un dem folgenden Beispiel soll das Nivellieren zwischen zwei Bunkten mit Hilfe von Wechselpunkten gezeigt werden.

Aufgabe: Der Suhenunterschied ber Buntte P und P', die 300 m boneinander entscrut sind, soll bestimmt werden.

Lösung (Fig. 90): Man wird zwischen P und P' durch Abschreiben von je 25 m zuerst sechs Punkte für die Ausstellung des Nivellierinstrumentes und fünf Wechselpunkte (A bis E) für die Ausstellung der Latten auswählen, die durch Pfähle bezeichnet werden, wenn nicht etwa seste Punkte für sie vorhanden siud.



Dann stellt man das Instrument auf Standpunkt 1 auf, läßt die Latten auf P und A lotrecht auflyalten und liest im Rückblick nach P die Höhe r_1 und im Borblick nach A die Höhe v_1 ab. Hierauf "wech selt" man die Stellung des Nivellierinstruments, stellt es auf Standpunkt 2 auf und schickt den Lattenhalter von Punkt P nach B, während die Latte auf Punkt A stehen bleibt und nur deren Stala vorsichtig nach dem Instrument auf Standpunkt 2 gedreht wird. Auf dem Standpunkt 2 liest man nun im Rückblick nach A die Höhe r_2 und im Vorblick nach B die Höhe r_2 ab und so fort dis zum Punkte P', an dem von der letzten Ausstellung 6 des Instrumentes der Vorblick r_6 abgelesen wird.

Die Höhe des Punktes P wird beliebig angenommen, wenn sie nicht etwa bereits bestimmt ist.

Um festzustellen, ob das Nivellement zwischen P und P' auch den richtigen Höhenunterschied ergibt, muß man ein sog. "Kontroll= nivellement" aussühren, indem man rückwärts von P' nach P

nivelliert. Statt des Kontrollnivellements in umgekehrter Richtung kann man die Prüsung des ersten Rivellements auch dadurch bewirken, daß man Anfangs- und Endpunkt an Festpunkte von bekannter Höhe anschließt, d. h. daß man sie gegen diese Festpunkte einwägt. Bei Schulübungen wird man sich auf ein Kontrollnivellement beschränken, da Festpunkte meist nicht in erreichbarer Nähe sein werden.

Die Ablesungen an den Nivellierlatten werden in ein Formular eine getragen, in dem auch die Berechnung des Nivellements ausgeführt wird. Die erlaubte Fehlergrenze zwischen zwei Nivellements beträgt bei gewöhnlichen Nivellements*) nach dem Landmesser=Reglement auf Längen

zwischen	0	und	0,020	km		4 mn	1
"	0,020	n	0,045	н		6 "	
"	0,045	"	0,100	,,		9 ,,	
"	0,100	"	0.250	"		14 "	
11	0,250	"	0,500	11		20 "	
H	0,500	"	1,000	"	11116.	28 "	
14,	1		2	"		40 "	
711	2	"	3	- 11		49 "	
.,	3	"	4	"		56 "	
"	4	"	5	"		63 "	

Man tann die Fehlergrenze annähernd aus der Formel

28 1/1

berechnen, worin I die Lange des Nivellements in km bezeichnet.

Im nach stehenden Formular ist das Nivellement in einer Richtung von Punkt P nach P' (Fig. 90) enthalten. Da nur für den Punkt P die Höhe bekannt ist, so ist ein Kontrollnivellement in um z gekehrter Richtung mit neuen Aufstellungen des Instrumentes erforderlich. Der Gesamtsehler beider darf die Größe von $28\sqrt{1}$ nicht überschreiten. Im Beispiel der Fig. 90 ist 1=0,3 km, also der zulässige Fehler $28\sqrt{0,3}=15$ mm.

Das arithmetische Mittel aus den im ersten und zweiten Nivellement errechneten Söhen ergibt die endgültige Söhe.

Der höhenunterschied der Puntte P und P' muß zugleich der Unterschied zwischen der Summe der Ablesungen des Rück- und Borblickes sein.

Die Spalte "Zwischen" ist für Ablesungen von Zwischen = puntten bei der Aufnahme von Längen = und Querprofilen vor= gesehen (siehe §§ 27 und 28).

^{*)} Im Gegenfat zu den fog. Feinnivellements ber Staatsbehorden.

Mr.		} ie [h ö l	h e		hen= fctebe	E-10/17	Stiggen,		
Sta= tion	Nüd= wärts	Zwischen	Vor= wärts	Steigt	Fällt	S öhen	Bemerkungen ufw.		
m	m	m	m	m	m	m	I me the did that the		
P A B C D E P'	2, 375 2, 736 2, 814 2, 976 3, 144 1, 847		1, 789 1, 578 1, 385 1, 211 1, 913 2, 978	0, 586 1, 158 1, 429 1, 765 1, 231	1, 131	94, 325 94, 911 96, 069 97, 498 99, 263 100, 494 99, 363	mit 94,325 ilber N. N.		
5003	15, 892	1 100/2	10, 854	6-10	D VI	THE SE	Sohenunterfchied von		
Diff.	5, 038					1 68 0	P' und P = 99,363 — 94,325 = 5,038		

Die Berechnung der Höhen ist ohne weiteres aus dem Formular zu ersehen. Zu der bekannten Höhe 94,325 des Punktes P wird der Unterschied zwischen Rückblick 2,375 nach P und dem Borblick 1,789 nach A, der mit 0,586 in Spalte "Steigt" eingetragen wird, addiert. Das ergibt die Höhe 94,911 für A. Zu dieser wird der Unterschied zwischen Rückblick 2,736 nach A und Vorblick 1,578 nach B, der mit 1,158 in Spalte "Steigt" eingetragen wird, hinzuaddiert. Das ergibt die Höhe 96,069 sur B und so fort. Der Unterschied 5,038 zwischen der Summe der Rücks und Vorblicke muß gleich sein dem Unterschiede der Höhen von P und P', was in Spalte Bemerkungen ermittelt ist.

§ 27. Aufnahme und Darftellung von Längenprofilen.

Unter Längenprofil versteht man den Schnitt in der lotrechten Ebene der Erdoberfläche längs einer besitimmten Linie. Diese Linie wird Achse oder Trace genannt.

a) Die Aufnahme von Längenprofilen.

Für die Aufnahme eines Längenprofils wird die Achse "stationiert", d. h. ihre Länge wird gemessen und in Abständen von 25 bis 50 m durch Psähle bezeichnet, die mit Nummern versehen werden (siehe S. 93). Neben diesen "Nummerp fahl" wird ein "Nivellier» pfahl" so weit in den Boden eingeschlagen, daß sein Kopf mit dem Gelände, das nivelliert werden soll, abschließt. Auf diesen Psählen wird die Nivellierlatte ausgehalten.

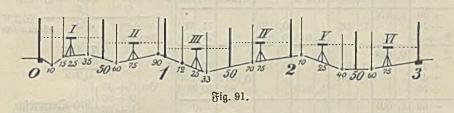
Es werden ferner alle Brechpuntte des Geländes, d. h. solche Puntte, an denen die Trace einen Gefällwechsel hat, sowie die jenigen Puntte, durch die Querprofile gelegt werden sollen (siehe § 28),

eingemeffen und, wie vor, durch Bfahle bezeichnet.

Die Bezifferung der Pfähle wird nach Stationen von 100 zu 100 m mit den Zahlen 0, 1, 2, 3 . . . bewirft. Zwischenpunkte werden auf den vorhergehen den Stationspfahl bezogen. Man bezeichnet z. B. einen zwischen den Stationen 2 und 3 bei 65,0 m einzgemessenen Pfahl mit 2 + 65,0. Vom Anfangspunkt der Trace, d. h. dem Stationspfahl 0, ist dieser Pfahl mithin 265,0 m entsernt.

Nachdem die Stationierung vollendet ist, beginnt man mit der Höhen messung, d. h. dem Einwägen der im Gelände beszeichneten Puntte, wie im § 26 gezeigt worden, jedoch mit der Erweiterung, daß von einem Standpuntt des Instrumentes nicht nur die Nücks und Vorwärtsablesungen, sondern noch eine Reihe von Ablesungen für die Zwischen punkte gemacht werden.

Als Wechselpunkte wählt man entweder die Stationspunkte oder diese und die Mitten zwischen den Stationspunkten, nämlich 0+50, 1+50, 2+50 usw. (Fig. 91). Die Latten auf den Wechselpunkten sind in Fig. 91 durch starke Linien gekennzeichnet.



Wan stellt das Nivellierinstrument zuerst in der Mitte zwischen Station 0 und 0+50, also bei 0+25 auf, nimmt die Nückwärts-ablesung in 0 und darnach die Ablesungen in den Zwischenpunkten 0+10, 0+15, 0+35 und die Vorwärtsablesung in 0+50. Dann wird das Instrument nach 0+75 gebracht und die erste Latte von Station 0 nach Station 1, während die Latte auf 0+50 ihren Stand beibehält. Auf diesem Instrumenten-Standpunkt wird der Rückblick nach dem Wechselspunkt 0+50 genommen und nun in vorbeschriebener Weise unter Oitsnahme der Zwischenpunkte sortgesahren bis zur Station 3.

Auf den Wechselpunkten ist besonders sorgfältig und bei genau einspielender Libelle abzulesen, weil ein hier begangener Fehler durch das ganze Nivellement mitgeschleppt wird.

Nachstehend ist das Nivellement von Station 0 bis 3 der Fig. 91 durchgeführt, wobei für 0 und 3 die Höhen bekannt sind. Die Ablesungen am Ansangs-, Wechsel- und Endpunkt werden in die Spalten "Rück- und Vorwärts" eingetragen, diejenigen der Zwischenpunkte in die Spalte "Zwischen".

Das Formular bedarf keiner Erklärung. Die Berechnung erfolgt wie die Berechnung des Nivellements im § 26.

Nr.	-	ielhöl	1 1		hen= schiede	Şöhen	Stizzen,
Sta= tion	Rück= wärts	Bwischer	Bor= wärts	Steigt	Fäut	Dogen.	Bemerkungen usw.
m	m	m	m	m	m	m	A laboratory
0 + 10 + 15 + 35 + 50	1, 217	1, 714 1, 305 1, 110	1, 376	0, 107	0, 497 0, 088 0, 159		Döhenmarke Instrument Wechselpunkt
+50 +60 +90 1 (100 m)	0, 941	1, 105. 0, 672	0, 715	0, 269 0, 226	0, 164	71, 090 71, 523 71, 480	$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$
1 + 12 + 33 + 50	0, 574	0, 865 1, 247	1, 085	p rali	0, 291 0, 673 0, 511	71, 189 70, 807 70, 969	Q J W
+50 +70 2 (200 m)	1, 376	1, 181	0, 841	0, 195 0, 535		71, 164 71, 504	#50 +60 +75 Hohenmarke
+ 10 + 40 + 50	0, 659	0, 515 1, 278	1, 260	0, 144	0, 614 0, 601	71, 648 70, 890 70, 903	0,349 Bet 0 + 35
+50 +60 3 (300 m)	1, 005	1, 150		0, 161	0, 145	70, 758 71, 064	1 + 33 2 + 10 u. 2 + 60
4012	5, 1772	100	0, 349		- 0		Q = Duerprofil W = Wechfelpunkt J = Instrument

Wenn, wie im vorstehenden Beispiel, das Längennivellement an bekannte Höhenmarken anschließt, so kann man sich mit einmaligem Einwägen der Punkte des Längenprosiles begnügen, anderenfalls, also wenn nur ein Punkt bekannt ist, ist das im § 26 erwähnte Kontrolls nivellement in umgekehrter Richtung erforderlich.

Die Differenz, die sich im ersteren Falle gegen das Soll des Höhenunterschiedes zwischen Anfangsund Endpunkt ergibt, wird nach dem Verhältnis der Entsernungen auf die Wechsel- und Zwischenpunkte verteilt.

Beim Kontrollnivellement in umgekehrter Richtung ist das noch= malige Einwägen der Zwischenpunkte nicht ersorderlich, es werden nur die Wechselpunkte nochmals einnivelliert.

Bei jedem Nivellement tut man gut daran, in der Nähe gelegene feste Puntte, wie Sausplinthen, Kilometersteine der Chaussen, Platten von Durchlässen, Treppenabsätze u. dgl. mit einzuwägen. An diese fann bei neuen Nivellements immer angeschlossen werden. Sie sind in Spalte Bemerkungen näher zu bezeichnen.

b) Die Darftellung von Längenprofilen.

Die Aufmessung der Achse des Längenprofils erfolgt entweder in einem Feldbuch oder in dem für Stizzen vorgesehenen Teile des Nivelles mentsformulares (siehe letzte Spalte des vorstelzenden Formulares).

Das Auftragen des Längenprofiles erfolgt in verszerrtem Maßstabe, und zwar werden die Höhen gewöhnlich im zehnsoder mehrfachen Maßstabe der Längen aufgetragen. Es würden also die Höhen im Maßstabe 1:200 dargestellt werden, die Längen dagegen in 1:2000. Das geschieht, um die Höhenunterschiede deutlicher hervortreten zu lassen.

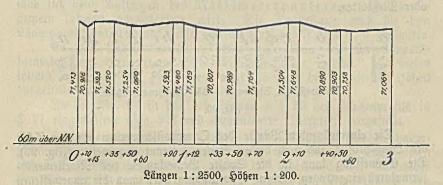


Fig. 92.

Da in dem großen Maßstabe 1:200 die Höhen natürlich länger sind als der zum Auftragen verwendete Zeichenbogen, so werden sie alle gleichmäßig um das gleiche Waß verkürzt ("abgesetzt").

In Fig. 92 ist das Profil des im vorstehenden Formular enthaltenen Längennivellements maßstabgerecht dargestellt. Die Höhen sind im Maßstab 1:200 aufgetragen, die Längen im Maßstab 1:2500. Die Höhen sind alle um das gleiche Maß 60,0 m verkürzt. Die Horizontale liegt also aus 60,0 über N. N. Die im Nivellementsformular ermittelte Höhe wird parallel zur Höhenlinie beigeschrieben, die Stationszahlen werden unterhalb der Horizontalen eingetragen. Die Trace wird durch eine starke Linie dargestellt.

Auch für das Ausarbeiten von Nivellementsprosilen hat das Zentrals direktorium der Vermessungen besondere Vorschriften herausgegeben, die hier jedoch nicht gebracht sind, da sie für Schülerübungen nicht in Frage kommen (siehe Schlußbemerkung zu § 28).

§ 28. Aufnahme und Darftellung von Querprofilen.

Unter Querprofil versteht man den Schnitt einer lotrechten Gbene mit dem Gelände senkrecht zur Richtung des Längenprofiles.

a) Die Aufnahme von Duerprofilen.

Die Aufnahme der Querprofile wird entweder zusammen mit denjenigen des Längenprofiles oder besonders vorgenommen, also mit besonderer Aufstellung des Nivellierinstrumentes.

Die seitliche Ausdehnung bes Querprofils nach beiden Seiten des Längenprofils ift von den Geländeverhältnissen und dem Zwecke der Auf-

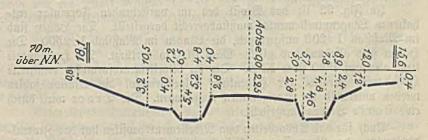
nahmen abhängig und beträgt 10 bis 50 m nach jeder Seite.

Die Absteckung der Querprofile geschieht mit dem im § 3 kennen gelernten Winkelprisma, die Einmessung mit Hilfe von Stahlmesband oder Meklatten.

Duerprofil bei Station 0 + 35. Längenaufnahme.

Fig. 93.

Die einzuwägenden Punkte des Querprofils werden von der Achse des Längsprofils aus nach beiden Seiten getrennt eingemessen (Fig. 93). Die Einmessung kann in die Spalte Bemerkungen des Nivellementssormulares eingetragen werden. Zweckmäßig wird man die angemessenen und einzuwägenden Punkte der einzelnen Querprofile mit Buchstaben bezeichnen, um sie im Nivellementssormular des Längennivellements des sonders kenntlich zu machen, falls die Einwägung im Zusammenhange mit der Einwägung des Längenprofils erfolgt. Meist verbindet man Längens und Höhenmessung miteinander und stellt sie im Feldbuch dar wie dei Fig. 94.



Querprofil bei Station 0 + 35. Söhenaufnahme. Fig. 94.

Das Einwägen erfolgt genau so, wie das des Längenprofils, das Eintragen der Zielhöhen wird im Formular in Spalte "Zwischen" bewirkt.

An steilen Abhängen (z. B. Eisenbahndämmen, Deichen, Chaufsee-einschnitten usw.) ermittelt man die Höhen meist durch Staffelmessung siehe Fig. 15) mit Hilfe der Seglatte oder einer Meßlatte. Auf die Latte wird eine Libelle (Nöhrenlibelle) gelegt, mit der man die Latte in die horizontale Lage bringt. An dem die Erde nicht berührenden Ende der Latte hält man einen Maßstab lotrecht an, liest an ihm die Höhe ab und sährt so fort, wie bei der Horizontalmessung im § 2 zu 2 angegeben.

b) Die Darstellung von Ducrprofilen.

Nachdem die Höhen der einzelnen Profilpunkte berechnet worden sind, werden sie von einer Horinzontalen aus ausgekragen. Bei Querprofilen wird für die Längen wie für die Höhen der gleiche Maßstab verwendet, gewöhnlich 1:100 oder 1:200. Am zwecknäßigkten bedient man sich beim Austragen des Millimeterpapieres, das als allgemein bekannt vorausgesetzt wird. Die Darstellung muß die dem Längenprofil entsprechende Achse und die Horizontale über N. N. enthalten.

Es gibt Nivellementshefte, deren linke Seite das Nivellements= formular und deren rechte Seite Millimeterpapier enthält. In diesen können sosort auf dem Felde die Querprosile nach den ermittelten Höhen

dargestellt werden.

In der Fig. 94 ist das bei Station 0+35 des Längenprosiss in \S 27 eingemessene (Fig. 93) und einnivellierte Querprosis dargestellt.

Schlußbemerkung. Die Längen= und Querprofile werden hauptjächlich zur Anlegung und Ausgestaltung von Straßen, Eisenbahnen
und Wasserläusen aufgenommen, wobei die Querprofile die Grundlage
für die "Erdmassenberechnung" bilben, die beim Ausbau von
Straßen usw. eine große Rolle spielt. Für den Schulunterricht genügt
die Uebung im Aufnehmen und Einwägen der Längen= und Quer=
profile und deren einsache Darstellung.

B. Die trigonometrische Söhenmessung.

§ 29. Meffung von Bertifalminfeln.

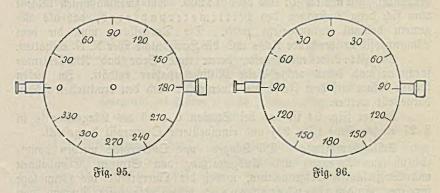
Während bei der geometrischen Höhenmessung — dem Nivellement — der Höhenunterschied zweier Punkte durch horizontale Bielung bestimmt wird, geschieht dies bei der trigonometrischen Höhenmessung durch geneigte Zielung. Es werden hierbei Vertikalwinkel gemessen.

Bur Messung von Bertikalwinkeln mit dem Theodolit muß dieser auch einen Sohenkreis besitzen (Fig. 60—62). Die Beschreibung

des Söhenfreises ift im § 10 gegeben (G. 49).

Die Bezisserung des Höhenkreises ist, wie im § 10 bereits gesagt, entweder durch laufend oder nach Zenith distanzen angeordnet. Im ersteren Falle, in dem die Bezisserung wie beim Horizontalkreis von 0°—360° lautet, werden die Höhen Falle ist die Bezisserung im Hel direkt absgelesen (Fig. 95). Im zweiten Falle ist die Bezisserung im Halbkreise, zweimalig von 0°—180° in entgegengeseter Richtung, angeordnet (Fig. 96), wobei die horizontale Ziellinie die Bezisserung 90° hat. Da die Zenithsdistanzen 90° — Höhenwinkel oder = 90° + Tiesenwinkel ist, so werden bei dieser Anordnung Zenithdistanzen abgelesen.

An dem Theodolit muß für Vertikalwinkelmessung eine Nöhren= libelle in der Richtung des Fernrohres vorhanden sein. Diese ist ent= weder am Fernrohrträger als Alhidadenlibelle oder als Nonienlibelle oder auf dem Fernrohr als Fernrohrlibelle angebracht. Die Fig. 60 enthält nur die letztere, während die Fig. 61 und 62 alle drei Anord= nungen enthalten.



Es ist bei jeder Höhenwinkelmessung erforderlich, neben der Lotrechtstellung der Stehachse des Theo=dolits (die mit Hilse der Dosenlibelle ausgeführt wird), die Röhren=libelle bei jeder Fernrohreinstellung genau einspielen zu lassen.

Die Vertikalmessung erfolgt dann, wie diejenige der Horizontalwinkel, in zwei Fernrohrlagen, um eventuell vorhandene Fehler des Instrumentes aufzuheben (siehe § 11). Das ist namentlich wichtig wegen des sog. Indexfehlers des Höhenkreises.

Bei horizontaler Zielung sollen die Ablesungen an beiden Nonien des Höhenkreises =0 oder, falls die Bezisserung nach Zenithdistanzen vorliegt, $=90^{\circ}$ sein. Ist dies nicht der Fall, sondern wird die Abslesung 0° 20' bzw. 90° 20' gemacht, so wird der gemessene Höhenwinkel oder die Zenithdistanz den unrichtigen Wert $\alpha+20'$ haben. Dieses Mehr von 20' nennt man den Index sehler. Durch Durchschlagen des Fernrohres und Winkelmessung in zwei Fernrohrlagen wird der Indexsehler ausgehoben.

Die Messung der Vertikalwinkel gestaltet sich folgendermaßen: Der Theodolit wird mit Hilfe der Dosenlibelle horizontal, d. h. die Stehachse wird lotrecht gestellt. Hierauf stellt man den Zielpunkt im Fernrohr mit dem Vertikalfaden ungefähr ein und klemmt Fernrohr und Alhidade sest. Dann bringt man die Alhidadenlibelle genau zum Einspielen und stellt den Zielpunkt mit der Mikrometerschraube am Horizontalfaden schaff ein.

Am Höhentreis wird hierauf die Ablesung α_1 gemacht. Nun schlägt man das Fernrohr durch und wiederholt dieselbe Meessung in der zweiten Fernrohrlage, wobei die Ablesung α_2 gemacht wird. Das Mittel

aus beiden Ablefungen ergibt den Sohenwinkel a, alfo

$$\alpha = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2},$$

Man fann zur Aufschreibung nachstehendes Formular verwenden:

Nonius	Fernrohrlage I	Fernrohrlage II	Mittel
lints	140 45' 30"	140 48' 20"	140 46' 55"
rechts	140 42' 20"	14º 45' 10"	140 43′ 45″
Mittel	140 48' 55"	140 46' 45"	140 45′ 20″
		Figure 1	$=\alpha$

§ 30. Trigonometrifche Sohenmeffung.

a) Sohenbestimmung von einem Standpuntte aus.

Die Grundausgabe der trigonometrischen Söhenmessung ist solgende: Die Höhe eines Punttes Püber N. N. ist gegeben oder kann durch ein geometrisches Nivellement bestimmt werden. Die Höhe eines Punttes C (meist eines Turmes) über N. N. soll durch Vertikalwinkelmes sung bestimmt werden.

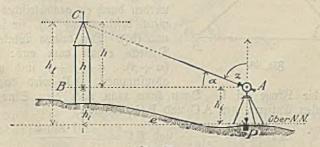


Fig. 97.

Lösung (Fig. 97): Man stellt den Theodolit zentrisch über dem Punkte P auf und mißt in zwei Fernrohrlagen den Vertikalwinkel α bzw. die Zenithdistanz z nach dem Zielpunkt C. Dann stellt man die Höhe der Kippachse des Instrumentes hi = A P und die horizontale Entsernung e des Punktes C von P sest. (Letztere kann, wenn nicht unmittelbar meßbar, mit Hilse eines besonderen Dreiecks oder aus den Koordinaten von P und C berechnet werden, sosen letztere bekannt.) (Siehe unter b.)

Dann hat man:

$$\begin{array}{c} \mathbf{h_t} = \mathbf{h} + \mathbf{hi}; \ \mathbf{h} = \mathbf{e} \cdot \mathbf{tg} \ \alpha = \mathbf{e} \cdot \mathbf{cotg} \ \mathbf{z}, \\ \mathfrak{alfo} \ \mathbf{h_t} = \mathbf{h_i} + \mathbf{e} \cdot \mathbf{tg} \ \alpha \\ = \mathbf{h_l} + \mathbf{e} \cdot \mathbf{cotg} \ \mathbf{z} \end{array}$$

Diese Gleichungen gelten aber mit Rücksicht auf die Erdstrümmung und die Refraktion (Strahlenbrechung) nur für solche Höhenpunkte, deren Entsernung voneinander nur einige hundert Weter beträgt. Während bei Horizontalmessungen (Triangulierungen) Dreiecke von 6 km Seitenlänge noch immer als ebene Dreiecke gelten, macht sich bei Vertikalmessungen schon bei 400—500 m Entsernung die Erdkrümmung bemerkdar, so daß AB schon als Bogen behandelt werden muß. Infolge der Strahlenbrechung wird auch die Ziellinie AC bei größerer Entsernung nicht gerade, sondern gekrümmt sein. Da diese Wessungen über den Rahmen der Schule hinausgehen, so sollen sie hier nur erwähnt sein.

Für Schülerübungen, deren Söhenbestimmungen durch trigonos metrische Söhenmessung sich nur auf geringere Entsernungen erstrecken, genügt die Berechnung der Höhen aus den vorstehenden Formeln.

b) Sohenbestimmung von mehreren Standpunkten aus.

An einem Beispiel soll gezeigt werden, wie man die Turmhöhe der Fig. 97 bestimmt, wenn die Entsernung e nicht unmittelbar meßbar ist (Fig. 98).

 (h_i) A A B B B B

Man wählt in der Nähe des Turmes C eine Standlinie AB aus und mißt die Horizontalwintel α und β . Die Höhen der Punkte A und B werden durch ein geometrisches Nivellement bestimmt (§ 26), sie seien (h₁) und (h₂). Den dritten Winkel γ des Dreiecks erhält man aus: 180° — $(\alpha + \beta)$. $\alpha + \beta + \gamma$ sind auf 180° abzustimmen. AB wird doppelt ge-

messen, die Länge sei l. Dann kann man nach dem Sinussatz die horizontalen Entfernungen AC und BC berechnen.

$$AC = b = \frac{1 \cdot \sin \beta}{\sin \gamma}$$
 and $BC = a = \frac{1 \cdot \sin \alpha}{\sin \gamma}$

Nun mißt man die Höhenwinkel e, und e, in A und B nach C, wie vorher angegeben.

Dann tann man die Bohe H der Turmfpite C doppelt bestimmen:

1. Im Bunft A hat man die befannten Stude:

die Höhe (h1) die Höhe der Kippachse den Sohenwinkel e, und die Seite b.

Daraus berechnet man die Sohe ber $\begin{array}{c|c} \mathfrak{Torr} & \mathfrak{det} & \mathfrak{det} & \mathfrak{det} \\ \mathfrak{Inftrumentenhöhe} & \mathbf{i}_1 \\ \mathfrak{d} & \mathfrak{det} & \mathfrak{Seite} & \mathbf{b}. \end{array} \end{array} \end{array} \end{array} \end{array} \qquad \begin{array}{c} \mathfrak{Turmfpike} & \mathbf{C} & \mathfrak{mit:} \\ \mathbf{H_a} = (\mathbf{b}_1) + \mathbf{b} \cdot \mathbf{tg} \; \epsilon_1 + \mathbf{i}_1 \\ \mathfrak{det} & \mathbf{H_b} = (\mathbf{b}_1) + \mathbf{b} \cdot \mathbf{tg} \; \epsilon_2 + \mathbf{i}_3 \\ \mathfrak{det} & \mathbf{h} = (\mathbf{b}_2) + \mathbf{b} \cdot \mathbf{tg} \; \mathbf{h} = (\mathbf{b}_3) + \mathbf$

2. 3m Bunft B hat man die befannten Stude:

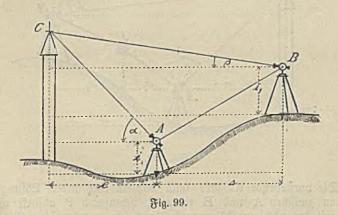
die Höhe (h2), die Höhe der Rippachse den Höhenwinkel & und die Seite a.

e Höhe der Kippachle (Instrumentenhöhe) i_2 , Eurmspiße C mit: $H_b = (h_2) + a \cdot tg \ \varepsilon_2 + i_2.$ Daraus berechnet man die Sohe der

Die endgültige Sohe ber Turmfpite ift bann

$$H = \frac{H_a + H_b}{2}$$
.

Es wird nicht immer möglich sein, ein Basisdreieck ABC, wie das ber Fig. 98, zu legen, g. B. wenn gu bem Turm nur ichmale Stragen oder Gaffen führen.



Dann legt man die Linie AB jo, daß die beiden Standpunfte A und B mit der Turmspike in einer Bertikalebene liegen. Die Standpunkte werden so gewählt, daß das vertifale Dreiect ABC einen möglichst großen Bintel bei C befommt.

Dann wird die Ausgabe der Höhenbestimmung der Turmspike folgendermaßen gelöst (Fig. 99):

Es feien gegeben :

der horizontale Ubstand AB = s, AC = e,

" AU = e, die Höhen von A und B mit h und h, (oder durch ein geometrisches Nivellement neu bestimmt),

die Instrumentenhöhen i und i,

und die Sohenwinkel bei A und B mit a und B.

Dann erhält man für die Sohe H der Turmspite C zwei Gleichungen:

$$H=h+i+e\cdot tg\ lpha$$
 und $H=h_1+i_1+(s+e)\ tg\ eta.$

Durch Subtrattion der Gleichungen und Auflösung nach e erhält man :

$$\mathbf{e} = \frac{\mathbf{s} \cdot \mathbf{tg} \; \alpha + (\mathbf{h_1} - \mathbf{h}) + (\mathbf{i_1} - \mathbf{i})}{\mathbf{tg} \; \alpha - \mathbf{tg} \; \beta}.$$

H errechnet sich aus den beiden obigen Gleichungen mit Nechenprobe. Eine Meßprobe wird geschaffen durch doppelte Streckenmessung und durch doppelte Aufstellung des Theodolits in A und B mit veränderter Höhenlage des Fernrohres.

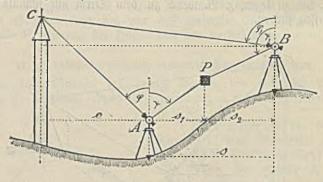


Fig. 100.

Die vorstehende Aufgabe kann insofern eine andere Lösung haben, als man zwischen A und B einen Zwischenpunkt P absteckt und nur diesen mit der nächsten Höhenmarke durch ein geometrisches Nivellement verbindet. Dann verfährt man folgendermaßen (Fig. 100):

Man stellt den Theodolit über A und B auf und mißt die

Man stellt den Theodolit über A und B auf und migt die Zenithdistanzen φ und φ_1 der Zielungen nach C und die Zenithdistanzen ψ und ψ_1 der Zielungen nach P. Dann mißt man noch die horizontalen Strecken \mathbf{s}_1 zwischen A und P, \mathbf{s}_2 zwischen B und P und \mathbf{s} zwischen A und B.

Der Höhennnterschied h zwischen P und C wird, wie aus Fig. 100 hervorgeht, dann folgendermaßen gefunden:

Es ift
$$h = e \cdot \cot g \varphi - s_1 \cdot \cot g \psi$$

und ebenso $h = (s + e) \cdot \cot g \varphi_1 - s_2 \cdot \cot g \psi_1$.

Rach Climination von e ergibt sich:

$$\mathbf{h} = \frac{\mathbf{s} \cdot \cot \mathbf{g} \ \psi \cdot \cot \mathbf{g} \ \varphi - \mathbf{s}_2 \cdot \cot \mathbf{g} \ \psi_1 \cdot \cot \mathbf{g} \ \varphi + \mathbf{s} \cdot \cot \mathbf{g} \ \varphi \cdot \cot \mathbf{g} \ \varphi_1}{\cot \mathbf{g} \ \varphi - \cot \mathbf{g} \ \varphi_1}.$$

Schließlich erhält man nach Umformung der Summen und Differenzen von Kotangenten:

$$\mathbf{h} = \mathbf{s_1} \cdot \frac{\cos \varphi_1 \cdot \sin \left(\varphi + \psi\right)}{\sin \left(\varphi_1 - \varphi\right) \cdot \sin \psi} + \mathbf{s_2} \cdot \frac{\cos \varphi \cdot \sin \left(\psi_1 - \varphi_1\right)}{\sin \left(\varphi_1 - \varphi\right) \cdot \sin \psi_1}$$

Da die Höhe $h_{\rm p}$ von P befannt ist, so ergibt sich die Höhe $h_{\rm c}$ der Turmspipe C aus

$$h_c = h + h_p$$
.

College of the contract of the College Property of the College of

the first the second of the se

The state of the s

the property of the second sec

(VIOLET CALLED TO THE PARTY OF THE PARTY OF

our commences and anomalist first out of the confidence of the con

Complete the second of the sec

441-44

Unhang.

- Tafel 1: Die zuläffigen Fehler ber Längenmeffung.
- Tafel 2: Die zuläffigen Abweichungen bei Flächenberechnungen.
- Tafel 3: Die höchstens zulässigen Gesamtwinkelfehler und die linearen Schlußfehler ber Polygonzuge.
- Tafel 4 und 5: Abbildungen aus den Bestimmungen des Zentraldireltoriums der Bermessungen.

Die höchstens zulässigen Fehler ber Längenmeffung*).

	s				8				s		
(Gelände		d	Gelände		d Gelande			d		
I	п	III		I	II	III	1	I	II	III	
m	m	m	m	m 231	m 165	m 128	m	m 661	m 497	m 402	m
			0,00				0,35				0,70
0	0	0	0,01	242 253	173 181	135 142	0,36	674 687	507 517	411 419	0,71
1 2	0	0	0,02	264	189	142	0,37	701	528	428	0,72
3	2	2	0,03	276	198	155	0,38	714	538	437	0,73
5	3	3	0,04	287	207	162	0,39	727	549	446	0,74
7	5	4	0,05	299	215	169	0,40	740	559	454	0,75
10	7	5	0,06	310	224	176	0,41	753	570	463	0,76
14	9	7	0,07	322	233	184	0,42 0,43	767	580	472	0,78
18	12	- 9	0,09	334	242	191	0,44	780	591	481	0,79
22	15	11	0,10	346	251	198	0,45	793	601	490	0,80
27	18	14	0,11	358	260	206	0,46	807	612	499	0,81
32	21	16	0,12	370	270	213	0,47	820	623	508	0,82
37 43	25 29	19 22	0,13	382 394	279 288	221 229	0,48	834 847	633 644	517 526	0,83
50	34	26	0,14	406	298	236	0,49	860	655	535	0,84
56	38	29	0,15	419	307	244	0,50	874	665	544	0,85
63	43	33	0,16	431	317	252	0,51	887	676	553	0,86
70	48	37	0,17	443	326	260	0,52	900	687	562	0,87
78	53	41	0,18	456	336	268	0,53	914	697	571	0,88
86	59	45	0,19 0,20	468	346	276	0,54	927	708	580	0,89
94	65	50	0,20	481	355	284	0,55	941	719	590	0,91
102	71	54	0,21	494	365	292	0,57	954	730	599	0,91
111	77	59	0,23	506	375	300	0,58	968	741	608	0,93
120 129	83 90	64 69	0,24	519 532	385 395	309 317	0,59	981 995	751 762	617 626	0,94
			0,25				0,60				0,95
139 148	97 104	74 80	0,26	545 557	405 415	325 334	0,61	1009 1022	773 784	635 645	0,96
158	111	85	0.27	570	425	342	0,62	1036	795	654	0,97
168	118	91	0,28	583	435	351	0,63	1049	806	663	0,98
178	125	97	0,29	596	445	359	0,64	1063	817	672	0,99
188	133	103	0,30	609	456	368	0,65	1076	827	682	1,00
199	141	109	0,31 0,32	622	466	376	0,66	1090	838	691	1,01
209	148	115	0,33	635	476	385	0,68	1104	849	700	1,02
220	156	122	0,34	648	486	393	0,69	1117	860	710	1,04
231	165	128	, ,	661	497	402		1131	871	719	

Beispiel: Für die Linie s = 576 beträgt die höch ftens zulässige Absweichung d zweier Längenbestimmungen nach der Geländespalte I der Tafel: 0,63 m, nach der Geländespalte III: 0,77 m, nach der Geländespalte III: 0,89 m.

^{*)} Auszugsweiser Abbrud aus der Preußischen Bermesjungsanweisung VIII vom 25. Oktober 1881. (Anweisung für das Bersahren bei Erneuerung der Karten und Bücher des Grundsteuerkatasters, ebenso Tasel 2 und 3 auf S. 106 und 107.)

Tafel 2. Zuläffige Abweichungen bei Flächenberechungen.

							1	1	
F	a	F	n	F	a	F	a	F	a
-	- "			143	-				
						to	ha ar qm	ha ar gm	ha ar qm
ha ar qm	na ar qm	-	naarqm						
	0.0000	0.2578	0.0040	1,0188	0.0080	2,2163	0.0120	3.7670	0.0160
0.0000		0.2709		1.0437		2.2511		3.8096	
0.0004	0.0001	0.2843	41	1.0690	81	2.2862	121	3.8524	161
0.0004	2	0.2981	42	1.0944	82	2.3214	122	3.8953	162
0.0010	3	0.3121	43	1.1202	83	2,3569	123	3.9384	163
0.0024	4	0.3265	44	1.1462	84	2.3926	124	3.9816	164
0.0050	ő	0.3412	45	1,1725	85	2.4285	125	4.0250	165
0.0030	6	0.3561	46	1,1991	86	2.4646	126	4.0686	166
0.0070	7	0.3714	47	1.2259	87	2,5009	127	4.1123	167
0.0034	8	0.3870	48	1,2530	88	2.5374	128	4.1562	168
0.0120	9	0.4030	. 49	1.2804	89	2.5742	129	4.2003	169
	0.0010	-	0.0050	Ea	0,0090		0.0130		0.0170
0.0184	11	0.4192	51	1,3080	91	2.6111	131	4.2445	171
0.0220	12	0.4357	52	1.3359	92	2,6483	132	4.2889	172
0.0260	13	0.4525	53	1.3640	93	2.6856	133	4.3334	173
0.0303	14	0.4697	54	1.3924	94	2.7232	134	4.3781	174
0,0350	15	0.4871	55	1.4211	95	2,7609	135	4.4230	175
0.0400	16	0.5049	56	1.4500	96	2.7989	136	4.4680	176
0.0453	17	0.5229	57	1.4791	97	2.8371	137	4.5131	177
0.0510	18	0.5413	58	1.5085	98	2.8754	138	4,5584	178
0.0569	19	0.5599	59	1.5382	99	2.9140	139	4,6039	179
0.0632		0.5789	0.0060	1.5681	0.0100	2.9528	0.0140	4.6495	0.0180
0.0699	0.0020	0.5981		1,5982		2.9917		4.6952	
0.0055	21	0.6177	61	1.6286	101	3.0308	141	4.7411	181
0.0841	22	0.6375	62	1.6593	102	3.0702	142	4.7871	182
0.0041	23	0.6576	63	1.6902	103	3.1097	143	4.8333	183
0.0913	24	0.6780	64	1.7213	104	3.1494	144	4.8797	184
0.1080	25	0.6988	65	1.7526	105	3.1893	145	4.9261	185
0.1166	26	0.7198	66	1.7843	106	3,2294	146	4.9728	186
0.1255	27	0.7411	67	1.8161	107	3.2697	147	5.0195	187
0.1233	28	0.7627	68	1.8482	108	3.3101	148	5.0624	188
0.1343	29	0.7845	69	1.8805	109	3,3508	149	5.1135	189
	0,0030	100	0.0070		0.0110		0.0150	= 1000	0.0190
0.1542	31	0.8067	71	1.9130	111	3.3916	151	5.1606	191
0.1645	32	0.8291	72	1.9458	112	3.4326	152	5.2080	192
0.1750	33	0.8519	73	1.9788	113	3,4738	153	5,2554	193
0.1859	34	0.8749	74	2.0121	114	3.5152	154	5.3030	194
0.1971	35	0,8982	75	2.0456	115	3,5567	155	5.3507	195
0.2086	36	0.9217	76	2.0793	116	3.5984	156	5.3986	196
0.2204	37	0.9456	77	2.1132	117	3.6403	157	5.4465	197
0.2326	38	0.9697	78	2.1473	118	3.6824	158	5.4947	198
0.2450	39	0.9941	79	2.1817	119	3.7246	159	5.5429	199
0.2578	00	1.0188	, ,	2.2163	110	3,7670		5.5913	

Beifpiel: Die höchfte julaffige Abmeichung zweier Berechnungen für Flachen von 2.9140 ha bis 2.9528 ha betragt 139 qm (0,0139 ha), für Flächen von 5,4465 ha bis 5,4947 ha beträgt 0,0197 ha (197 qm).

Die höchstens zuläffigen Gesamtwinkelfehler ber Polygonzüge.

1.	2.

n	1,5 /n in Min.	n	1,5 Pn in Min.
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1,5 2,1 2,6 3,4 3,7 4,0 4,2 4,5 4,7 5,0	16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27	6,0 6,4 6,5 6,7 6,9 7,0 7,3 7,6 7,6
13 14 15	5,4 5,6 5,8	28 29 30	7,9 8,1 8,2

n ist die Anzahl der Brechungswinkel β_n , den Anschluß- und Abschluß- winkel eingerechnet.

1,5 Vn ist ber höchstens zulässige Gesantwintelfehler in Minuten.

Die linearen Schlußfehler der Polygonzüge.

Die den Ordinatenfehlern fy und den Abschischen fix entsprechenden linearen Schlugfehler is find

$$fs = \sqrt{fy^2 + fx^2}$$
.

Beifpiel:

35t
$$fy = 0.35$$
 $fx = 0.75$,

dann ist

$$fs = 0.83.$$

Tafel 4

Topographische Gegenstände, Grenzmale, trigonometrische und andere Bermessuntte, sowie sonstige Messungszeichen

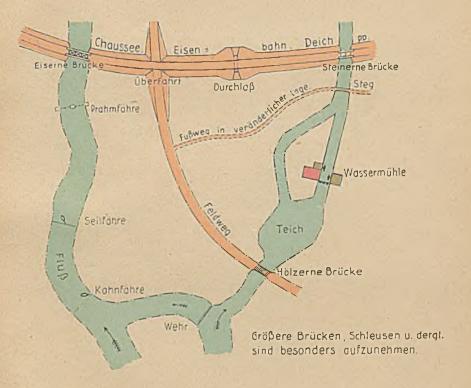
D Nummerstein an Chausseen	and Dreieckspunkt erster Ordnung
🛓 Steinernes Krenz oder Heiligenbild	Dreieckspunft zweiter Ordnung
5 Hölzernes Areuz oder Heiligenbild	Dreieckspunft dritter Ordnung, wo die Winkel beobachtet sind
B Warnungstafel	areieckspunkt britter Ordnung, wo
& Wegweiser	die Winkel nicht beobachtet sind Dreieckspunkt vierter Ordnung, wo
T Optische Telegraphen	die Winkel beobachtet sind Dreieckspunkt vierter Ordnung, wo die Winkel nicht beobachtet sind
b Stange für elektrische Telegraphen	🕈 Kirchturm als Dreieckspunkt
⊙—⊙ Barrieren	Baum als Dreieckspunkt
8 Straßenlaternen	Säule, Denkmal als Dreieckspunkt
& Bumpe	
& Brunnen	& Gebäudekuppel als Dreieckspunkt
Landbake (Schiffahrtszeichen)	Dampfschornstein als Dreieckspuntt
🕹 🕏 Ausgezeichnete Bäume	A Blipableiter als Dreieckspunkt
€ Sollander=Windmühle	Dreieckspunkt fünfter Ordnung, trigonometrischer Hilfspunkt
Die Grundfläche der hollander-Windmuhle ift genau aufzumeffen und magftablich in die Karte einzutragen	(Beipunkt)
Bock=Windmühle	• Polygonpunkt
D Grenzstein	O Jeder sonstige Messungspunkt
A Grenzhügel	© 25. 23. Nivellementsbolgen (Festpuntt bes Brägistonsnivellements ber Lanbesaufnahme)
6 hölzerne Grenzfäule	608.20 Nivellements-Festpunkt
O Grenzpfahl	Bolygonfeite
& Grenzbaum	Sonstige Messungslinie
the contract of the second	

Die von der Landesausnahme bestimmten Dreieckspunkte werden nicht rot, sondern blan gezeichnet unter Besichreibung seiner Bezeichnung.



Tafel 5

Bauwerke innerhalb von Eisenbahnen, Chaussen, Flüssen usw.





Alphabetisches Register.

Ablesung (an Nivellierlatten) 88 ff.
Ablesung (an Theodolit) 47, 48, 54.
Abschlußneigung 64, 65.
Abschlußneigung 64, 65.
Abschlußneigung 64, 65.
Abschlußneigung 629, 30, 36, 59, 73, 79.
Abschlüßnenaß 30, 37.
Adschlußneiß 50, 51.
Alhie der Längenprosite 92.
Adsen des Theodolits 50, 51.
Alhibade 47, 48, 50 ff., 84, 99.
Alhibadenlibelle 48 ff., 98, 99.
Amsterdamer Begel 82.
Angabe des Nonius 52.
Anschlußneigung 64, 65.
Allidußneigung 64, 65.
Allitonomisches Fernrohr 84.
Ausschlag (der Libelle) 85, 87.
Azimut 59.

Bake 5. Barometrische Höhenmessung 81. Bindepunkt 18, 31, 75. Bobenplatten 87. Bogen-Hauptpunkte 75, 76. Bogen-Kleinpunkte 75, 77. Bogenlängen (gleiche) 79, 80. Brechpunkte 92. Brechungswinkel 29, 59, 61 ff. Büchse 47, 84.

Diaphragma 84, 89. Dosenlibelle 49, 84, 85. Dreisedsberechnungen 34, 35. Dreisuf 47. Durchlaß 95. Durchschnittspunkte (Abstedung der) 18.

Einband 18, 30.
Einbindemethode 29.
Einfluchten 7, 20.
Einfplesen ber Libellenblase 85, 87, 89.
Einstellung (des Theodolits):
— seine 48.
— grobe 48.
Einwägen 81, 86, 90, 93 ff.
Einzelpunkte (der Kreisbögen) 75, 77.

Empfindlichkeit (ber Libellen) 85. Erbkrümmung 100. Erblot 1. Erbmassensberechnung 97.

Fabenfreuz 50 ff., 84, 89. Fehler: - burchichnittliche 3. - grenzen 3, 91. - mittlerer 3. - unvermeibliche 2. — tafel 4, 105 ff. Feldbuch 6, 33. Feldbuchführung 30, 33. Feldbuchmappe 6. Feldstecher 8. Fernrohr 48, 49, 83, 84. - aftronomifches (Reppleriches) 84. - lagen 52 ff., 98. - lager 51. - libelle 51, 56, 84, 85, 98. — (terrestrisches) 84. - trager 47 ff., 84, 98. Feftpuntt 82. Flächenberechnung 33ff. - formel (Gaugiche) 38. - folorit 32. - teilung 44 ff. Fluchtftabe 5, 7, 61. Fußschrauben 49, 84, 87. Gaufice Flächenformel 38.

Gefalle 89.
Gefallwechsel 92.
Geodäsie 1.
— höhere 1.
— niedere 1.
Geographische Koordinaten 72.
Geometrische Höhenmessung 81.
Graphische Berechnung 83, 34, 40 sf.
Grenzausgleich 44 sf.

Hanblupe 48. Harfenplanimeter 33, 41, 42 und Anl. 2. Hauptpunkte (ber Kreisbögen) 75, 76. Sansplinthe 94. Söhe 82, 90 ff. Söhenkreis 47, 48, 97 ff. Söhenmarke 82, 94, 102. Söhenmessung 1. Söhenmessung 1. Söhenmessung 681, 82. — geometrische 81, 82. — trigonometrische 81, 96 ff. Söhenunterschiede 81, 82, 88, 89, 94. Söhenwinkel 48, 98, 101. Sorizontalmessung I, 4, 100. Sorizontalminkel 47, 53, 100.

Inderfehler 98.

Justieren 16, 85. Justierschrauben 51, 85.

Rartierung 38 sf., 73, 75. Kepplersches Fernrohr 84. Kilvachersteine 94. Kilvachen 50, 100, 101. Kippachschefter 51, 52, 56. Kleinpuntte 31, 75. Kleinpuntte (der Bögen) 75, 77. Kleintriangulierung 69. Klemnschraube 48, 54, 56. Kollimationssehler 51, 52, 56. Kontrollutvellement 90, 91, 94.

— афвен 73. — бегефиинд 59. — деодгарфібфе 72. — тетрове 29.

— nullpuntt 30.

— rechtwintlige 29, 30, 59 ff.

— ftyliem 31, 59, 60.
— unterschied 60, 62.
Korrektionsschrauben 50.
Kote 82.
Kreisbögen (Abstedung) 75 st.
Krenzungspunkt 18.
Krinsteder 8.
Kulturarten 32.

Landesaufnahme 33, 72, 82.
Landmesserglement 91.
Landmesserglement 94, 95.
Längennivellement 94, 95.
Längenprosil 81, 92 s.
Latten (zum Kivellieren) 83, 86, 87.
— (Meß=) 5, 6, 8, 9, 96, 97.
Lattenwerser 9.
Laufrolle (des Planimeters) 43.
Libellen 48, 49, 84, 85.
— achse 84, 87, 88.
— ausschlag 85.

Libellenblase 87.

— (Dosen) 49, 84, 85.

— empsinblichkeit 85.

— (Nöhren) 6, 9, 48, 49, 84, 85 si., 98.

— Spielpunkt 85.
Limbus 47, 48, 52 si.
Linienneh 31, 58, 75.
Linien 84.
Lot 6, 19 si.
Lotstab 13.
Lustblase (der Libelle) 85.
Lupe 48, 49.

Martierstäbchen 5, 11. Maßstäbe 33, 39, 41, 43, 95 und Anl. 1. Meßlatten 5, 6, 8, 9, 96, 97. Mesjungsnethoden 29. Mesjungszahlen (Schreibweise) 30. Megwertzeuge 2, 3, 4, 5. Metallröhre (des Fernrohres) 84. Meterstock 51. Mitrometerschraube 48, 49, 54, 56, 99. Millimeterpapier 97.

Deigung 59, 60ff. Reigungswinkel 59, 64. Meupuntt 69 ff. Mivellement 81, 90, 91 ff. — geometrisches 81, 99, 100, 102.
— (Längen=) 94, 95. Nivellementsformular 94, 95, 96, - net 82. - profil 95. Mivellieren 49, 81 ff., 88. Nivelliergerat 82, 83. Nivellierinftrument 48, 83 ff. Nivellierlatten 49, 83, 86 ff. Nivellierpfahl 92. Montenlibelle 98. Nonius 47, 48, 52, 53. Noniusangabe 52. Mordrichtung 31. Normalhöhenpuntt 82. Normal=Null 82. Normalmeterstab 3. Normalzeichen (für Rulturarten) 32. Nullpuntt 82. Nummerpfahl 92.

Dhjektiv 54, 84.
Objektivröhre 55, 84.
Okular 51, 84.
Okularröhre 52, 84.
Okularriche 84, 88.
Optischer Mittelpunkt 84.
Ordinaten 29, 30, 31, 37.
Ordinatenachse 73.

Parallage 51, 52, 53, 56, 84, 89.
Barallelabsteckung 19.
Pegel (Amsterdamer) 82.
Physikalische Höhenmessung 81.
Planimeter 33, 42, 43.
Planimetersparse 33, 41, 42 und Aul. 2.
Platten (an Durchlässen) 95.
Platten (-boden) 87.
Platten (Hands) 94.
Bolarm (Manss) 94.
Bolarm (am Planimeter) 42.
Polygon:
— angeschlossens 57, 63.

— angeschlossenes 57, 63. — geschlossenes 57, 61, 64.

— messung 57.

— neh 57, 58.

— punkt 33, 58, 61.

— seiten 58.

— minkel 58, 59.
— zug 29, 63, 64.
Puntibestimmung 55, 63, 69.

- einfache 69. - mehrfache 69.

Duadratiet 73 ff. Quadratiet 73 ff. Querprofil 81, 91, 92, 96 ff.

Rechtsläufig 49, 54.
Rechtwinklige Koordinaten 29, 30, 59 s.
Redwinklige Koordinaten 29, 30, 59 s.
Refraktion 97.
Reglement (=Landmesser) 91.
Reiterlivelle 49.
Repetitionstheodolit 48, 55.
Repetitionsweise Winkelmessung 48, 56.
Richtstäde 5, 6, 11, 12, 78.
Röhrenlivelle 6, 9, 48, 49, 84, 85 s.
98.
Rolbandmaß 6, 13.
Ruchlid 90, 92.
Ruchwärtseinschneiben 69, 70.

Sapbeobachtungen 54, 55.
Schiebelatte 87.
Schlüßsehler:
— (linearer) 62.
— (Wintelsehler) 59.
Schreibweise (der Messungszahlen) 30.
Sehnentangentenwinkel 77, 78.
Senkel 6.
Seplatte 97.
Sicht 89.
Signaluren (topographische) 31, 32.
Sinussap 70, 72, 100.
Stala (der Nivellierlatten) 90.
Spielpunkt (der Libellen) 85.
Stasselbunssap 6, 9, 97.
Stahlmeßband 5, 11, 77, 78, 96.

Stanblinie 100.
Station 93, 97.
Stationieren 92.
Stationspsahl 93.
Stativ 48, 49, 83.
Stativ 48, 49, 53, 55.
Stehachse 50 si., 56, 84, 87, 89, 98, 99.
Stellschraube 47.
Stengeschraube 48, 49, 53.
Sternwarte 82.
Strahlenbrechung 100.
Strebe 2, 30.

Teilung: — der Flächen 44. — der Nivellierlatten 86. - des Theodolits 47. Terreftrifches Fernrohr 84. Theodolit 6, 29, 47 ff., 56, 75 ff., 97 ff. - Ablefevorrichtungen am 52. - Befdreibung des 47. - einfacher 55. - Brufung und Berichtigung bes 50. - Repetitions= 48, 55. - llebungsaufgaben am 56. Tiefenwintel 48, 98. Topographische Gegenftanbe 31. Trace 92, 95. Transberfalmaßstab 39 und Unl. 1. Transperfalteilung 39. Treppenabsat 95. Triangulierung 55, 56, 69, 100, Triebinopf 52. Trigonometrifche Sohenmeffung 81, 82, 99, 100, Trigonometrifche Buntte 33, 69ff.

Umbrehungsachse 84. Unterbau (des Nivellierinstruments) 83. Ur. tw. 33, 41. Urzahlen 33.

Vermessunds 1.
Berschräntes Vielet 45, 46.
Vertitalachse 50, 51, 87.
Vertitalschen 88, 99.
Vertitalebene 101.
Vertitalmessund 1, 99, 100.
Vertitalmessund 17, 48, 97 st.
Vielecksberechnungen 37.
Vierecksberechnungen 36.
Visierachse 51, 84, 87.
Visur 84.
Vorbit 90, 92.
Vorwärtsabschichneiben 69, 70.

Masserwage 6, 9.

Bechselmust (beim Nivellieren) 89, 90, 93, 94.

Binkelmessing 29, 53.

— einsache 4, 9, 53, 54.

— repetitionswelse 56.

— (burch Saskeobachtung) 53, 55.

Wintelsprisma 7, 13, 16, 19, 20, 96.

Binkelspiegel 7, 16, 19, 20.

Anpjen 84. Beichengeräte 38. Benithbistanz 48, 98, 100, 102. Bentraldirektorium der Vermessungen 32, 95.
Bentrierung 49.
Bentriwinkel 78, 80, 81.
Bielachse 50, 51, 56, 82, 87 sf.
Bielscher 88.
Bielhöhe 88, 92 sf.
Biellinte 83, 100.
Bielung 84, 97.
Bielweite 89, 90.
Birkel 33, 89, 40.
Bwischenpunkte (bei Längenprosilen) 91, 93, 94.

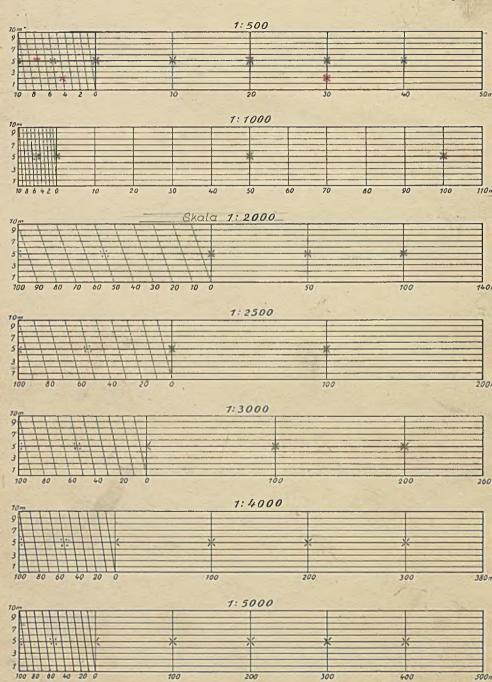
Berichtigungen:

- 1. Bei Fig. 68 fehlt folgender Hinweis: "Polygonometrische Aufnahme der in Figur 42 dargestellten Fläche."
- 2. In der Fußnote der Tafel 4 hinter (S. 108) muß das vorletzte Wort nicht "seiner" heißen, sondern "ihrer".

Drudfehlerberichtigungen:

- 1. Auf Seite 31, Zeile 7 von oben muß es heißen: $(45.0 20.6)^2 + (20.0 15.9)^2 = 24.75^2$, statt: $(45.0 20.6)^2 + (20.0 15.9)^2 = 24.75^2$.
- 2. Auf Seite 58, Zeile 11 von oben muß es heißen: justem statt fustem.
- 3. Bei Fig. 68 fehlt folgender Hinweis: "Bolygonometrische Aufnahme der in Fig. 42 dargestellten Fläche."
- 4. Auf Seite 82, Zeile 14 von oben muß es heißen: "An der früheren Sternwarte in Berlin war" ftatt "an der Sternwarte in Berlin ift".
- 5. Auf Seite 84, Zeile 14 von oben muß es heißen: Replersches, statt Repplersches.
- 6. Auf Seite 88, Zeile 14 von nuten muß es heißen: die an den Latten, ftatt die an die Latten.
- 7. Auf Seite 93, Zeile 6 von unten muß es heißen: die Ablesungen, ftatt Absesungen.
- 8. Auf Seite 101, Zeile 8 von oben nuß hinter "Inftrumentenhöhe" eine Klammer fteben.
- 9. Auf Seite 103, Zeile 1 von oben muß es heißen: Höhenunterschied, statt Höhenunterschied.
- 10. Auf Seite 106, Fugnote lette Zeile muß es heißen: "auf Seite 107 und 108" statt "auf Seite 106 und 107".
- 11. Auf Seite 110, Zeile 17 von oben nuß es heißen: Replersches, statt Replersches.
- 12. In der Fußnote der Tasel 4 muß das vorlette Wort heißen: ihrer, statt seiner.





Planimeterharfe (gebrauchsfertig)

			包整数数	经长表表
医高起性皮肤				医黄素素
			炎袋类类	
			系数规能	是 数 数 照 题
		PROTECTION.		
Barre Maria Grand				
		Selement Const	A-A T-MIZELEDY	
		The Parking		
	STATE OF			MESSAS ISS
			A SECTION OF THE REAL PROPERTY.	
		THE PARTY OF	Res Palasia	
			PANTE DE LE	
		10 to 20 St		
		PLANT TO SE		
		OPEN TO SERVICE		
		12-0-14-1		15-15-16-16-16-16-16-16-16-16-16-16-16-16-16-
				Africa de la companya della companya de la companya de la companya della companya
		A CARE TO		
The same of the		STATE OF STA		
			2200000	
新华兴学的新新	LENG DESCRIPTION	Wall Tra	SECTION SECTION	
	NOT PLAN OF LA	The second		PROGRAMMEN
District Control of the Control of t	57722 A TO STORY	A STORY OF		
		The second second		
	15.15.15			
CARLO SEGURDA	TENERS OF THE STATE OF THE STAT	191233		Secretary of the second
THE CHARLES THE	TO SEE SEE	305AG	A DECEMBER	
				ALCOHOL: NO

a w w u u 1:4000 v a w n 20 a

BG Politechniki Śląskiej nr inw.; 11 - 13051



Dyr.1 15764