Dritter Abschnitt.

Von der Anwendung der Geometrie auf dem Felde.

Im ersten Theile dieses Werks ist gezeigt worden, wie der Feldmesser einzelne Grundstücke mit dem Winkelkreuz und den Ruthen messen, und ihren Inhalt berechnen kann. Jetzt soll gelehrt werden, wie der Landmesser eine ganze Feldmark mit allen Wiesen, Feldern, Gärten, Häusern, Bächen, Teichen, Waldungen, mit Hülfe des Meßtisches aufnimmt und in eine Karte bringt.

§. 1.

Jede genaue Messung setzt eine genaue Begrenzung voraus. Die ganze Feldmark muß daher durch Setzung von Grenzsteinen in lauter Vielecke verwandelt seyn, ehe sie kann aufgenommen werden.

Dasjenige, was im ersten Theil über die Begrenzung ist gesagt worden, gilt auch hier, weil jede Feldmark aus lauter einzelnen Stücken zusammengesetzt ist. Da, wo die Grenzen zwischen den Grundstücken der verschiedenen Eigenthümern herläuft, werden in allen Eckpunkten Steine gesetzt. Die Grenze ist zwischen zweien Steinen jedesmal gerade. — Hingegen auf der Grenze zwischen zweien

Stücken,

Stücken, die demselben Eigenthümer gehören, werden keine Steine gesetzt, wenn sie auch zu verschiedenen Benutzungsarten gehören, wie z. B. Wiesen und Felder. Der Landmesser bezeichnet sie blos während des Messens mit kleinen Pfählen von Holz, und wenn diese auch verloren gehen, so thut dieses weiter nichts, weil der Eigenthümer das, was er an der Wiese zu wenig, am Felde zu viel hat. Werden nachher bei der Untersuchung der Messung solche Stücke nachgemessen, so werden sie zusammen genommen, damit die Verification immer innerhalb festen Grenzen geschieht.

Aber ausser dieser Begrenzung der einzelnen Stücke kommt noch eine zweite vor, welche die ganze Feldmark oder die ganze Gemeine betrifft. Ich meyne die Umfangslinie (Perimeter) oder die Grenze zwischen dieser und der benachbarten Gemeine.

So wie die Grenze zwischen zweien Grundstücken immer in Gegenwart beider Besitzer berichtigt wird, so muß die Grenze zwischen den Feldmarken zweier Gemeinen jedesmal in Gegenwart der Vorsteher, Richter oder Beamten der beiden Gemeinen geschehen. Jede einseitige Festsetzung der Grenze ist ungültig.

Nachdem die Vorsteher der benachbarten Gemeinen zur Grenzbegehung eingeladen worden, und diese sich am bestimmten Tage auf ihrer Grenze eingefunden haben, so fängt die Grenzbegehung an, bei der der Geometer das Protokoll (proces verbal) führt, in welchem er die Grenze ungefähr auf folgende Weise beschreibt:

Den

„Den 12 März 1809 begaben sich die Vorsteher der Gemeine A. Herr E und F auf die Grenze ihrer Feldmark, wo sie die Vorsteher der Gemeine B, die Herren G und H fanden, welche zur gemeinschaftlichen Grenzbegehung freundschaftlich eingeladen waren.

Die Grenzbegehung fing in der Richtung von Morgen nach Abend an, so daß wir die Gemeine A immer rechts hatten. Wir fanden den Grenzstein, der auf dem Plane mit Nr. 1 bezeichnet ist, zwischen den Feldern des Peter Berg und Johann Lang wohlerhalten am Fahrwege stehen. Von hier geht die Grenze 50 Ruthen in gerader Richtung nach Süden, wo wieder ein Stein Nr. 2 steht. Von diesem Steine geht sie unter einem Winkel von 35 Grad rechts bis auf den Stein Nr. 3, der von Nr. 2. 73 Ruthen entfernt ist. Von hier geht sie der Düsselbach nach in einer Länge von 80 Ruthen, wo eine Krümmung links von 60 Graden ist. Dann geht sie noch 30 Ruthen der Bach nach, bis auf den Stein Nr. 4, welcher umgefallen war, und in Gegenwart beider Vorsteher wieder hergestellt wurde.

Von diesem Steine springt sie unter einem Winkel von 80 Graden auf den Stein Nr. 5, der zugleich der Grenzstein der Gemeine C ist. Bei diesem fanden wir die Vorsteher der Gemeine C, nemlich Herr M und Herr N, mit welchen die Grenzbegehung nun ferner fortgesetzt wurde u. s. w."

Auf diese Weise wird nun die Beschreibung und die Zeichnung der Grenze so lange fortgesetzt, bis die Gemeine A ganz umgangen und ihre Umfangslinie festgesetzt ist.

Die Winkel werden am besten mit der Magnetnadel gemessen, die der Geometer auf seinem Winkelkreuz hat, weil diese alle nur beiläufig etwa bis auf 1 oder 2 Grade genau können angegeben werden. — Die Länge der Seiten läßt der Geometer durch seinen Ruthenleger messen. Indeß dieser die Länge der Seiten mißt, mißt er selber die Winkel, und schreibt beides in sein Grenzprotokoll, worin er auch die Figur nach dem Augenmaße stückweise zeichnet, und hiebei noch einmal die Größe der Seiten und Winkel in Zahlen schreibet. Dieses Grenzprotokoll wird nicht mit Bleistift, sondern gleich in Dinte geschrieben, und jedesmal von den Vorstehern der benachbarten Gemeinen unterschrieben.

Zu Haus zeichnet er die Umfangslinie der Gemeine A nach diesem Grenzprotokoll im Maasstab von 10000 zu 1, und schreibt das Protokoll selber ins Reine.

Hievon werden, wenn es die benachbarten Gemeinen verlangen, Auszüge mitgetheilt, in so fern diese ihre gemeinschaftliche Grenze betreffen.

Die Grenzsteine werden 3 Fuß lang gemacht, und 2 Fuß in die Erde gesetzt. Auf jede Seite wird der erste Buchstabe von dem Namen der anschießenden Gemeine eingehauen, um sie wie Privatgrenzen zu unterscheiden.

Es würde zu kostbar seyn, an alle kleine Krümmungen einer Gemeingrenze Grenzsteine zu setzen, weil dieses vielleicht eine Anzahl von 2 oder 3000 erfordern würde. Die Gemeinen haben gewöhnlich natürliche Grenzen, als Bäche, Fahrwege, Waldungen u. s. w. und diese lassen sich immer

leicht

leicht wieder erkennen. Oft machen auch die Grenzen der Güter zugleich die Grenzen der Gemeinen, und da in jeder Gemeine die Privatgrenze ohnehin bestimmt und in Steine gesetzt sind, so können diese füglich die Gemeinegrenzen mit bezeichnen, und als solche in der Grenzbeschreibung mit angeführt werden.

Da, wo keine natürliche und keine Privatgrenzen sind, werden Steine gesetzt. — Da diese aber gewöhnlich auf lange Linien kommen, indem kleine Krümmungen übergangen werden, so bedarf man dieser so viele nicht, und in den meisten Fällen wird man, um eine Gemeine gut zu begrenzen, nicht mehr als 20 oder 30 Grenzsteine gebrauchen, vorausgesetzt, daß die Privatgrenzen vorher berichtigt sind. Bei der Begrenzung einer Gemeine kommen Kleinigkeiten von 30 oder 40 Quadratruthen nicht in Betracht, weil hiebei Niemand verliert, denn das, was der Landesherr an einer Gemeine zu wenig hat, hat er an der andern zu viel, und in Hinsicht der Abgaben ist der Einfluß auch so unmerklich, daß es nicht der Kosten lohnt, an jeden kleinen Winkelpunkt einen Grenzstein zu setzen. Aufs Privateigenthum hat eine kleine Ungewißheit in der Gemeingrenze keinen Einfluß, denn das, was der Besitzer, durch dessen Gründe die Grenze geht, in einer Gemeine zu wenig hat, das hat er in der andern zu viel. Ist aber Gemeingrenze zugleich Privatgrenze, so findet keine Ungewißheit statt, weil die Privatgrenzen schon früher regulirt und in Steine gesetzt sind.

In Frankreich sind bei Gelegenheit des Cadasters viele Verordnungen über die Begrenzung der Gemeinen herausgegeben, welche im Wesentlichen

 auf

auf dasselbe hinauslaufen. Da man aber im französischen Cataster nicht mit der Regulirung der Privatgrenzen den Anfang gemacht hatte, so bedurfte man sehr viele Steine für die gemeine Grenzen; und da diese wegen ihrer Größe in verschiedenen Gegenden auf 6 bis 10 Rthlr. zu stehen kamen, so verursachte dieses eine große Ausgabe im Cadaster. Es wurde daher später von der Regierung befohlen, daß nun auf streitigen Grenzen sollten Steine gesetzt werden, und daß für die Gemeinen, die über ihre Grenzen einverstanden wären, es hinlänglich sey, daß die Grenzen im Proces verbal beschrieben und auf der Karte gezeichnet wären.

§. 2.

Die Grenzen einer Gemeine sind gewöhnlich den Vorstehern derselben bekannt. Ist dieses nicht, so werden alte Leute, die in der Nähe der Grenze wohnen, aufs Feld gerufen, daß diese sie anzeigen. Wenn denn noch einige Ungewißheit übrig bleibt, so vereinigen sich gewöhnlich die Vorsteher beider Gemeinen dahin, die Grenze so anzunehmen, wie sie am natürlichsten läuft, um unnöthige Kosten wegen der Grenzsteine zu ersparen. Denn gewöhnlich sind es nur Kleinigkeiten, um die man ungewiß und verschiedener Meinung ist.

Oft laufen aber auch die alten Grenzen so irregulair, daß gar keine gute Begrenzung möglich ist, oft liegen sogar Stücke von einer Gemeine wie Inseln in einer andern Gemeine eingeschlossen. — Es ist jetzt bei allen Regierungen angenommen, daß dieses nicht seyn darf, und daß die Gemeinen nicht allein so viel möglich natürliche Grenzen haben

müssen,

müssen, sondern auch so viel möglich rund beisammen liegen, so daß keine um die andre ganz oder zum Theil herumgeht. Finden bei der zu messenden Gemeine solche Irregularitäten statt, oder sind irgendwo die Grenzen streitig, so muß der Geometer dieses alles in seinen Plan zeichnen, und hierin bemerken, wo jede Gemeine die Grenze gerne herhaben möge. Er gibt dann zugleich sein Gutachten darüber, wo die Grenze am schicklichsten hergehen könne, und zeichnet dieses mit einer punktirten Linie auf den Plan, welcher der höhern Behörde zur Entscheidung vorgelegt wird. In Frankreich kommt jede Entscheidung über die Veränderung der Grenzen in den Gemeinen oder über Streitigkeiten in denselben, unmittelbar vom Kaiser, dem sie vom Minister vorgelegt werden.

§. 3.

Sobald nun die Grenzen der ganzen Feldmark sowohl als der einzelnen Stücke festgesetzt sind, so kann der Landmesser seine Messung anfangen.

Diese besteht aus zwei ganz verschiedenen Theilen.

1) Aus dem Cartieren im Felde.

2) Aus dem Berechnen des Inhalts aller einzelnen Stücke. Denn der Geometer muß nicht allein eine Karte über die ganze Feldmark machen, sondern auch ein Meßregister über den Inhalt aller einzelnen Figuren, aus denen die Feldmark zusammengesetzt ist, welches zugleich den Inhalt der ganzen Karte gibt. Für die erste dieser Operationen ist der Meßtisch das Hauptinstrument. Für die zweite ist es das Winkelkreuz und die Ruthen.

Ich

Ich werde von jeder besonders handeln, und zuerst die Instrumente beschreiben, die hiebei gebraucht werden.

§. 4.

Beschreibung des Meßtisches.

Der Meßtisch ist auf der ersten Kupfertafel abgebildet, und besteht, wie man sieht, aus drei Füßen, die sich zusammenlegen lassen, und oben in eine runde Scheibe von einem Fuß Durchmesser befestigt sind. Auf dieser Scheibe steht die Nuß, welche das eigentliche Tischchen trägt, das ½ Meter lang und breit ist, und das vermöge der Nuß sich nach allen Richtungen drehen läßt. Die Nuß wird von einer Schraube mit einer Feder angedrückt, welche ihr eine stetige und sanfte Bewegung gibt. Ist das Tischchen in die Lage gebracht, worin es seyn soll, so wird die Schraube ganz fest angezogen, wo es dann unverrückt stehen bleibt. Um die unverrückte Lage des Tischchens beim Zeichnen und beim Ziehen der Linien noch mehr zu sichern, so werden drei meßingene Schrauben unter dasselbe als drei Füße geschroben, auf denen es ruht.

Bei dem Meßtische sind zwei Blätter. Auf das eine wird das Papier aufgeklebt, und dieses wird bei kleinen Karten gebraucht, die ganz auf ein Blatt gehen.

Das zweite Tischblatt ist so wie das abgebildete. Es hat an den zwei Seiten zwei Rollen, mit denen man das Papier ab- und aufwickeln kann. Dieses wird bei größern Messungen gebraucht, wo man sobald ein Blatt voll gearbeitet ist, dieses auf die

Rolle

Rolle linker Hand aufrollt, indem man von der Rolle rechter Hand wieder so viel weiß Papier abwickelt als man nöthig hat. Dieses Blatt wird bei größern Messungen gebraucht.

Zum Meßtisch gehört ein Diopternlineal, mit dem die Winkel visirt werden, wenn die Gegenstände nahe sind. Sind sie entfernt, so bedient man sich der Kippregel mit dem Fernrohr, um die Gegenstände desto schärfer zu sehen. Diese sowohl wie das Diopternlineal sind auf der zweiten Kupfertafel abgebildet.

Der Erfinder des Meßtisches ist Johann Prätorius, Professor der Mathematik zu Altdorf. Er starb ums Jahr 1616. Die Erfindung des Meßtischchens fällt also in die Zeit der Erfindung des Fernrohrs und der Entdeckung der Jupiterstrabanten.

Das Meßtischchen hat folgende Vorzüge vor allen andern Instrumenten, welche man zur Aufnahme einer ganzen Feldmark brauchen kann.

1) Man kann die Längen der gemessenen Linien gleich aufs Papier tragen, und man findet bald jeden Irrthum der hierin etwa begangen würde, weil dann die Figuren nicht schließen.

2) Man findet die Größe der Winkel unmittelbar durch Construktion auf dem Papier, und man vermeidet alle Fehler, die im Messen und im Auftragen derselben statt finden können.

3) Man kann gleich an Ort und Stelle Berge, Wege, Bäche und alles hinzeichnen, um welches man sonst genöthigt ist ein weitläuftiges Tagebuch zu führen, wobei dann doch noch immer manches vergessen wird.

Alles

Alles Cartiren beruhet darauf, daß man eine Figur auf dem Papier macht, die einer Figur auf dem Felde ähnlich sey, und da die Aehnlichkeit der Figuren auf der Gleichheit der Winkel und den gleichen Verhältnissen der Seiten beruht, so müssen alle Winkel auf dem Meßtische den Winkeln auf dem Felde gleich seyn, und alle Linien in demselben Verhältnisse kleiner als die Linien auf dem Felde. Wenn z. B. im Maasstab von $\frac{1}{2000}$ aufgenommen wird, so sind alle Linien auf dem Tisch 2000 mal kleiner als die zugehörigen Linien auf dem Felde. — Dieses letztere erhält man, wenn der verjüngte Maasstab gerade 2000 mal kleiner ist wie die Ruthen, welche man auf dem Felde gebraucht.

Um durch Construktion die Winkel auf dem Papier genau so groß zu erhalten wie die Winkel auf dem Felde, so werden folgende drei Bedingungen vorausgesetzt:

1) Der Winkelpunkt auf dem Tisch muß genau über dem Winkelpunkte auf dem Felde liegen.

2) Die beiden Schenkel des Winkels auf dem Tische müssen den beiden Schenkeln des Winkels auf dem Felde parallel seyn. Dieses setzt voraus, daß

3) die Ebene des Winkels auf dem Tische genau parallel sey der Ebene des Winkels auf dem Felde, das heißt: der Tisch muß horizontal seyn, weil alle Figuren horizontal vermessen werden.

Ein guter Meßtisch muß demnach folgende Eigenschaften haben:

1) Jeder Punkt auf ihm muß sich leicht über jedem Punkte auf dem Felde stellen lassen.

2)

2) Seine Ebene muß sich leicht in die Ebene des zu messenden Winkels bringen lassen, welches jedesmal eine horizontale Ebene ist.

3) Jede Linie auf ihm muß sich leicht jeder Linie auf dem Felde parallel richten lassen.

4) Wenn der Meßtisch in der verlangten Lage ist, so muß er sich hierin so festsetzen lassen, daß keine Bewegung zu befürchten ist.

Beim Meßtische beruht alles auf der Aufgabe: 1) Einen gegebenen Punkt über einen gegebenen Punkt zu stellen, — 2) zugleich eine gegebene Linie in eine gegebene Richtung zu bringen, und endlich 3) zugleich eine gegebene Ebene einer andern Ebene parallel zu machen.

Um diese Aufgabe in aller Schärfe und ohne Versuche zu lösen, so müßte man den Meßtisch sehr zusammengesetzt machen. Zuerst müßte man ihm die gewöhnliche Nuß geben, vermittelst der er horizontal gestellt würde, wodurch dann die letzte Bedingung mit dem Parallelseyn der Ebenen erfüllt würde. Dann müßte er ausser der Nuß noch einen Zapfen haben, um den er sich horizontal so herum drehen könne, daß jede Linie auf ihm jeder Linie auf dem Felde könne parallel gemacht werden. Endlich müßte er sich noch in zweien Ruthen rechts und links verschieben lassen, und in zweien andern vorwärts und rückwärts, so daß jeder Punkt auf ihm genau über jeden Punkt auf dem Felde könne gebracht werden.

Allein ein solcher Meßtisch würde sehr zusammengesetzt werden, und die Einfachheit verlieren, welche die schönste Eigenschaft an geometrischen

Instru-

Instrumenten ist. Man hat vielleicht zehn verschiedene Arten von Meßtischen, welche dadurch entstanden sind, daß sie eine oder mehrere der verlangten Eigenschaften haben sollten, und die alle mehr oder minder unbrauchbar sind, weil durch das Zusammengesetzte die Festigkeit des Tisches und seine Leichtigkeit verloren geht, wenn man das auch nicht in Anschlag bringen will, daß sie, da alle Bewegungen von Meßing sind, sehr theuer werden. Ein Meßtisch, der nicht fest ist, gibt nie genaue Winkel, und ein Meßtisch, der schwer ist, ist sehr beschwerlich auf dem Felde immer bei sich zu führen.

Wenn man untersucht, welche Genauigkeit sich überhaupt mit einem Meßtische erreichen läßt, und zu welchen Arbeiten er bestimmt ist, so wird man finden, daß jene Einrichtungen sehr überflüßig sind. Denn alle Karten werden auf Papier gezeichnet, welches sich, je nachdem es feucht oder trocken ist, mehr oder weniger ausdehnt, und zwar in die Länge immer in einem andern Verhältnisse als in die Breite. Wenn man daher auch durch straffes Aufspannen auf dem Meßtische es dahin bringt, daß es sich nicht zusammenziehen kann, so wird es dieses doch jedesmal thun, sobald es vom Meßtische abgenommen ist, und schon hieraus folgt, daß gerade weil alle Karten auf Papier gezeichnet werden, sie nie eine Genauigkeit haben können, die größer ist als es die Natur des Körpers erlaubt, auf dem sie gezeichnet werden.

Ferner werden alle Linien, die die Winkel einschließen, mit Bleistift oder mit der Zirkelspitze gezogen, und ihre Dicke beträgt immer mehrere Minuten, wenn sie auch noch so fein sind. Dieses

setzt eine zweite Grenze in der Genauigkeit aller Arbeiten mit dem Meßtische.

Endlich ist der Theil der Oberfläche der Erde, der mit dem Meßtische aufgenommen wird, nie sehr groß. Eine Feldmark ist gewöhnlich nur 1000 bis 2000 Morgen groß, und die Linien in ihr haben daher keine bedeutende Länge. Soll ein ganzes Land aufgenommen werden, so kommen Linien vor, die eine Länge von mehreren Stunden haben, und für diese wäre die Genauigkeit, die der Meßtisch geben kann, nicht hinreichend. Allein die Länge von diesen wird mit dem Spiegelsextanten bestimmt, (welches im dritten Theile gelehrt wird); und erst nachdem durch die verschiedenen Dreiecksysteme die genaue Entfernung einer Menge Punkte bestimmt ist, werden mit dem Meßtisch die Flurkarten aufgenommen, deren Ausspannung sich auf diese trigonometrisch berechneten Punkte gründet, die nicht über 1000 oder 1500 Meter von einander entfernt sind, und wo also alle Fehler des Meßtisches zwischen diesen eingeschlossen bleiben, und also nie bedeutend anwachsen können.

§. 5.

Will man einen Winkel vom Felde auf den Meßtisch bringen, so verfährt man dabei auf folgende Weise.

Zuerst stellt man den Meßtisch nach dem Augenmaße so über den Punkt A auf dem Felde, daß a auf dem Tische beiläufig über A liegt, dann dreht man ihn so um die Nuß, daß die Linie ab beiläufig in die Richtung von AB auf dem Felde kommt.

End-

Endlich macht man den Tisch mit Hülfe der drei beweglichen Füße auch beiläufig horizontal.

Auf diese vorläufige Operation folgt die seiner genauen Einstellung. Man setzt die Zange mit dem Loth auf den Punkt a, und schraubt sie feste, dann gibt man dem Tische eine sanfte auf die Seite gehende Bewegung, indem man den Fuß von der Seite, wo das Loth hin soll, auszieht, oder den gegenüber stehenden einzieht. — Auf diese Weise kann man allen Tischen, deren Füße sich auf dem Mittelpunkt zu bewegen, immer eine sanfte Seitenbewegung geben.

Hiedurch kommt nun der Punkt a auf dem Tische genau über A auf dem Felde, aber der Tisch verliert seine horizontale Lage. Diese wird nun mit Hülfe der Nuß wieder hergestellt, indem das Dosen-Niveau auf den Tisch gestellt, und hierauf das Blatt horizontal gerichtet wird.

Sobald das Niveau anzeigt, daß der Tisch horizontal ist, so werden die drei Stellschrauben unter das Blatt geschroben, aber so, daß sie das Blatt kaum berühren, und es sich noch frey über sie wegbewegen kann.

Nun folgt die letzte Operation. Man legt das Lineal mit dem Visierrohr an die Linie a b und dreht nun den Tisch langsam herum, bis man das Zeichen am B mitten im Fernrohr hat, wo dann die Linie a b auf dem Tische auch der Linie A B auf dem Felde parallel ist.

Auf diese Weise wird das Problem, den Meßtisch 1) in eine gegebene Ebene, 2) in eine gegebene Richtung, und 3) über einen gegebenen Punkt zu stellen, ohne Schwierigkeit in ein paar Minuten

gelöst.

gelöst. Zwar geht der Punkt a wieder etwas von A ab, wenn man den Tisch genau horizontal stellt, und genau in die Richtung A B bringt. Allein da der Tisch immer nahe in der gegebenen Ebene und in der gegebenen Richtung bleibt, so ist dieses so wenig, daß es keinen merklichen Einfluß hat. Denn gesetzt, man fehlte 1 Zoll, daß der Punkt a nicht über A wäre, so machte dieses bei einer Linie von 50 Fuß Länge, noch kein Viertel Procent, auch wenn der Fehler sich an beiden Seiten häufte; und es ist sehr selten, daß man mit dem Meßtische Linien visiert, die nur 50 Fuß lang sind. Sind die Linien länger, so ist der Einfluß, den diese Excentricität auf die Genauigkeit der Winkel hat, noch geringer. Ueberhaupt ist es auch wohl schwer auf dem Felde bis auf 1 Zoll über den wahren Winkelpunkt sicher zu seyn, wenn man nicht gerade Grenzsteine mit eingehauenen Kreuzen hat.

Will aber ein Geometer die Genauigkeit so weit treiben, daß er bei keinen Winkeln eine Excentricität erlaubt, so kann er dieses, indem er die zweite Operation wiederholt. Durch bewegen der Füße bringt er den Punkt a wieder über A, — mit Hülfe der Wasserwaage macht er den Meßtisch wieder horizontal, und mit dem Visierlineal bringt er ihn wieder in die gegebene Richtung. Der Punkt a wird dann wahrscheinlich bis auf ein paar Linien genau über A seyn.

§. 6.

Alles Aufnehmen mit dem Meßtische besteht darin, daß man Vielecke auf dem Tisch macht, welche den Vielecken auf dem Felde ähnlich sind.

Soll

Soll eine Feldmark aufgenommen werden, so fängt der Geometer, nachdem er alle Grenzen berichtigt hat, seine Arbeiten damit an, daß er eine Anzahl Vielecke mit Zielstäben (Pikets) in ihr absteckt, die er auf den Meßtisch bringt.

Das Abstecken fängt er da an, wo die Aussicht am schwierigsten ist, z. B. mitten im Dorf. Dann steckt er in Entfernungen von 2, 3, 4 oder 500 Fuß Zielstäbe zum Dorfe hinaus, doch so, daß er den ersten wenigstens von ein paar Punkten sehen kann. Ist er erst einmal aus dem Dorfe und aus den Gartenhecken heraus, dann wird die Aussicht gewöhnlich schon freier, und er kann die Zielstäbe schon so stecken, daß sie Dreiecke bilden, welches immer der Fall ist, sobald er von zweien Punkten a und b auch den dritten c schon kann. Im Dorfe und zwischen den Gärten ist durch die Hecken und die krummen Wege, die Aussicht gewöhnlich so beschränkt, daß man zwar Vielecke abstecken kann, aber keine aus denen sich durch Schneiden, Dreiecke bilden ließen. Bei diesen muß man alle Linien unmittelbar messen, und nach dem verjüngten Maasstabe aufs Papier tragen.

Hingegen ums Dorf und die Gärten herum, kann man die Zielstäbe gewöhnlich so stecken, daß sie beinahe gleichseitige Dreiecke formiren, und dann kann die ganze Flur mit dem Meßtische triangulirt werden. Man steckt nämlich zwei Pikets, A und B so, daß sie eine Standlinie von etwa 2 oder 300 Meter zwischen sich haben. Auf den einen Punkt A stellt man den Meßtisch, und richtet ihn mit Hülfe der Magnetnadel genau nach Norden. Dann zieht man aus dem Punkte a mit Hülfe

des

des Visierrohrs nach den benachbarten Zielstäben C, D, E, F Linien aufs Papier. Dann wird die Linie A B auf dem Felde gemessen, und nach dem verjüngten Maasstabe von a nach b getragen. Darauf setzt man den Meßtisch in B und dreht ihn bis b a wieder in der Richtung B A ist, und schneidet nun wieder auf die benachbarten Pikets C, D, E, F, wo diese die erste Linien durchschneiden, entstehen die Punkte c, d, e, f auf dem Tische, welche dieselbe Lage gegeneinander haben, wie die zugehörigen Punkte auf dem Felde, und man kann nun die Linien b c, b d, b e, b f u. s. w. als eben so viele Standlinien betrachten, auf denen man weiter um das Dorf herum triangulirt. Ist auf diese Weise die ganze Feldmark triangulirt, so mißt man die letzte Seite X Y auf dem Felde, und sieht ob sie mit der letzten Seite x y auf dem Tische übereinstimmt, welches eine sehr sichere Probe für die Genauigkeit der Arbeit gibt.

Beim Abstecken fängt man mit dem schwersten an, und hört mit dem leichtesten auf. Beim Trianguliren ist es umgekehrt. Nachdem man den leichtesten Theil der Feldmark fertig, und mit Dreiecken überzogen hat, so geht man zu dem Theile, wo die Aussicht zu beschränkt ist, um Dreiecke zu machen. Man schneidet dann von allen Seiten zwischen den Gärten durch zum Dorfe hinein, und mißt von einem Piket zum andern die Länge der Linien, die dann nach dem verjüngten Maasstabe aufgetragen werden. So wie man durchs Dorf durch ist, und an der andern Seite wieder auf die feste Punkte kommt, die man bereits auf dem Meßtische

tische hat, so müssen die Linien wieder aneinander schließen, wenn mit Sorgfalt gearbeitet worden.

§. 7.

Dieses ist das allgemeine Verfahren mit dem Meßtische. Man sieht, daß es ein Trianguliren ist, bei dem die Dreiecke nicht berechnet werden, sondern mechanisch gezeichnet. Soll dieses mit der vorgeschriebenen Genauigkeit geschehen, so wird folgendes vorausgesetzt:

1) Die Ruthen, mit der die Standlinie auf dem Felde gemessen wird, müssen die richtige Länge haben.

2) Der verjüngte Maasstab muß genau 1000 oder 2000 mal kleiner seyn als die Ruthen, wenn im Maasstabe von $\frac{1}{1000}$ oder $\frac{1}{2000}$ aufgenommen wird.

3) Da der Winkelpunkt a auf dem Tische genau über den Winkelpunkt A auf dem Felde seyn muß, so muß das Loth genau unter der Spitze der Gabel hangen, wenn diese horizontal gehalten wird.

4) Der Meßtisch muß genau horizontal stehen, damit die Winkel in der Ebene gezeichnet werden, in der alles gemessen wird.

5) Der Meßtisch muß sich in allen Stationen genau parallel bleiben, oder welches dasselbe ist: alle Linien auf dem Tische sind immer den zugehörigen Linien auf dem Felde parallel.

6) Die Achse des Fernrohrs muß der Schärfe des Lineals parallel seyn.

7) Wenn der Tisch horizontal steht, so muß das Fernrohr sich genau in einer senkrechten Ebene

herum-

herumdrehen, wenn auf hohe und tiefe Gegenstände visiert wird.

1) Was die Genauigkeit der Ruthen und verjüngten Maasstabe betrifft, so ist diese schon im ersten Theile S. 111 näher bestimmt, wo von den Instrumenten des Feldmessers gehandelt wird.

2) Die Genauigkeit der Gabel läßt sich leicht durch bloßes Ansehen bestimmen. Auch würde selbst ein Fehler von 1 oder 2 Linien von keinem merklichen Einfluß seyn.

3) Die Dosen Niveaus, welche zum Horizontalstellen des Meßtisches gebraucht werden, bedürfen gewöhnlich keiner Correktion, da sie auf der Drehbank abgedreht werden, wo ohnehin alles rechtwinklicht wird. Auch hat es auf die Genauigkeit der Winkel keinen merklichen Einfluß, wenn der Meßtisch um 1 oder 2 Grad gegen den Horizont geneigt ist. Denn dieser Einfluß ist bei Winkeln von 30 bis 90 Grad völlig unmerklich, weil diese Winkel sich doch nicht genauer als etwa bis $\frac{1}{10}$ Grad auf dem Papier mit Bleistift zeichnen lassen, wenn ihre Schenkel nur $\frac{1}{10}$ Meter lang sind. Bei sehr spitzen und sehr stumpfen Winkeln ist der Einfluß, den die Neigung ihrer Ebene hat, größer, allein diese muß man ohnehin mit dem Meßtische vermeiden, weil die Linien, die sich unter sehr spitzen oder stumpfen Winkeln schneiden, lange aneinander wegschleifen, ohne daß man genau ihren Durchschnittspunkt angeben kann.

4) Wenn der Meßtisch horizontal steht, so muß das Visierrohr sich in einer senkrechten Ebene bewegen. Man untersucht dieses, indem man an der senkrechten Kante eines Hauses oder an einer

Lothlinie, die man auf die Wand desselben gezogen hat, hinauf und hinab visiert. Bleibt der Kreuzfaden immer auf dieser Linie, so ist die Bewegung senkrecht. Weicht er davon ab, so gibt man das Visierrohr dem Künstler zurück, welcher diesen Fehler ändern muß. Indeß, da man seine Instrumente nie bei mittelmäßigen Künstlern machen läßt, so kommt man nicht in den Fall eine Kippregel zu erhalten, die sich nicht senkrecht auf die Fläche des Lineals bewegte, weil der Künstler dieses selber früher untersucht, ehe er das Instrument abliefert.

5) Ob die beiden Schärfen des Lineals unter sich parallel sind, hat auf die Größe der Winkel keinen Einfluß, wenn man nur immer an derselben Schärfe hinzieht. Indeß ist es nicht schwer für den Künstler dieses zu erhalten, und es ist leicht für den Landmesser es zu untersuchen.

Um zu bestimmen ob beide Seiten des Lineals einander parallel sind, so stellt er den Meßtisch horizontal, visiert nach einem etwa 2000 Fuß entfernten Gegenstande, und zieht an der einen Seite des Lineals eine Linie auf den Tisch. An diese legt er dann die andere Seite des Lineals, und wenn das Fadenkreuz im Fernrohr alsdann noch denselben Gegenstand schneidet, so sind beide Seiten des Lineals einander parallel. Denn der Unterschied, der aus der Breite des Lineals herrührt, beträgt, sobald der Gegenstand 2- oder 3000 Fuß entfernt ist, nur wenige Sekunden, und ist unmerklich, weil Linien, die so nahe aneinander weglaufen, und sich erst in einer so großen Entfernung schneiden, ohne Fehler als Parallellinien können angesehen werden.

6) Ob

6) Ob die Sehachse des Fernrohrs d der Schärfe des Lineals parallel ist, wird auf folgende Weise untersucht: Man legt das Visierrohr verkehrt auf den Meßtisch, so daß das Fernrohr unter dem Meßtisch hängt, und legt an die andere Seite ein kleines Gewicht darauf, damit es nicht herunter falle. Dann visiert man ein etwas entfernt stehendes Piket, und zieht eine feine Linie an der Schärfe des Lineals vorbei. Darauf dreht man das Lineal um, so daß das Fernrohr ober den Meßtisch kommt, legt die Kante des Lineals an die gezogene Linie, und sieht zu ob das Fadenkreuz den Gegenstand noch schneidet. Man findet auf diese Weise jedesmal den doppelten Fehler. Wenn die Ebene der Sehachse der Schärfe des Lineals nicht parallel ist, so ändert dieses die Größe der Winkel auf dem Meßtische nicht, weil dieser Fehler bei allen Linien derselbe ist. Allein wenn die Arbeiten mehrerer Geometer aneinander stoßen, welche unter sich durch feste Punkte verbunden sind, und deren Tischblätter zugleich lauter aneinander schießende Quadrate bilden sollen, so hat dieses Einfluß, weil nicht alle denselben Fehler haben. Wenn daher der Geometer findet, daß die Sehachse seines Fernrohrs der Schärfe des Lineals nicht parallel ist, so verbessert er diesen Fehler durch die Stellschrauben.

7) Endlich könnte man noch fragen: Ob die Breite des Lineals keinen Einfluß auf die Genauigkeit der Winkel habe, da man über die Mitte visiert, und die Linien an der Seite desselben gezogen werden?

Dieses hat indeß keinen merklichen Einfluß, weil, wenn die Gegenstände sehr weit entfernt

 sind,

sind, es sich von selbst versteht, daß die beiden Linien, wovon eine durch die Mitte des Lineals und die andere an die Seiten desselben gezogen werden, als parallel können angesehen werden, auch wenn das Lineal 2 Zoll breit wäre.

Sind aber die Gegenstände nahe, aber gleich weit entfernt, so hat es wieder keinen Einfluß, weil es sich bei beiden auf gleiche Weise aufhebt. Ist aber ein Gegenstand entfernt, und der andere nahe, z B. der eine 1000 Fuß, und der andere nur 100, so würde der Winkel um mehrere Minuten unrichtig werden. Allein wenn der eine Schenkel des Winkels nur 100 Fuß lang ist, so macht dieses im Maasstab von $\frac{1}{1000}$ nur 1 Zoll, und bei einem so kleinen Radius kann man den Werth eines Winkels ohnehin nicht bis auf 15 oder 20 Minuten bestimmen. Man braucht also in keinem Falle darauf Rücksicht zu nehmen, daß man die Winkel über die Mitte des Lineals visiert, und an der Seite das Lineal zeichnet.

Anmerk. 1. Wenn man die Größe der Fehler kennen will, welche in den Winkeln dadurch entstehen, daß der Meßtisch entweder nicht genau horizontal steht, oder daß das Fernrohr sich nicht senkrecht bewegt, oder daß die Linien über die Mitte des Lineals visiert und an der Seite desselben gezeichnet werden, so muß man dieses nach trigonometrischen Formeln berechnen. Dieses gehört aber nicht für den Geometer, sondern für den Trigonometer, und ich werde es deswegen erst im dritten Theile lehren. Der Geometer, der seine Dreiecke nicht berechnet, sondern mechanisch zeichnet, kann aber doch untersuchen ob dieses einen merklichen Einfluß auf die Winkel hat, auch ohne

daß

daß er es berechnet. Will er z. B. wissen, welchen Einfluß auf die verschiedenen Winkel eine Neigung des Meßtisches hat, so stellt er ihn zuerst genau horizontal, und beobachtet einige Winkel. Dann neigt er ihn um 1 oder 2 Grad, und beobachtet nun dieselben Winkel, und sieht wie viel dieses von einander abweicht. — Eben so kann er untersuchen, welchen Einfluß eine nicht senkrechte Bewegung des Fernrohrs hat, wenn er an die Seite unters Lineal ein paar Kartenblätter legt, wo dann die Kippregel sich nicht mehr senkrecht bewegt. Auf diese Weise kann er alle Fehler bei seinen Instrumenten voraussetzen und ihren Einfluß untersuchen. Findet er nun, daß der Einfluß kleiner ist, als daß er ihn bemerken könnte, so kann er sich ihrer mit völliger Gewißheit bedienen. Findet er aber, daß der Einfluß merklich ist, so muß er sie dem Künstler zurückgeben, daß er sie verbessere, denn der Geometer muß nie mit Instrumenten arbeiten, über deren Fehler er eine besondere Rechnung führen muß, weil die Zeit, die er darauf verwendet, ihm von niemanden vergütet wird.

Anmerk. 2. Es bedarf wohl keiner Erinnerung, daß beim Diopternlineal auf dieselbe Weise untersucht wird, ob die Dioptern senkrecht und der Schärfe des Lineals parallel sind.

§. 8.

Die meiste Aufmerksamkeit muß der Geometer aufs Abstecken der Feldmark mit den Zielstäben verwenden, damit er so viel möglich gleichseitige Dreiecke erhält, und auch nicht mehrere als er nöthig hat, etwa 30 bis 40 bei einer Feldmark mit einem Dorfe, die zugleich von ein paar kleinen Thälern durchschnitten ist, und 1000 bis 2000 metrische Morgen groß ist. Bei der Begrenzung der einzel-

nen

nen Stücke hat er schon die Feldmark nach allen Richtungen durchgangen, und er kann sich nun mit Bleistift einen Plan entwerfen, wie er sie triangulieren, und wo er seine Standlinien messen will.

Nachdem er an die Eckpunkte seiner Standlinien ein paar kleine Signale von 12 bis 15 Fuß gestellt hat, so fängt er das Abstecken der Dreiecke des Morgens früh an, damit er es, wo möglich, in einem Tage vollende. Auf jedes Piket schreibt er eine Nummer, 1, 2, 3... und zeichnet zugleich die Figur mit diesen Nummern in sein Tagebuch. Er macht, wie schon oben bemerkt worden, immer den Anfang mit dem schwierigsten Punkte, etwa mitten im Dorfe, weil es ungleich leichter ist, sich zum Dorfe mit wenig Pikets hinauszustecken als zum Dorfe hinein. — So wie er im Freien ist, steckt er einen Kreis Pikets ums Dorf, so daß er von einem aufs andere sehen, und wo möglich auch noch das eine oder andere von den Pikets die im Dorfe stehen, weil es ihm hiedurch oft gelingt, die Spitze eines Dreiecks ins Dorf hineinzulegen.

Von den Zielstäben, die ums Dorf stehen, steckt er nun nach allen Seiten Dreiecke ab, bis an die Grenze der Feldmark, wobei er sich dann so an die Signale der Standlinie anschließt, daß diese schickliche Dreieckpunkte werden.

Bei der Stellung der Pikets muß er sich theils nach der Aussicht richten, und theils darnach, daß sie schickliche Dreieckpunkte bilden. Erlauben es die Umstände, daß er sie zugleich auf feste Punkte stellen kann, z. B. an Grenzsteine, Kreuzwege u. dgl. so ist es um so besser, weil er diese ohnehin in seiner Karte bemerken muß. Auch thut er wohl,

daß

daß er seine Standlinien zwischen zwei Grenzsteinen mißt, wenn solche zu finden sind, die eine schickliche Lage hiezu haben, weil dann die Standlinie und ihre Länge immer leicht kann wieder gefunden werden.

Hat er nun alle Pikets stehen, und das figurirte Dreiecknetz in sein Tagebuch eingezeichnet, so läßt er des Abends die Pikets wieder ausziehen, damit sie ihm des Nachts nicht weggenommen werden. Um die Stellen, wo sie standen, leicht wieder zu finden, so läßt er ein kleines Pfälchen hinein schlagen. Doch kann man gewöhnlich die Zielstäbe, welche mitten im Felde und entfernt von Wegen sind, stehen lassen, ohne zu befürchten, daß sie weggenommen werden.

Den folgenden Morgen fängt er nun damit an, die Standlinie zweimal und mit aller Sorgfalt zu messen und auf den Tisch zu tragen. Bei diese Linie schreibt er die Länge nach beiden Messungen, und nimmt aus ihnen das Mittel. Er läßt dann wieder so viel Pikets einstellen als er an dem Tage noch glaubt schneiden zu können, und fängt das Triangulieren an, indem er den Meßtisch auf die beiden Endpunkte der Standlinie stellt, und auf die Pikets schneidet, welche mit der Standlinie, oder aber mit einer Linie, die an die Standlinie stößt, gute Dreiecke bilden. Er kann dieses aus dem Netze, welches er in sein Tagebuch gezeichnet, leicht beurtheilen. Denn Linien zu ziehen, die sich mit andern Linien nur unter sehr spitzen oder sehr stumpfen Winkeln schneiden, kann zu nichts dienen, da man bei diesen nie den wahren Durchschnittspunkt bestimmen kann, weil sie zu lange an

einan-

einander wegschleifen. — Bei jeder Linie schreibt er die Nummer vom Piket auf das sie gezogen wird.

Ist ein Thurm oder eine Kapelle, oder sonst eine ausgezeichnete Spitze im Dorf, wie ein Blitzableiter, eine Wetterfahne, oder Vogelstange, so schneidet er diese von der Standlinie und von jeder Station fest, von wo er sie sehen kann. Dieses gibt ihm den Vortheil, daß er immer sieht wie genau er gearbeitet hat, denn alle Schnitte müssen immer sehr nahe durch denselben Punkt auf dem Meßtische gehen.

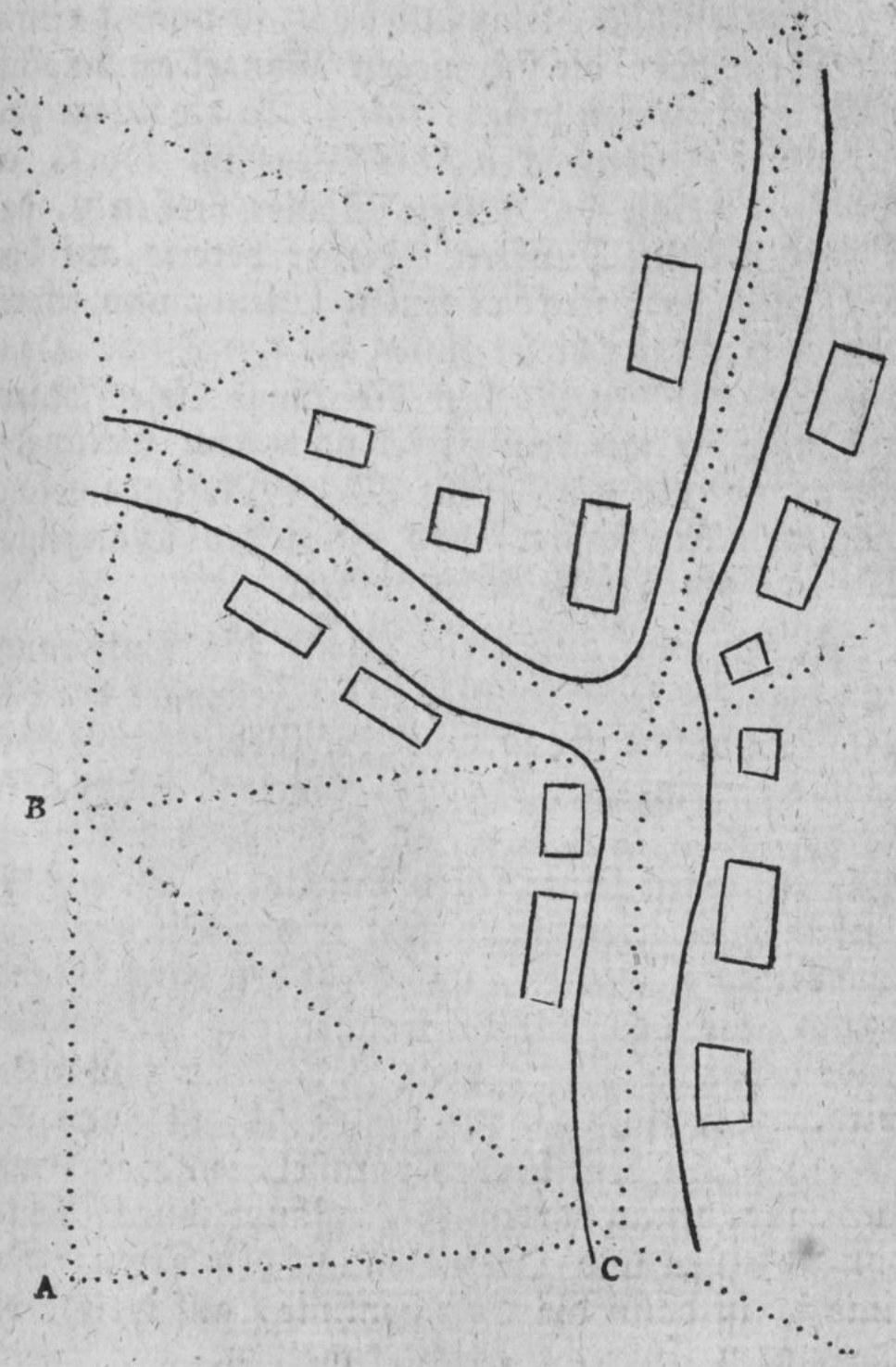
Die Seiten von den Dreiecken, die er auf dem Meßtische erhält, sieht er nun wieder als neue Standlinien an, und triangulirt auf diesen wieder weiter, bis er an die Grenze der Feldmark kommt, wo er die letzte Dreieckseite als Verifications-Standlinie auf dem Felde mit den Ruthen mißt, und die gefundene Länge mit der vergleicht, die er auf dem Meßtische hat. Bei diese Linie schreibt er die Länge, die sie auf dem Papier hat, und auch die Länge, die er auf dem Felde gefunden, damit jeder, der die Messung sieht, beurtheilen könne, wie genau gemessen worden.

Dieses Trianguliren thut er wo möglich an einem heitern Tage, weil dann die Luft viel durchsichtiger ist, und er die Gegenstände viel schärfer sieht. Auch ist beim Sonnenscheine das Papier auf dem Tische schärfer gespannt, und die Schnitte werdnen genauer. Wenn die Luft feucht wird, welches besonders beim fallenden Thau ist, dann wird das Papier schlaff und runzelicht, und keine Schnitte werden genau. Ganz kleine Arbeiten, wie z. B. das Einzeichnen einzelner Häuser und

Gärten,

Gärten, können dann zwar gemacht werden, weil die Ausdehnung auf ganz kleinen Linien wenig beträgt.

Fig. 125.



§. 9.

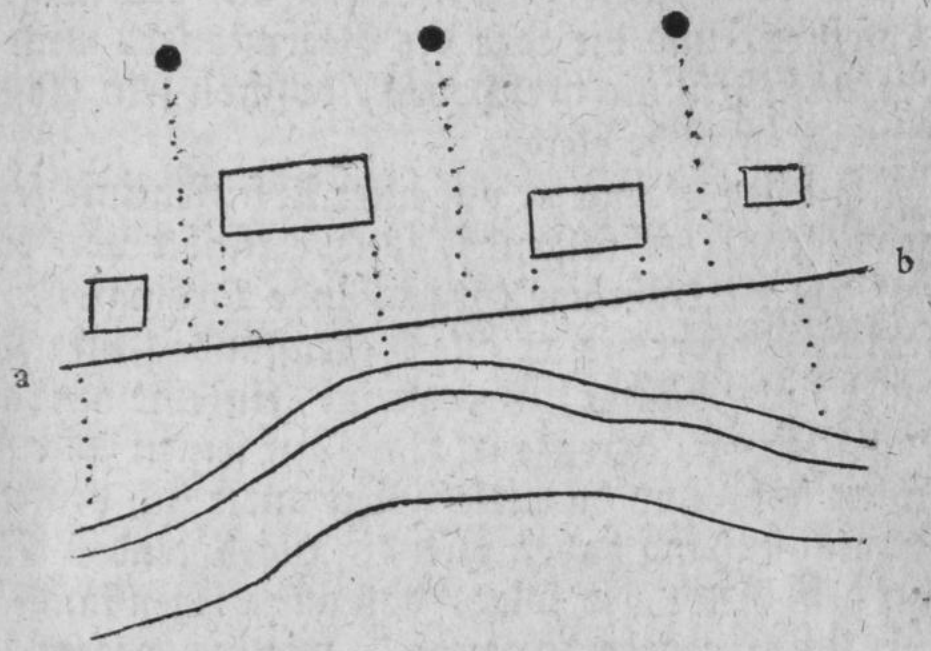
§. 9.

Nachdem er alles, was sich in der Feldmark trianguliren läßt, triangulirt hat, so nimmt er nun die Theile vor, die sich wegen Mangel an Aussicht nicht trianguliren lassen, wie z. B. die Wege zwischen den Gartenhecken, die Wege im Dorf, die Bäche, welche durch enge Thäler fließen u. dgl. Von den festen Punkten, die er bereits auf dem Meßtische hat, steckt er Linien hinein, und schneidet die Richtung dieser Linien auf den Tisch. Dann mißt er mit den Ruthen die Länge dieser Linien, und trägt sie mit dem Zirkel nach dem verjüngten Maasstabe auf den Tisch. Diese Methode befolgt man in allen Fällen, wo einen der Mangel an Aussicht am Trianguliren hindert.

Wenn nun auf diese Weise die Entfernung und Lage der Hauptpunkte in der Feldmark auf dem Tische bestimmt ist, so fängt der Geometer die Aufnahme der einzelnen Häuser, Gärten, Baumhöfe, Felder, Wiesen u. s. w. an. Er stellt den Meßtisch auf einen seiner festen Punkte, z. B. auf den mitten im Dorfe; dann legt er das Visierrohr an eine der Dreieckseiten, und dreht den Tisch so lange herum, bis das Piket, welches auf dem andern Ende der Linie steht, vom Fadenkreuz geschnitten wird. Die Linie a b auf dem Tische ist dann der Linie A B auf dem Boden parallel, und er bringt nun alle benachbarten Gegenstände durch Hülfe von Abscissen und Ordinaten auf den Tisch. Die Linie a b ist dann die Abscissenlinie, auf welche die Ordinaten senkrecht errichtet werden.

Fig.

Fig. 126.



Es ist vortheilhaft im Messen die Abscissenlinie so nahe wie möglich an den Gegenständen, die cartiert werden sollen, vorbei zu legen, weil hiedurch die Ordinaten sehr kurz und daher bequem zu messen sind. Da es mit dem Meßtische sehr leicht ist nach allen Richtungen Abscissenlinien zu ziehen, so kann der Geometer immer solche auswählen, welche ihm die meiste Bequemlichkeit im Messen geben. Wenn er in der Richtung der Abscissenlinie eine lange und dabei leichte Kette ausspannt, so kann er auf dieser immer die Meter abzählen, und die Senkrechten mit den Ruthen messen. Den Ort, wo die Senkrechte die Kette trifft, bestimmt er mit dem Winkelkreuz, dieses nach dem bloßen Augenmaße zu thun, ist nicht geometrisch, denn obschon ein

kleiner

kleiner Fehler im rechten Winkel keinen bedeutenden Einfluß auf die Länge der Senkrechten hat, so hat es doch einen desto stärkern auf die Länge der Abscissen, und die Lage des Gegenstandes wird auf der Abscissenlinie verschoben, obschon sein Abstand von ihr derselbe bleibt.

Ist der Geometer auf einer Abscissenlinie fertig, geht er auf die folgende, und errichtet von dieser auf alle merkwürdige Gegenstände Ordinaten. Er setzt dieses fort bis er alle Gegenstände seiner Feldmark, als Häuser, Grenzsteine, einzelne merkwürdige Bäume, Kreuze u. s. w. auf seinen Abscissenlinien hat, und da diese Linien unter sich denselben Zusammenhang haben wie die zugehörenden Linien auf dem Felde, so folgt, daß alle Gegenstände auf der Karte gerade so liegen, wie die Gegenstände auf dem Felde. Der erste Theil der Aufgabe, welcher das Cartiren betrifft, ist dann gelöst, sobald er alle Bleilinien in Tusch ausgezogen, die Berge schraffirt und die Karte illuminirt hat.

§. 10.

1) Man sieht aus dem bisherigen, daß das Aufnehmen mit dem Meßtische nicht schwierig ist, denn alle Winkel werden mechanisch auf eine horizontale Ebene gezeichnet, die Gegenstände mögen hoch oder tief liegen, und die Linien, deren Länge der Geometer messen muß, kann er immer so errichten, wie sie ihm die meisten Bequemlichkeiten darbieten. — Wird hingegen eine Feldmark mit Parallellinien aufgenommen, so hat man das Unbequeme, daß man immer gerade fortmessen muß, der Boden mag noch so ungünstig zum Li-

nien-

nienmessen seyn, und diese Linien, welche als Abscissenlinien gebraucht werden, liegen oft weit von den Gegenständen, die man auf die Karte bringen will, wie z. B. Grenzsteine, Häuser u. s. w. und man hat dann sehr lange Perpendikel als Ordinaten zu messen.

2) Wenn der Meßtisch auf der ersten Station mit Hülfe der Magnetnadel nach Norden ist gestellt worden, so bleibt auf allen andern Stationen diese Seite nach Norden gerichtet, weil der Meßtisch durch das Zurückvisiren beim Einstellen immer wieder seiner ersten Lage parallel wird.

Denn wenn der Meßtisch auf der ersten Station steht, so liegt der Punkt a über A auf dem Felde, und die Linie a b auf dem Tische ist der Linie A B auf dem Felde parallel. Kommt man auf die zweite Station, so wird der Punkt b über B gebracht, und der Meßtisch gedreht, bis die Linie b a der Linie B A auf dem Felde parallel ist. Eben so geht es auf der dritten, vierten, fünften Station, und der Meßtisch bleibt immer der ersten und allen vorigen Stationen parallel. Daher sind, sobald der Tisch in irgend einer Station eingestellt ist, alle Linien auf dem Tische den zugehörenden Linien auf dem Felde parallel. Alle Winkel auf dem Tische sind daher allen Winkeln auf dem Felde gleich. Die Linien auf dem Tische sind alle in demselben Verhältnisse kleiner wie die Linien auf dem Felde, und alle Figuren auf dem Tische sind daher den Figuren auf dem Felde ähnlich.

3) Weil alle Linien auf dem Tische den zugehörigen Linien auf dem Felde parallel sind, so hat der Geometer ein leichtes Mittel, die Genauigkeit

seiner

seiner Arbeit zu untersuchen. Wenn er den Tisch auf einer Station eingestellt hat, so legt er das Visirrohr an den Stationspunkt und an einen andern Punkt, der schon auf dem Tische geschrieben ist, z. B. der Kirchthurm. Wenn nun der Tisch richtig steht, so muß die Linie auf dem Tische der Linie auf dem Felde parallel seyn, und das Fadenkreuz den Thurm schneiden. Schneidet es ihn nicht, so ist ein Fehler vorgefallen, den er aufsuchen muß. Indeß wird dieses sehr selten einem Geometer begegnen, welcher mit Sorgfalt arbeitet, und einen guten Meßtisch hat. Besonders wenn er darauf achtet, daß er das Visirlineal beim Zurückvisiren immer scharf an die gezogene Linie legt. Dieses hat den meisten Einfluß auf die Genauigkeit der Winkel. Da der Meßtisch so fest ist, daß er sich beim Linienziehen nicht bewegt, und man zugleich in dem Fernrohr jeden Gegenstand sehr scharf sieht, so werden die Linien auf dem Tische den Linien auf dem Felde äusserst genau parallel.

4) Man kann zwar mit der Magnetnadel den Meßtisch immer wieder parallel stellen, aber dieses geht nicht so schnell und nicht so genau als wenn man auf Punkte zurück visirt, welche bereits auf dem Meßtische fest sind, und da man in allen Fällen, auch selbst in Waldungen und tiefen Thälern, wenn die Aussicht auch noch so sehr beschränkt ist, wenigstens den Punkt sehen kann, wo man herkommt, und den wo man hin will, so kann man mit dieser Methode auch überall durchkommen, so lange man nur die Entfernung der Punkte, wo man herkommt und hin will, auch auf dem Boden messen,

sen, und nach dem verjüngten Maasstabe auf den Tisch tragen kann.

5) Wenn man den Meßtisch auf dem Felde mit der Magnetnadel nach Norden orientirt hat, so kann man, wenn man zwei andere Punkte A und B auf dem Felde sehen kann, die man schon auf dem Meßtische als a und b fest hat, den Punkt m bestimmen, wo man steht. Denn da alle Linien auf dem Mißtische den zugehörigen Linien auf dem Felde parallel sind, so braucht man nur das Visirrohr an a zu legen, und nach A zu sehen, um die Linie am auf dem Papier zu finden. Legt man auf dieselbe Weise das Lineal an b, und visirt nach B, so findet man die Linie bm, und wo diese die Linie am durchschneidet, liegt der Punkt m auf dem Tische der über M auf dem Felde ist.

Ist noch ein dritter Punkt d sichtbar, so kann man über diesen nach D visiren, und die Linie md wird ebenfalls durch den Punkt m gehen. Auf diese Weise müssen, wenn genau gearbeitet ist, und der Tisch gut orientirt, alle Linien die über feste Punkte auf dem Tisch nach den zugehörigen festen Punkten auf dem Felde gezogen werden, sich in m schneiden.

Ist der Tisch nicht genau orientirt, so schneiden sich die Linien nicht in einem Punkte, und man kann leicht nach dem Augenmaas beurtheilen, wo der Punkt m liegt. Man bezeichnet mit Bleistift diese Stelle, legt an sie und den Punkt a das Lineal, und dreht den Tisch bis A vom Fadenkreuz im Fernrohr geschnitten wird. Dann legt man das Lineal an b, und visirt nach B, und endlich an d, und sieht ob alle drei Linien sich in einem Punkte

schnei-

schneiden, wo dann der Meßtisch genau orientirt ist.

Man sieht, daß dieses eine Näherungsmethode ist, bei der man seinen Zweck gewöhnlich schon bei der zweiten Näherung erreicht, wenn nämlich die Magnetnadel gut ist, und durch diese die Ungewißheit des Orientirens schon in enge Grenzen eingeschlossen ist. Wenn das Wetter ruhig und die Magnetnadel 5 Zoll lang ist, so kann man immer bis auf $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{8}$ Grad sicher seyn.

§. 11.

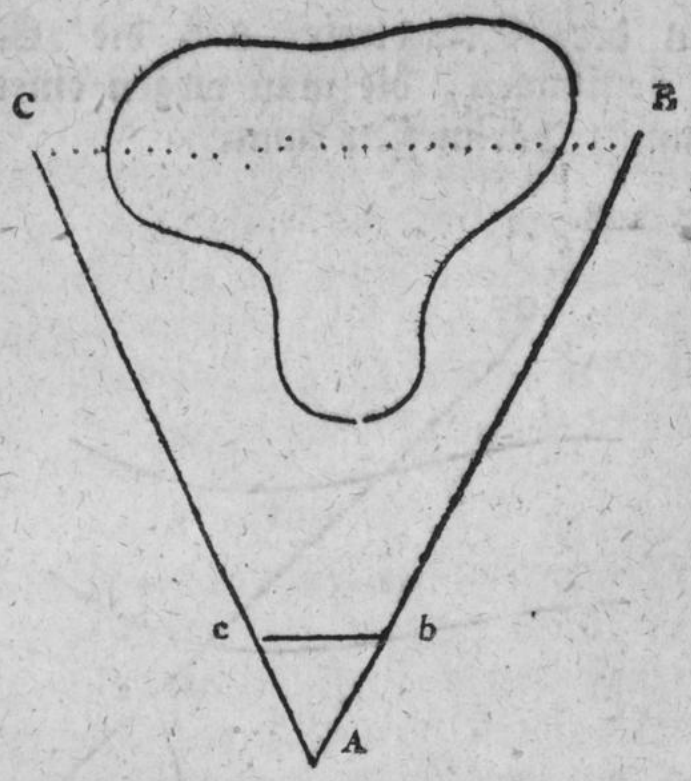
Mit keinem Instrumente ist die Messung unzugänglicher Linien leichter als mit dem Meßtische, weil sich mit diesem Instrumente ohne Mühe auf dem Papier Dreiecke construiren lassen, die den Dreiecken auf dem Felde ähnlich sind.

Wir wollen jetzt die einzelnen Fälle betrachten, die hiebei vorkommen können.

Aufgabe.

1) Aus dem Punkte A soll die Entfernung zweier Häuser B und C bestimmt werden, die durch einen See getrennt sind. Man kann aber von A aus nach B und auch nach C sehen und messen.

Fig. 127.



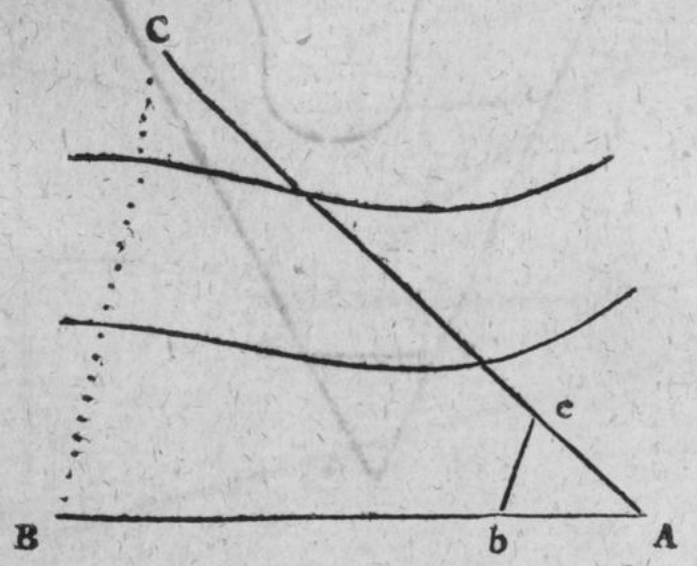
Auflösung.

Man stellt den Meßtisch über A und versirt die Linien Ab und Ac, dann mißt man ihre Länge auf dem Felde, und trägt sie nach dem verjüngten Maasstabe nach b und c auf. Das kleine Dreieck ist dem großen ähnlich, bc ist BC parallel, und die Länge von bc ist nach dem verjüngten Maasstabe so groß wie die von BC, nach dem wirklichen auf dem Felde.

Aufgabe 2.

Von der Standlinie AB die Entfernung BC zu bestimmen, die man wegen eines Flusses nicht unmittelbar messen kann.

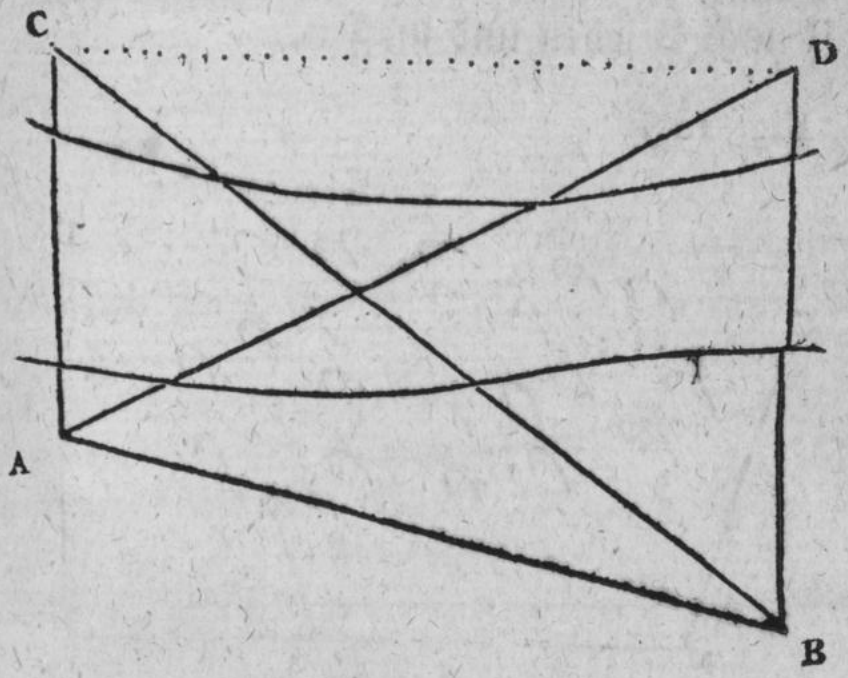
Fig. 128.



Man stellt den Meßtisch in A und visiert auf B und C, um den Winkel BAC zu finden. Dann mißt man die Linie AB und trägt sie nach dem verjüngten Maasstabe auf. Endlich stellt man den Meßtisch in B, und mißt vom Punkte b den Winkel ABC. Das kleine Dreieck ist dem großen ähnlich, weil alle drei Winkel einander gleich sind, und bc ist nach dem verjüngten Maasstabe so groß wie BC auf dem Felde.

Aufgabe 3. Von der Standlinie AB die Entfernung zweier Thürme zu bestimmen, die jenseits eines Flusses liegen.

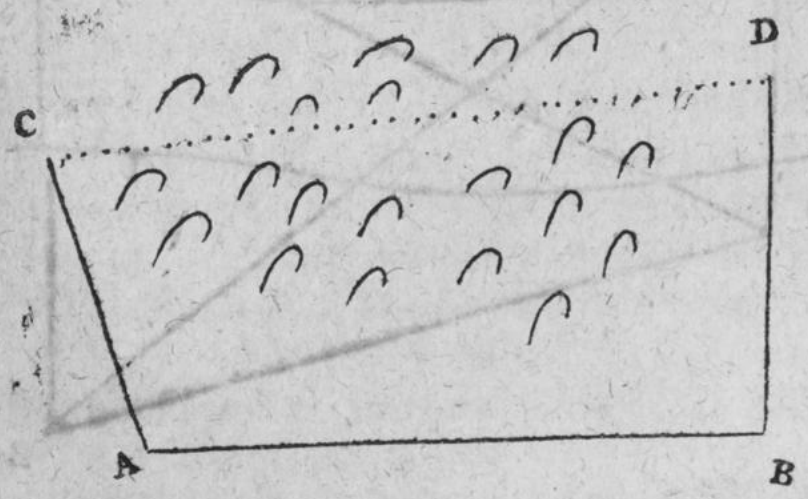
Fig. 129.



Auflösung. Man stellt den Meßtisch in A und visiert nach BD und C Darauf mißt man ab und trägt diese Linie auf dem verjüngten Maasstabe auf, dann wird der Meßtisch auf B gestellt, so daß b über B liegt, und die Linie ba über BA. Endlich visiert man auf C und D. Man erhält dann zwei Dreiecke abc und abd auf dem Tische, die den Dreiecken auf dem Felde ähnlich sind. Zieht man nun cd, so ist das neue Dreieck acd dem Dreieck ACD auf dem Felde ähnlich, und die Linie cd ist nach dem verjüngten Maasstabe so groß wie CD auf dem Felde. — Diese Aufgabe ist die doppelte von der vorigen.

Aufgabe 4. Man soll die Entfernung CD von der Standlinie AB aus bestimmen, ein dazwischen liegender Wald verhindert aber die Aussicht sowohl von C nach D, als auch von A nach D, und von B nach C. Doch kann man von A nach C und von B nach D sehen und messen.

Fig. 130.



Auflösung. Man stellt den Meßtisch über A, und visiert nach C und B. Auch mißt man beide Linien, und trägt sie mit dem verjüngten Maasstabe auf. Hiedurch erhält man ein kleines Dreieck abc, welches dem großen ABC ähnlich ist. Darauf geht man nach B, und visiert nach A und D. Wenn man nun BD mißt und aufträgt, so erhält man wieder ein kleines Dreieck abd, welches dem Dreieck ABD ähnlich ist. Zieht man nun cd auf dem Tische, so ist das eine Dreieck cdb dem auf dem Felde ähnlich, und die Linie cd ist nach dem verjüngten Maasstabe so groß wie CD auf dem Felde. Diese Aufgabe ist dieselbe wie die vorige,

vorige, nur daß in jener die Aehnlichkeit auf den drei gleichen Winkeln beruhte, und in dieser auf zwei proportionalen Seiten und dem eingeschlossenen Winkel.

Die Beweise für diese verschiedene Sätze lassen sich leicht aus der Lehre von der Aehnlichkeit der Dreiecke herleiten. (S. Geometrie §. 27. u. f.)

§. 12.

Aufgabe.

Wenn man ein Dreieck auf dem Meßtische gezeichnet hat, dessen drei Eckpunkte man von einem vierten Punkte auf dem Felde sehen kann, zu bestimmen, wo dieser vierte Punkt auf dem Tische liegt.

Die erste Auflösung dieser Aufgabe wurde im Anfang des 17ten Jahrhunderts in den Niederlanden gefunden, wo damals die praktische Geometrie mehr als in irgend einem andern Lande blühte. Willebrord Snellius scheint der erste Erfinder davon zu seyn. Er machte sie im Jahr 1614 in dem Werke bekannt, welches er über seine Niederländische Gradmessung herausgab.

Im Jahr 1692 gab Herr Pothenoth auch eine Auflösung dieses Problems, ohne die frühern von Snellius anzuführen, die er vermuthlich nicht kannte. — Späterhin haben sich Lambert, Kästner, Meyer, Burkhard und mehrere andere damit beschäftigt, um die möglichst leichte Auflösung dieser Aufgabe zu finden.

Das Problem kann auf dreierlei Weise gelöst werden. 1) Durch geometrische Zeichnung. 2)

Durch

Durch mechanische Construktion. 3) Durch trigonometrische Rechnungen. Wir wollen hier blos die beiden ersten Methoden erklären, die dritte gehört in den folgenden Theil dieses Werks.

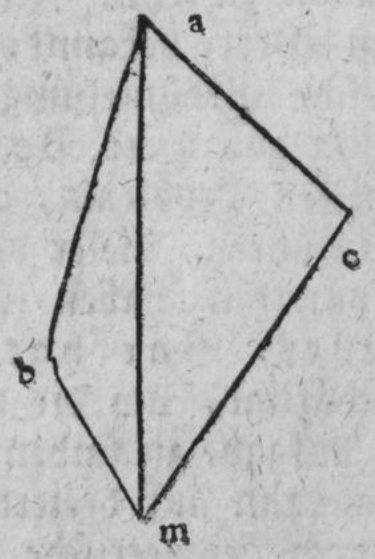
Die geometrische Zeichnung geschieht entweder mit Hülfe von vier Sehnen von zwei Kreisen, oder mit Hülfe von vier Sehnen von einem Kreise.

I. Auflösung durch vier Sehnen von zwei Kreisen.

Diese beruht auf dem Satze, (§. 51. Nr. 6.) daß alle Winkel am Umfange des Kreises so groß sind wie die Winkel den die Sehne auf der sie stehen, mit der Tangente macht, die an den Punkt des Kreises gezogen wird, wo ihn die Sehne schneidet.

Hierauf gründet sich die Auflösung der Aufgabe §. 55. Wenn drei Punkte a, b, c ihrer Lage nach gegeben sind, den Ort eines vierten Punkts m aus den beiden Winkeln zu bestimmen, die er mit den drei Punkten a b c macht.

Fig. 131.



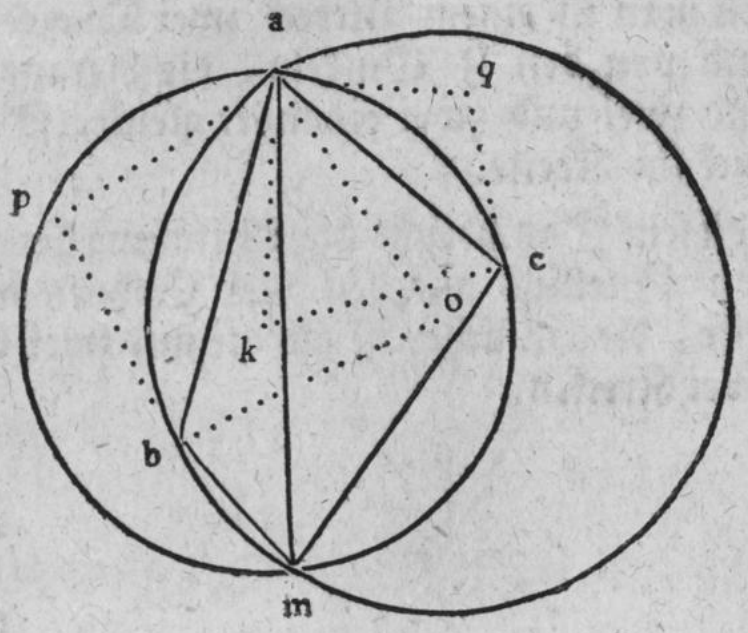
Die

Die beiden Linien a b und a c werden als Sehnen zweier Kreise betrachtet, und die Winkel a m b und a m c als Peripheriewinkel dieser Kreise. Der Punkt m liegt nun da, wo die beiden Kreise sich schneiden, da er an der Peripherie von beiden liegt.

Der Punkt a liegt ebenfalls in der Peripherie beider Kreise, und man braucht nur noch die Mittelpunkte beider Kreise zu suchen, um den Radius zu finden, mit dem sie beschrieben werden.

Um diesen zu finden, trägt man an die beiden Sehnen die bekannten Winkel a m b und a m c nach p und q. Diese Linien sind Tangenten der beiden Kreise, und da bekanntlich alle Radien senkrecht auf den Tangenten stehen, so hat man nur in a und b Senkrechten zu errichten, welche sich in o als dem Mittelpunkte des einen Kreises schneiden. Eben so schneiden sich die Senkrechten, die in a und c errichtet werden, in k als dem Mittelpunkte des andern Kreises.

Fig. 132.



Diese

Diese Auflösung der Aufgabe ist geometrisch betrachtet recht nett, aber für die Anwendung auf dem Felde ist sie zu verwickelt, wegen der vielen Hülfslinien die man ziehen muß.

Auch sieht man, daß wenn die drei Punkte a b c so liegen, daß die Mittelpunkte der beiden Kreise nahe beisammen sind, so schleifen diese da wo sie sich durchschneiden lange aneinander weg, und man kann den Durchschnittspunkt m dann nicht mit aller Schärfe angeben. Es tritt dann derselbe Fall ein, als wenn sich gerade Linien unter einem sehr stumpfen Winkel schneiden, wo es auch schwer ist den wahren Durchschnittspunkt anzugeben.

II. Auflösung durch vier Sehnen in einem Kreise.

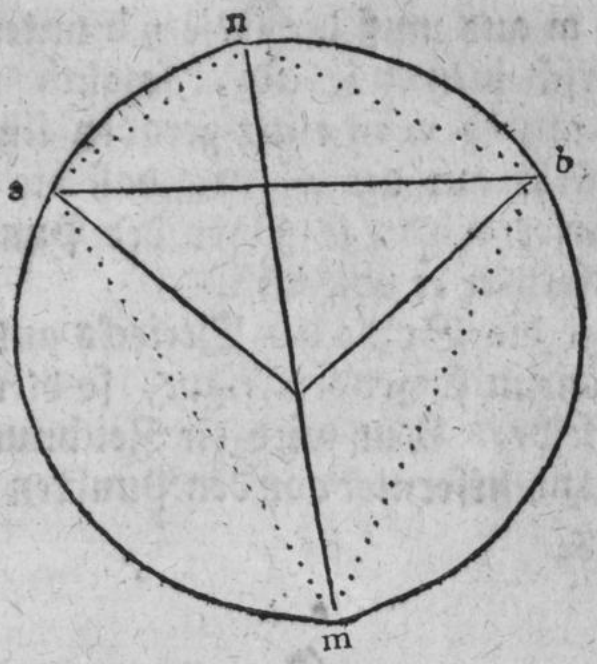
Wenn man in einem Viereck im Kreise zwei Diagonallinien zieht, so entstehen am Umfange 8 Winkel, wovon zwei und zwei auf denselben Sehnen stehen, und also gleich sind. Und umgekehrt:

Wenn man in einem Viereck zwei Diagonalen zieht, und von den 8 Winkeln, die hieraus entstehen, sind zwei und zwei einander gleich, so ist es ein Viereck im Kreise.

Auf diesem Satz beruht die Auflösung des Problems von Snellius mit den vier Sehnen in einem Kreise, die einfacher ist als die mit zwei Sehnen in zwei Kreisen.

Fig.

Fig. 133.



1) Es sey a b c das gegebene Dreieck, m der Punkt von dem man weiter nichts kennt, als die Winkel c m a und c m b, die er mit a, b und c macht. Da diese Winkel zusammen keine 180° betragen, so liegt er ausserhalb dem Dreieck a b c.

Man trage diese Winkel an die bekannte Dreieckseite a b, so daß n a b = n m b sey, und n b a gleich n m a, so werden die Punkte a n b m ein Viereck im Kreise bilden. Denn wenn man durch die drei Punkte a n b einen Kreis legt, so sind die Linien a n und n b Sehnen in diesem Kreise, und da nach der Voraussetzung der Winkel n a b so groß als n m b gemacht worden, so muß der letztere Winkel, da er auf derselben Sehne steht, ein Peripheriewinkel seyn, und der Punkt m muß daher gleichfalls in der Peripherie des Kreises liegen.

Um nun zu bestimmen, wo er in der Peripherie liegt, so zieht man von n durch c eine gerade Linie. Da, wo diese den Kreis schneidet, liegt der Punkt m.

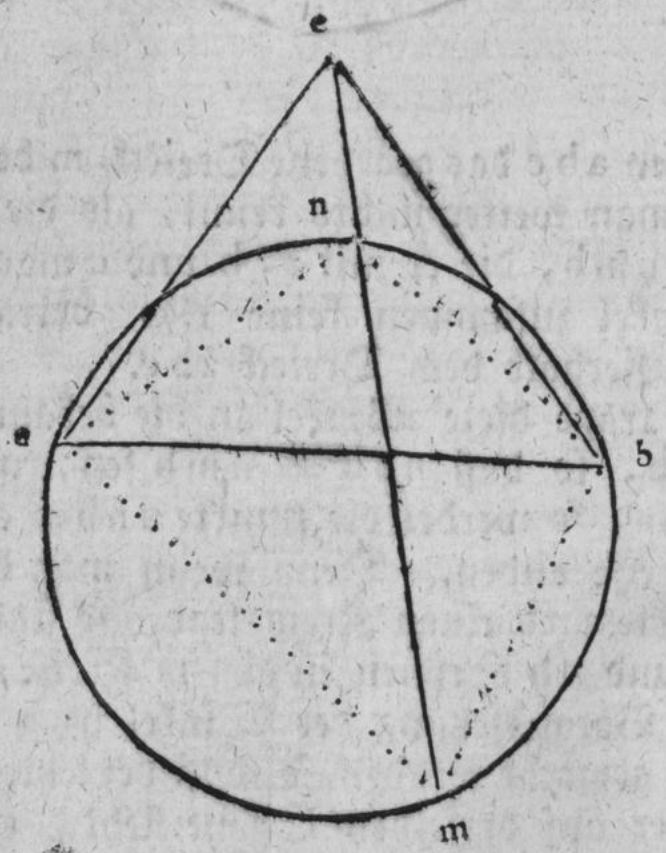
Denn

Denn von m aus muß die Linie n b unter demselben Winkel erscheinen wie c b, folglich müssen die Punkte n, c und m in einer geraden Linie liegen.

Man sieht aus der Figur, daß die Zeichnung um so schärfer wird, je näher der Punkt c bei m und je entfernter er von n ist.

2) Liegt die Spitze des Dreiecks ausserhalb des Kreises, wie in folgender Figur, so bleibt die Auflösung dieselbe. Nur wird die Zeichnung weniger scharf, weil m entfernter von den Punkten n und c ist.

Fig. 134.



3) Läge endlich c nahe am Umfange des Kreises oder gar in demselben, so könnte man die Linie c n m gar nicht mehr mit Sicherheit ziehen, und man könnte die Stelle auf der Peripherie nicht angeben, wo m läge.

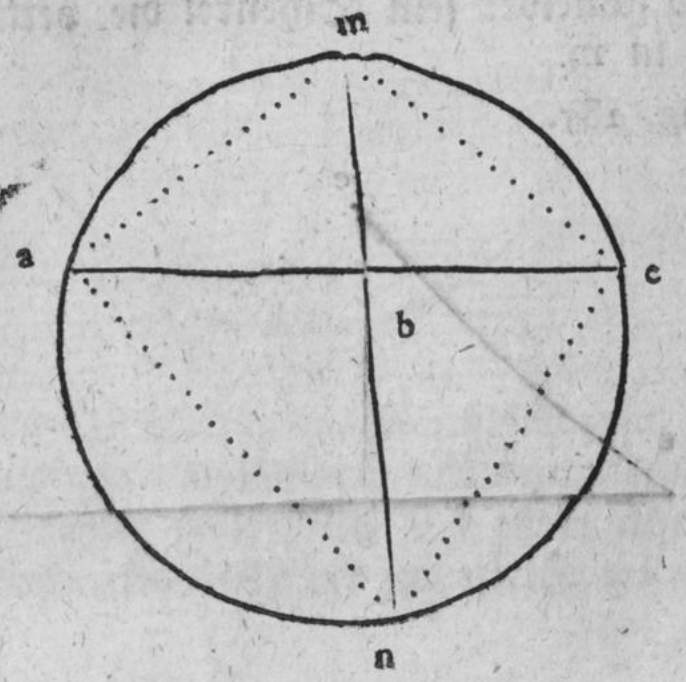
4)

4) In den vorigen beiden Fällen lag der Punkt m wo der Beobachter steht, ausserhalb dem Dreieck. Wir wollen jetzt annehmen, daß der Beobachter innerhalb dem Dreieck a b c stände, etwa in n, in der vorigen Figur. Die Winkel, die er kennt, sind nun c n b und c n a, die zusammen mehr als 180° betragen.

Auch kennt er von jedem seine Ergänzung zu 180 Graden, oder die Winkel m n b und m n a. Diese Ergänzungswinkel trage er an die Seite a b, so daß b a m dem erstern und a b m dem letztern gleich sey. Es entsteht nun wieder ein Viereck im Kreise a n b m, und die gerade Linie, die man durch die Punkte m und c legt, geht auch durch den Punkt n in der Peripherie des Kreises, dessen Lage soll bestimmt werden, weil die Schenkel von zwei Nebenwinkel immer in gerader Linie liegen.

5) Wenn die drei Punkte a b und c kein Dreieck bilden, sondern in gerader Linie liegen, wie in folgender Figur, so geschieht die Auflösung auf dieselbe Weise.

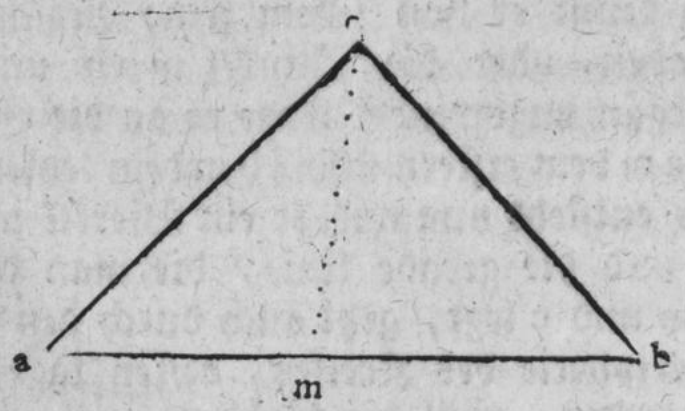
Fig. 135.



6)

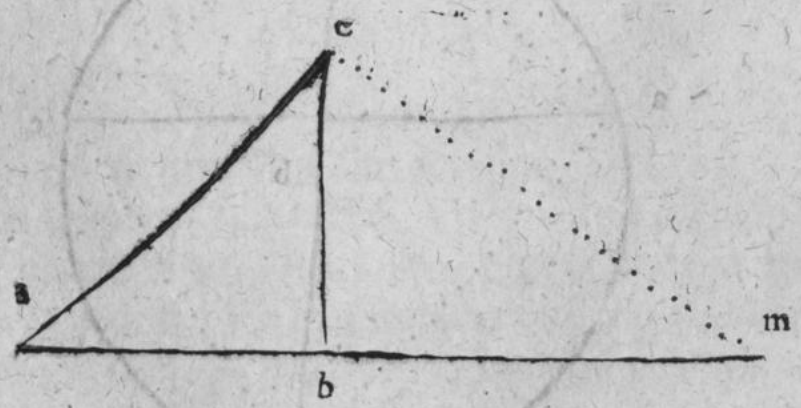
6) Liegt der Punkt m auf einer Seite des Dreiecks, so ist die Bestimmung leicht. Die beiden Winkel cmb und cma betragen alsdann 180°. Da man den Winkel bei b kennt, so findet man auch den von bcm. Legt man diesen an die Schenkel cb, so schneidet er die Linie ab im Punkte m.

Fig. 136.



7) Liegt der Punkt m auf einer verlängerten Seite ausserhalb des Dreiecks, so beobachtet man nur einen Winkel. Da man den Winkel b und auch seinen Nebenwinkel kennt, so kennt man auch den Winkel bcm. Trägt man diesen an die Linie cb, so schneidet sein Schenkel die verlängerte Linie ab in m.

Fig. 137.



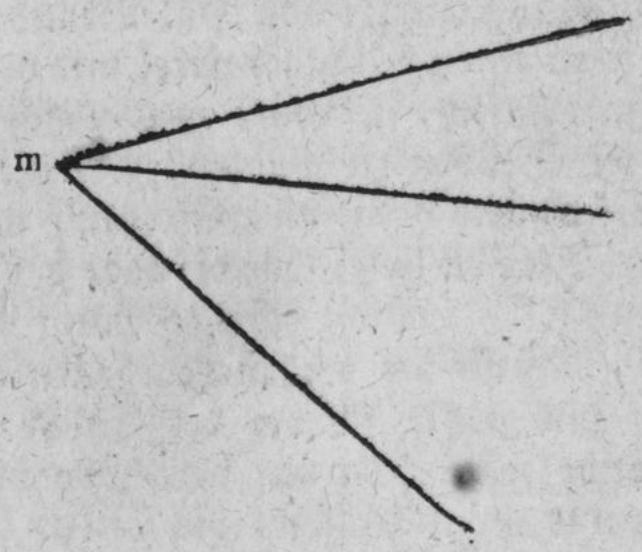
Mecha-

Mechanische Auflösung der Aufgabe.

1) Man trägt die beiden Winkel, wie in folgender Figur, auf durchsichtiges Papier. Dann schiebt man die Schenkel so lange hin und her, bis sie durch die drei Punkte a, b und c gehen. Die Schenkel haben dann eine Lage, welche der Aufgabe Genüge thut, und wenn man dann bei m mit der Nadel durchsticht, so hat man den verlangten Punkt auf dem Papier.

Zu dem durchsichtigen Papier muß man eine etwas dickere Sorte wählen wie die gewöhnliche, welche sich zu sehr biegt.

Fig. 138.



2) Herr Brander in Augsburg hat einen Stangenzirkel angegeben, mit dem er die Aufgabe mechanisch löst. Der Zirkel hat zwei Stäbe, die sich um ein Gewinde drehen, und drei Spitzen. Eine steht im Mittelpunkt des Gewindes, und die zwei andern sind an den beiden Stäben mit Hülsen verschiebbar. Mit diesen drei Spitzen wird das

Drei-

Dreieck a b c gefaßt, und dann wird auf den drei Schenkeln in der vorigen Figur probirt, wo die drei Spitzen auf den drei Schenkeln stehen können. Dieses gibt dann die Entfernung des Dreiecks vom Punkte m. Man will aber gewöhnlich nicht die Entfernung des Dreiecks vom Punkte m, sondern die des Punktes m vom Dreieck wissen, welches nicht völlig dasselbe ist, da das Dreieck auf dem Tische mit andern Dreiecken zusammen hängt, und keine Verschiebung erlaubt. Der Punkt m ist aber immer verschiebbar.

3) Man hat Handzirkel mit drei Spitzen, mit denen man ein Dreieck fassen kann, welche zu diesem Gebrauche auf dem Felde noch wohl bequemer sind wie die Stangenzirkel von Hr. Brander.

Wollte man einen Stangenzirkel mit verschiebbaren Hülsen nehmen, so wäre es vielleicht besser einen mit drei Stäben zu wählen, wie die vorige Figur. Dieser hätte dann vier Spitzen, mit dem sich das Viereck fassen ließ, das die Lage des Punktes m bestimmt. — Man drehte dann die drei Schenkel so, daß sie die beiden gegebenen Winkel einschlössen, und stellte sie bei der Spitze m mit einer Schraube fest. Darauf verschöbe man die drei Spitzen mit ihren Hülsen, bis sie das Dreieck beiläuftig faßten, und stellte sie fest. Die feine Bemerkung gäbe man ihnen dann mit der Mikrometerschraube, die sie so wie alle Stangenzirkel haben müssen, wenn das Probieren nicht gar zu lange dauern sollte. Die Spitze bei m bestimmt dann ohne weitere Versuche die Lage des Punktes m, gegen das feste Dreieck auf dem Tische, sobald die drei andern Spitzen aufs Dreieck gestellt werden.

§. 13.

§. 13.

Der vorige Paragraph enthält alle geometrische und mechanische Auflösungen des Problems der vier Punkte. Jetzt fragt es sich, welche ist unter diesen für die Ausübung auf dem Felde am besten?

1) Bei den Tangenten muß man vier Winkel ansetzen, und an diese wieder vier rechte, um die Mittelpunkte der beiden Kreise zu finden, die sich in m schneiden. Man hat also in allem 8 Winkel, oder wenn man die Sehnen halbirt, 6 Winkel anzusetzen.

2) Bei den Sehnen muß man zwei Winkel ansetzen, um das Viereck im Kreise zu finden; die Sehne muß man halbiren, und dann an die Mitte wieder zwei rechte Winkel legen, um den Mittelpunkt des Kreises zu finden. Endlich zieht man die zweite Diagonale durchs Viereck, um den Punkt m in dem Umfange des Kreises zu bestimmen. Man hat also nur 4 Winkel, und da zugleich die Figur einfacher bleibt, so ist diese Methode vorzuziehen.

Uebrigens haben das beide Methoden mit einander gemein, daß wenn die vier Punkte nahe im Umfange eines Kreises liegen, die Lage des vierten Punkts m ungewiß bleibt.

3) Das mechanische Verfahren mit dem durchsichtigen Papier gibt nicht die Genauigkeit, welche die Zeichnung gibt. Auch muß man dann dieses Papier noch mit kleinen Zwingen auf dem Meßtisch befestigen, damit es sich beim Visieren und beim Aufziehen der Winkel nicht verschiebt.

4) Noch weniger mögte ich zu einem eigenen Stangenzirkel rathen, um diese Aufgabe mechanisch

zu

zu lösen. Oft kommt diese Aufgabe überhaupt nicht vor, und je weniger und je einfacher die Instrumente sind, die der Geometer auf dem Felde bei sich führt, desto besser ist es.

Mir scheint demnach folgende Auflösung bei dem praktischen Gebrauch am besten zu seyn.

Man bezeichne den Punkt P auf dem Felde mit einem Pfälchen, und stelle den Tisch willkührlich über diesen Punkt. Nachdem er mit Hülfe der Wasserwage horizontal gemacht ist, so bringe man mit der Gabel den Punkt P auf den Tisch, und bezeichne ihn mit p. Dieser Punkt p ist nicht der wahre Punkt m, den man sucht, sondern der, welcher jetzt gerade über P liegt, und der überall auf dem Tisch liegen kann, je nachdem man diesen setzt.

Darauf hält man an den Punkt p eine feine Copiernadel, und legt an diese das Visierlineal, so daß man die drei Gegenstände a, b und c in der Mitte des Feldes vom Fadenkreuz geschnitten sieht. Man zieht mit einer feinen Zirkelspitze am Lineal vorbei, (weil diese feinere Linien macht als die Bleifedern) und man hat die beiden Winkel. Diese Winkel trägt man an die Seite des Dreiecks, welche dem Punkte m gegenüber liegt, da man nach dem Augenmaß schon ungefehr bestimmen kann, wo der Punkt m liegen wird. Man zieht nemlich vom Punkte p aus mit der Zirkelspitze einen Kreisbogen durch die Schenkel der beiden Winkel, und mit derselben Oeffnung des Kreises zieht man am Dreieck abc aus dem Endpunkte der Linie, die dem Punkte m gegenüber liegt, wieder zwei Kreisbogen, und trägt auf diese mit Hülfe der Sehnen die beiden Winkel bei p, und zwar so,

daß

daß der, welcher rechts liegt, an die linke Seite, und der links liegt an die rechte Seite kommt. Es werden denn die beiden Schenkel gezogen, die sich im Punkte n schneiden.

Diese Schenkel sind Sehnen im gesuchten Kreise. Um den Mittelpunkt des Kreises zu finden, in dessen Peripherie der Punkt m liegt, halbirt man die Sehnen, und errichtet auf der Mitte zwei Senkrechten, die sich als Radien im Mittelpunkt des Kreises schneiden.

Nachdem man nun den Kreis gezogen hat, in dessen Umfang der Punkt m liegt, so zieht man eine gerade Linie durch den Punkt n und den dritten Dreieckpunkt. Da wo diese den Kreis schneidet, liegt der Punkt m. — Will man untersuchen, wie genau man den Punkt m getroffen hat, so trägt man an ihn die Winkel, welche man auf dem Tische um den Punkt p liegen hat. Die Schenkel von diesen Winkeln müssen durch die drei Dreieckpunkte gehen.

Diesen Punkt m bringt man über den Punkt P auf dem Felde, indem man den Tisch verrückt, und man kann nun den Tisch mit einem von den drei festen Punkten orientiren mit welchen man will.

Eine zweite Probe von der Genauigkeit der Operation ist dann folgende: Nachdem man den Tisch mit einem der Dreieckpunkte orientirt hat, so legt man das Lineal an die beiden übrigen, und der Kreuzfaden im Fernrohr muß die zugehörende Gegenstände auf dem Felde schneiden. — Wegen des Uebertragens der Winkel, wobei man immer um eine Kleinigkeit fehlen kann, ist nicht zu erwarten, daß es völlig scharf zutreffen wird. Indeß

wenn mit Sorgfalt gearbeitet wird, so wird nie viel fehlen, wenn nemlich die vier Punkte a b c und m nicht nahe im Umfange eines Kreises liegen. In diesem Falle muß man entweder drei andere wählen, oder man verläßt den Punkt m, und sucht eine Stelle auf dem Felde, die nicht mit den drei andern ein Viereck im Kreise bildet.

§. 14.

1) Diese Aufgabe mit den vier Punkten kommt da vor, wo man drei Punkte hat zu denen man entweder nicht kommen kann, oder aber in die man den Meßtisch nicht stellen kann. Man hätte z. B. ein Dreieck, worin ein Punkt ein Kirchthurm, ein zweiter ein Signal auf einem Baume, und der dritte ein Signal auf der Erde wäre, das aber jenseits eines Flusses stände. Ein Geometer, welcher die Aufgabe mit den vier Punkten nicht lösen könnte, würde sich mit dem Meßtisch nicht zurecht finden können.

2) Oder ein Geometer ist ausserhalb einer Stadt, von der er drei Thürme sieht, er will nun bestimmen, wie weit er von diesen entfernt ist. Er kann dieses aus seinem Stubenfenster, wenn er einen genauen Plan von der Stadt hat. Er zeichnet sich das Dreieck, welches die drei Thürme machen, auf den Meßtisch, stellt diesen ans Fenster, und findet durch die Aufgabe der vier Punkte die Entfernung des Punkts m von jedem der Thürme. Dieser Fall kann bei Belagerungen vorkommen.

3)

3) Oder man hat eine gut aufgenommene Karte von einem Lande, wie z. B. vom Oldenburgischen, und man steht auf einer Stelle, die auf der Karte nicht besonders bemerkt ist, wie z. B. auf einer Heide, man kann aber von ihr drei Thürme, oder drei andere Gegenstände sehen, die auf der Karte bemerkt sind, so kann man mit dem Problem von den vier Punkten jedesmal die Stelle finden wo man steht, wenn sie nur nicht alle vier in einem Kreise liegen.

4) Bei trigonometrischen Messungen ist dieses Problem eben so nützlich, und ich werde deswegen im dritten Theil wieder darauf zurückkommen, und zeigen, wie man die Entfernung des Punkts m, wo man steht, nicht allein durch geometrische Zeichnung, sondern auch durch Rechnung finden kann, welches bei großen Entfernungen, wo man die beiden Winkel bei m mit dem Spiegelsextanten mißt, viel genauer ist, als wenn man sie auf dem Tische durch Zeichnung findet.

§. 15.

Berechnung des Flächen-Inhalts im Rechnungs-Register.

Nachdem nun der Geometer alle Figuren vom Felde aufs Papier gebracht hat, so zieht er die Grenzen zwischen den Grundstücken der verschiedenen Eigenthümer mit Tusch aus. Hingegen die Linien, die zu seinem Dreiecknetz gehören, punktirt er ganz leicht mit rother Dinte. Auch schreibt

er bei alle Linien, die er unmittelbar auf dem Felde gemessen, die Länge in kleinen Zahlen mit rother Dinte.

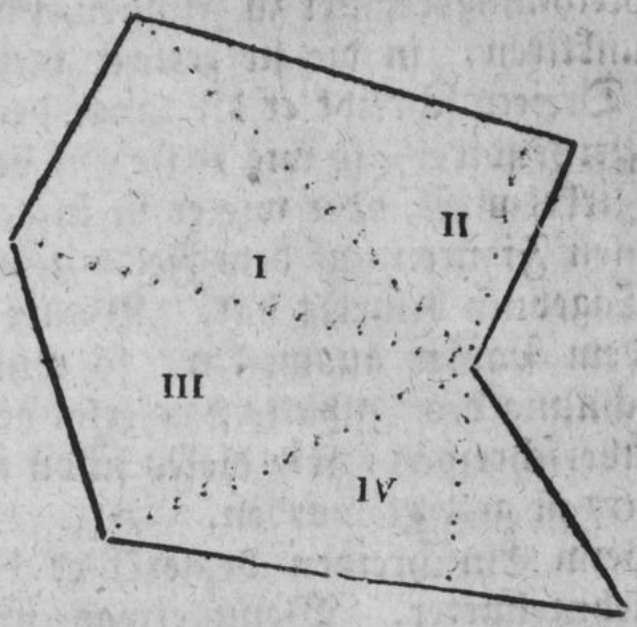
Es gibt in jeder Feldmark einzelne Stellen, wo der kleinen Stücke so viele sind, daß es zu beschwerlich wäre, sie alle mit dem Meßtische aufzunehmen, wie z. B. in Gärten, Baumhöfen, Hausplätzen u. s. w. — Es ist genug, wenn der Geometer hier nur einige Punkte mit dem Meßtische festgelegt hat; von diesen geht er dann aus, wenn er diese kleinen Parcellen mit der Ruthe, dem Winkelkreuz und der Magnetnadel aufnimmt, und mit Bleistift in sein Tagebuch trägt. Aus diesem trägt er nachher zu Haus die Figuren unmittelbar auf den Tisch, und zieht sie gleich mit Tusch aus. Die Hülfslinien, die er beim Messen gebraucht hat, als Grundlinien und Senkrechten, trägt er nicht mit auf den Tisch. Es ist genug, daß diese in seinem Tagebuche stehen. In diesem zieht er sie nachher auch eben mit Tusch aus, damit sie sich nicht verwischen. Dasselbe thut er mit den Zahlen.

So wie er einen Theil seiner Karte fertig hat, nummerirt er die Stücke mit Bleistift, und trägt die Figuren nach dem Augenmaße und aus freier Hand in sein Rechnungs-Register, und punktirt die Linien hinein, welche er bei der Berechnung des Inhalts gebraucht, so wie in folgender Figur.

Fig.

Fig. 139.

Nr. 1.
Eigenthümer
Peter Berg.



Das Rechnungsregister besteht aus einem Buche Schreibpapier in Folio, welches in der Mitte zusammengeneht ist. — Wenn die Feldmark groß ist, und viele Parcellen hat, so gebraucht er 3 bis 4 Buch zu diesen Rechnungsregistern, die er mit aller Sorgfalt führen muß, da auf ihnen ein großer Theil von der Genauigkeit der Arbeit beruht.

Die Ordnung, in der er sie führt, ist folgende:

Rechnungs-Register zur Feldmark der Gemeine Altendorf im Canton Sigberg.

	Dreieck	Grundlinie	Senkrechte	Produkt	Inhalt in Quad. Meter.
Fig. Nr. 1.	I	60,3	30	1809,0	
	II	59,2	28	1657,6	
Hier kommt die vorige Figur hin.	III	60,3	32	1929,6	
	IV	50,2	30	1506,0	
			2	6902,2	3451
Fig. Nr. 2.	. . . .	. . . . .	. . . . .	. . . .	. . .

Auf

Auf diese Weise fährt er fort alle Figuren in sein Rechnungsregister zu zeichnen, und die Dreiecke zu punktiren, in die sie zerlegt werden. Neben jedes Dreieck schreibt er die Länge der Grundlinien und Perpendikel, so wie er sie auf dem Papier mit dem Zirkel mißt, oder wie er sie in den kleinen oder schmalen Figuren auf dem Felde gemessen, und in sein Tagebuch bemerkt hat. Wollte er diese auch auf dem Papier ausmessen, so würde er bei der Berechnung des Inhalts das erlaubte Fehler Procent überschreiben, wie dieses schon im ersten Theil S. 167 ist gezeigt worden.

Beim Einschreiben bemerkt er die Meter und die Zehntelmeter. Wenn etwas über ein halbes Zehntel ist, so nimmt er es für ein ganzes. Der Fehler, der hieraus entsteht, wird nie von Bedeutung seyn, wenn er darauf achtet, daß er bei der Grundlinie des einen Dreiecks etwas zu wenig nimmt, wenn er bei der des andern was zu viel gehabt hat. Dasselbe thut er bei den Perpendikeln, z. B. bei einem hat er 37,13 Meter, und beim andern 40,17 Meter, so schreibt er es so ein: 37,1 Meter, und 40,2. Man sieht, daß sich in diesem Falle der Fehler beinah völlig heben wird.

Hätte er folgende Zahlen gehabt, 37,16 und 40,16, so hätte er ebenfalls 37,1 und 40,2 geschrieben, und der Fehler würde sich wieder nahe gehoben haben.

Wollte man die Hunderttheile vom Meter mit ins Rechnungsregister schreiben, so wäre dieses eine Pedanterie, die die Rechnung mit den Tafeln sehr erschweren würde, und die zu nichts führt, als zu einer eingebildeten Genauigkeit, da man die Hun-

dert-

derttheile von Meter weder auf dem Felde noch auf dem Papier unterscheiden kann.

Nicht alle Figuren werden in Dreiecke zerlegt. Es kommen auch oft Trapezien vor. Beim Einschreiben von diesen hat er eine Grundlinie und zwei Senkrechten. Damit er die Trapezien gerade berechnen könne wie Dreiecke, so schreibt er die Grundlinie zu jeder Senkrechten. Er bekommt hiedurch zwar ein Multiplications-Exempel mehr, allein bei solchen Rechnungen ist es immer vortheilhaft einen völlig gleichförmigen Gang zu beobachten, um der Gefahr des Irrens weniger ausgesetzt zu seyn.

	Grundlinie	Senkrechte	Produkt	Inhalt in □ Meter
Z. B. Trapez. Nr. V.	23,2	4,5	104,4	
	23,2	5,7	132,2	
		2	236,6	118

Bei den Produkten schreibt er noch die erste Decimalen, läßt aber die zweiten aus. In der letzten Colonne des Inhalts läßt er auch die ersten aus. In dieser hat er bloß Quadratmeter, und das, was er mehr hat wie ein halbes, rechnet er für ein ganzes. — Der Fehler, den er hiedurch begeht, ist sehr unbedeutend, da er nie mehr wie ein halbes Quadratmeter betragen kann, und da es überhaupt schwerer ist, den Inhalt einer Figur bis auf ein halbes Quadratmeter sicher zu haben.

Wenn er die Länge der Grundlinien und Senkrechten ausgeschrieben hat, so sieht er sie nachher noch einmal sorgfältig durch, und vergleicht sie mit der Karte, damit hierin keine Zahl verschrieben sey. Hat sich der Geometer hievon überzeugt, so gibt er

das

das Rechnungsregister an seinen Gehülfen, den er als Ruthenleger bei sich hat, und das gewöhnlich ein junger Feldmesser ist, der das Aufnehmen mit dem Meßtische lernen will. Dieser multiplicirt nun alle Grundlinien und Höhen miteinander, und schreibt die Produkte in die fünfte Colonne.

Wenn dieser hiemit fertig ist, so nimmt der Geometer die Multiplicationstafeln, welche in Paris bei dem Buchhändler Rondonneau unter dem Titel: Tables de Multiplication, erschienen sind. Dieses ist ein Quartband, der in 500 Tafeln die Produkte aller Zahlen von 1 bis 500 enthält. Der Preis ist 5 Rthlr. Er untersucht mit diesen Tafeln die Richtigkeit der Produkte auf folgende Weise.

Der Geometer nimmt das Rechnungsregister vor sich, und gibt dem Feldmesser die Tafeln. Diesem sagt er die Zahlen, welche miteinander multiplicirt werden sollen, z. B. 237 und 157. Dann schlägt der die Tafel 237 nach und sieht hier, welches Produkt neben 157 steht, dieses sagt er dem Geometer, welcher es mit dem vergleicht das im Meßregister steht. Sind beide übereinstimmend, so ist dieses ein Beweiß ihrer Richtigkeit. Weichen sie von einander ab, so wiederholt der Geometer die Multiplication, und da wird sich dann finden, daß der Fehler von Seiten des Feldmessers begangen worden, weil die Tafeln fast völlig ohne Fehler sind.

Da die Tafeln nur bis 500 gehen, so kommen oft Zahlen vor die größer sind, weil die Länge der Linien in Meter und Decimeter angegeben werden. Sollen z. B. die Zahlen 43,7 und 67,3 miteinan-

der

der multiplicirt werden, so bedient man sich der zusammengesetzten Multiplication. Man sucht die Tafel 437, und auf dieser das Produkt 670, welches das von 67 ist, wenn man noch eine Null anhängt. Dann sucht man das Produkt von 437 mit 3, und addirt das zu ersterm, so hat man 67,3 mal 43,7. Sind aber beide Zahlen größer als 500, z. B. 67,3 mal 84,5, so ist es kürzer direkt zu multipliciren, als die Tafeln aufzuschlagen. Indeß sind diese Fälle nicht sehr häufig, weil gewöhnlich die Perpendikel kleiner als 50 Meter sind. Wenn die Tafeln bis 1000 giengen, so wären sie noch seltener, allein die Tafeln müßten dann in Folio seyn, und noch einmal so dick. Wenn man es auch nicht in Anschlag bringen wollte, daß sie dann statt 5 Rthlr. 20 Rthlr. kosteten, so würde doch kein Vortheil hiebei seyn, weil man in größeren Tafeln viel langsamer aufschlägt als in kleinern.

Wenn man nur ein paar Exempel zu multipliciren hat, so geht dieses auf die gewöhnliche Weise eben so schnell wie mit den Tafeln. Allein bei der großen Menge Exempel, welche ein Rechnungsregister enthält, geht es mit den Tafeln viel geschwinder, und man begeht ungleich weniger Fehler als beim gewöhnlichen Multipliciren.

Hat nun auf diese Weise der Geometer alle Produkte berichtigt, so läßt er sie addiren, und die Summe mit Bleistift in die 6te Colonne schreiben. — Findet er beim Nachzählen dieselbe Summe, so schreibt er sie mit Dinte aus. Findet er eine andere, so schreibt er auch diese mit Bleistift darunter. Beim dritten Nachzählen wird er dann finden, ob er oder sein Feldmesser sich geirrt habe.

Sind

Sind auf diese Weise alle Zahlen controllirt, welche sich auf den Flächeninhalt der Grundstücke beziehen, so macht der Geometer die letzte Probe über ihre Richtigkeit, und wenn diese dann auch befriedigend ausfällt, so schreibt er sie in sein Meßregister ein.

Jede Feldmark wird nemlich durch Wege, Bäche oder andere Grenzen in mehrere Vielecke getheilt, welche man als eben so viele Sektionen betrachten kann. Alle Grundstücke, die in einer solchen Sektion liegen, schreibt der Geometer mit ihrer Nummer und ihrem Inhalt aus, und addirt diese zusammen. Dann berechnet er den Inhalt des ganzen Polygons auf dem Papier, und sieht ob beides übereinstimmt. Gewöhnlich weicht die Summe der Parcellen nur um $\frac{1}{500}$ oder weniger von dem Inhalt der ganzen Sektion ab, weil die kleinen Fehler, die etwa in der Berechnung der Parcellen können begangen sein, sich gegeneinander heben, denn wenn einige etwas zu klein sind, so sind andere als wieder etwas zu groß.

Hat er einen ganzen Meßtisch voll gearbeitet, so kann er alle Parcellen die er hat addiren, und ihre Summe muß 25 Morgen betragen, wenn er im Maasstab von 1000 zu 1 aufgenommen. Hat er im Maasstab von 2000 zu 1 aufgenommen, so beträgt sie 100 Morgen. Denn ein Quadratmeter auf dem Meßtisch ist gerade $\frac{1}{2}$ Meter lang und breit, also $\frac{1}{4}$ Quadratmeter. Dieses mit 2000^2 multiplicirt, gibt 1 Million Quadratmeter, oder 10000 Quadratruthen oder 100 Morgen.

§. 16.

§. 16.

Ausfertigung des Meß-Registers.

1) Wenn der Geometer sich nun auf diese Weise von der Genauigkeit seiner Zahlen versichert hat, so nummerirt er alle Stücke mit rother Dinte, und fertigt das Meßregister ungefehr in folgender Form aus:

„Den 5 May 1809 begab ich miich unterzeichneter Geometer des Cantons N. nach der Gemeine Altendorf, um diese auf Ersuchen des dortigen Vorstandes zu vermessen, und in eine Karte zu bringen, welche sie bei der Vertheilung der Grundsteuer gebrauchen wollten."

Ich fieng meine Arbeiten damit an, die Grenzen der verschiedenen Gutsbesitzer, der Landmesserordnung gemäß, zu untersuchen, und die Steine zu setzen. Hiebei wurden jedesmal die Anschießenden aufs Feld gerufen, wobei sich keine Grenzstreitigkeiten ergaben, ausser einer zwischen Peter Lang und Johann Feld, welche aber gütlich beigelegt wurde. Ueberhaupt fand ich die meisten Grundstücke in der Feldmark gehörig versteint, da viele Besitzer ihre Grenzen schon im vorigen Winter berichtigt hatten, als sie die Ausmessung ihrer Feldmark beschlossen, um die Streitigkeiten zu endigen, welche zwischen den verschiedenen Gutsbesitzern über die Umlage der Grundsteuer schon seit lange statt gefunden hatten. Im Ganzen fand ich nur 97 Steine zu setzen, welche mir von den Anschießenden das Stück mit 12 Stüber, der Landmesserordnung gemäß, sind bezahlt worden. — Es würden ungefehr 250 Steine seyn gesetzt worden,

wenn

wenn die Anschießenden sich nicht größtentheils dahin vereinigt hätten, ihre Grenzen bei dieser Gelegenheit gerade zu machen, und die krummen Hecken auszurotten.

Nachdem auf diese Weise die Privatgrenzen berichtigt waren, so fieng ich mit den Vorstehern Herr M. und N. die Berichtigung der Gemeinegrenzen mit Zuziehung der dazu eingeladenen benachbarten Herrn Vorstehern an. . . .

(Hier folgt nun die Grenzbeschreibung nach der darüber abgehaltenen Aufnahme.)

Als nun alle Privat- und Gemeinegrenzen berichtigt waren, so fieng ich den 30 Mai das Cartiren an, indem ich die Feldmark mit Pikets absteckte.

(Hier folgt nun eine kleine Beschreibung der Operation und Anführung der dabei gebrauchten Instrumente.)

Ueber die Genauigkeit der Arbeit machte ich folgende Probe.

Die Länge der Standlinie fand ich das erstemal = = = =	443,4 Meter.
Dieselbe Linie fand ich bei der zweiten Messung = = = =	443,8 Meter.
Die Verifications-Standlinie maß ich auf dem Tische zu = =	227 Meter.
Auf dem Felde fand ich diese Linie zu	227,5 Meter.

Noch maß ich die Linie, die auf dem Plane mit A und B bezeichnet ist, auf dem Tisch und auf dem Felde. Ihre Länge fand ich auf dem Papier zu 337 Meter, und auf dem Felde zu 336,6 Meter.

Als

Als das Cartiren vollendet war, so berechnete ich den Inhalt der einzelnen Parcellen einmal auf die gewöhnliche Weise, und einmal mit den Tafeln. Als Probe der Genauigkeit berechnete ich den Inhalt der Sektion A nach ihrer Figur auf dem Papier, und fand ihn 23,72 Morgen. Die Summe aller einzelnen Stücke, die diese Sektion enthält, gab 23,75 Morgen. Ebenfalls berechnete ich den Inhalt der Sektion B zu 17,23 Morgen. Die Summe der einzelnen Stücke gab 17,20 Morgen.

Die ganze Feldmark enthält		1375,3	Morgen.
Nemlich	an Haus- u. Hofplätzen	13,4	—
	an Gärten u. Baumhöfen	139,8	—
	an Teichen	8,2	—
	an Wiesen	300,8	—
	an Feldern	637,4	—
	an Torfmoor	81,5	—
	an Haide	23,5	—
	an Wald	150,0	—
	an Wegen	10,7	—
	Summe	1375,3	Morgen.

Dieser Boden ist jetzt auf folgende Weise unter die Grundeigenthümer vertheilt.

(Nun folgt das Meßregister mit 12 Colonnen. In der ersten ist die Nummer des Stücks. In der zweiten der Name des Besitzers. In der dritten der Name des Pächters, und dann folgen die 9 Colonnen, welche die verschiedenen Benutzungsarten enthalten, welche in der Gemeine üblich sind. Wäre noch

Wein-

Weinwachs da, so müßten 10 Colonnen für die verschiedenen Culturen gemacht werden. In jede Colonne wird dann der Inhalt des Stücks in Morgen und Ruthen geschrieben, so wie das Rechnungsregister es angibt.)

Am Ende des Meßregisters unterzeichnet dann der Geometer seinen Namen, und bemerkt den Tag wann die Messung vollendet wurde, und was sie der Landmesserordnung gemäß gekostet hat.

2) Beim Numeriren der Stücke fängt er so viel möglich in der Mitte der Flur an, und nummerirt in einer Spirallinie um den Mittelpunkt herum, bis er an die Grenzen der Feldmark kommt. Er folgt hiebei der Ordnung wie die Stücke auf dem Felde aneinander liegen, unbekümmert um die gegenwärtigen Eigenthümer. Die Ordnung, in welcher die Stücke nebeneinander liegen, bleibt immer dieselbe, hingegen die Eigenthümer wechseln beständig, durch Kauf und Verkauf, durch Erbschaft und Theilung.

Indeß will aber doch gerne jeder Eigenthümer wissen, wie viel seine in der ganzen Flur zerstreut liegenden Stücke betragen, und da diese im Meßregister eben so zerstreut liegen, so kann der Geometer dieses nicht angeben, ohne hierüber eine eigene Tabelle unter dem Titel: Tabelle über die Eigenthümer und ihre Grundstücke in der Gemeine Altendorf zu verfertigen.

Diese

Diese Tabelle hat folgende Form:

Namen des Eigenthümers	Nro. im Meßregister	Benutzungsart	Größe	In allem
Peter Berg	37	Feld	38,2 M.	
. . . . .	21	Feld	2,7 M.	an Feld
. . . . .	67	Feld	4,3 M.	45,2 M.
Joh. Lang	24	Wiesen	4,2 M.	an Wiesen
. . . . .	25	Wiesen	1,3	5,5 M.
	29	Wald	8,2	an Wald
	98	Wald	17,3	25,5 M.
. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . .	. . . . .

3) Bei dem Nummeriren der Stücke ist noch folgendes zu bemerken. Die ersten Nummern schreibt er mit Bleistift herein, damit er während der Arbeit jedes Stück schon mit einer Nummer bezeichnet habe, um es nicht zu verwechseln. Diese Nummern laufen auf dem Plane unordentlich durcheinander, da er sich mit seinen Arbeiten bald rechts bald links wenden muß. Diese Bleistift-Nummern werden auch ins Rechnungsregister geschrieben, damit er an diesem des Abends oder bei Regenwetter arbeiten kann, wenn er auf der Karte nichts zu thun hat.

Ist aber die Karte von der ganzen Gemeine fertig, so legt er sie so vor sich, daß er Norden oben hat, und fängt dann das Nummernschreiben mit rother Dinte in der Mitte, z. B. bei der Kirche an, und fährt spiralförmig fort, so daß er von Westen durch Norden nach Osten und Süden geht. Dieses sind nun die rothen Nummern, nach denen das Meßregister ausgefertigt wird.

Ist die Karte auf diese Weise durchnummerirt, so stehen in jeder Parcelle zwei verschiedene Nummern.

mern. Z. B. 327 in Bleistift, und 83 in rother Dinte. Er diktirt nun die rothen Nummern seinem Gehülfen, damit der im Rechnungsregister bei jedes Stück dieselbe rothe Nummer schreibt, die das Stück in der Karte erhalten hat. Eben so läßt er sie im Tagebuch bei die Figuren schreiben, die er mit Winkelkreuz und Ruthen aufgenommen hat.

In diesem doppelten Nummernschreiben muß der Geometer eine strenge Ordnung halten, weil er sich ohne dieses in den vielen Zahlen verirrt. Ein großer Theil von der Geschicklichkeit des Geometers besteht in der Ordnung, mit der er seine Arbeiten führt. Ich habe es gesehen, daß ein Geometer, der dieses vernachläßigte, vier Tage gebrauchte, um die Unordnung aufzuklären, die in seinem Rechnungsregister herrschte.

§. 17.

Ueber die Genauigkeit der Messungen.

Die Genauigkeit, welche die Landmesserordnung von den Arbeiten des Geometers fordert, ist dieselbe, welche für die Arbeiten des Feldmessers vorgeschrieben ist, und die im ersten Theil S. 175 umständlich angegeben ist.

In Hinsicht des Inhalts ist aber noch zu bemerken, daß der Inhalt einer ganzen Sektion jedesmal auf $\frac{1}{500}$ mit der Summe aller einzelnen Stücke stimmen muß, aus denen die Sektion besteht.

Ebenfalls müssen die Linien seiner Hauptdreiecke auf dem Meßtische bis auf $\frac{1}{500}$ mit den Linien übereinstimmen, die auf dem Felde gemessen werden.

Bei

Bei der Größe des Maasstabes und bei der Länge dieser Linien kann der Geometer diese Genauigkeit leicht erhalten. Eben so leicht ist der Inhalt der Sektionen bis auf $\frac{1}{500}$ mit dem Inhalte der einzelnen Stücke übereinstimmend zu halten, sobald er nur sorgfältig alle beständige Fehler vermeidet; denn die kleinen veränderlichen Fehler fallen bald rechts bald links, und heben sich im Ganzen immer gegeneinander auf.

§. 18.

Verification der Arbeiten des Geometers.

Wenn eine Gemeine gemessen ist, so bitten die Vorsteher der Gemeine den Oberlandmesser des Bezirks, daß er diese Messung untersuchen möge, ob sie der Landmesserordnung gemäß ist.

Wenn dieser hinkommt, so sieht er zuerst das Tagebuch des Geometers durch, in welchem bemerkt worden, was jeden Tag geschehen ist. In dieses Tagebuch schreibt der Geometer alles was sich auf die Messung bezieht, z. B. die Namen der Höfe, die der Eigenthümer, Grenzstreitigkeiten, kleine Aufnahmen mit dem Winkelkreuz u. dgl. Er schreibt alles hintereinander, weil sich hierin nicht wohl eine Ordnung nach Rubriken führen läßt. Aus diesem Tagebuche wird nachher in die Karte und in das Meßregister alles da hingeschrieben wo es hingehört.

Findet der Oberlandmesser, daß der Geometer sein Tagebuch gut geführt hat, so untersucht er das Rechnungsregister, und sieht, ob dieses auch vorschriftmäßig eingerichtet sey. Er schlägt dann will-

führlich irgend eine Seite auf, und sieht alle Multiplicationen mit Hülfe der Tabellen durch.

Vom Rechnungsregister geht er zum Meßregister über, und untersucht ob dieses vorschriftmäßig eingerichtet ist, und ob es mit dem erstern in den Zahlen übereinstimmt.

Findet er dieses alles in der Regel, so untersucht er die Karte, ob die Berge gut gezeichnet sind, ob die Farben sanft verwachsen, die Linien fein ausgezogen, und die Namen fleißig eingeschrieben sind.

Darauf begibt sich der Oberlandmesser mit dem Geometer aufs Feld, und sieht die Begrenzung von einigen Parcellen nach, ob diese in der Regel ist. Eben so untersucht er die Begrenzung der Gemeine an einigen Punkten, dann läßt er einige Figuren messen, und vergleicht die Länge der Linien so wie er sie findet, mit der im Tagebuch und im Plane, und sieht, ob alles mit der vorgeschriebenen Genauigkeit übereinstimmt.

Der Oberlandmesser bescheinigt dann wie er alle Theile der Messung gefunden hat, und schreibt diese Bescheinigung ins Meßregister und auf die Karte.

§. 19.

Bezahlung der Arbeiten.

Findet der Oberlandmesser alle Arbeiten des Geometers der Landmesserordnung gemäß, so werden sie gleich bezahlt. Denn jede pünktliche Arbeit verdient eine eben so pünktliche Bezahlung. (Hingegen wird oft gefehlt, besonders in Ländern, wo

keine

keine Landmesserordnung ist, die die Arbeiten genau reguliert. Die Arbeiten der Landmesser sind dann oft nachläßig gemacht, niemand kann sie verificiren, weil es unmöglich ist zu sagen, ob eine Messung vorschriftmäßig genau sey, so lange hierüber keine Vorschriften da sind. — Hiedurch entsteht dann ein allgemeines Mißtrauen gegen die Arbeiten der Geometer, und dieses veranlaßt dann oft Jahre lange Zögerung in den Zahlungen, und ohne daß jemand mit Bestimmtheit anzugeben weiß, wo der Grund zu allen diesen Unordnungen liegt.)

Die Bezahlung, in so fern sie das Messen betrifft, geschieht im Verhältniß der Morgenanzahl, und der Größe der Stücke, wie dieses im ersten Theile S. 184 angegeben worden.

Die Begrenzung wird nach der Zeit bezahlt, die der Geometer darauf verwendet. Für jeden Tag erhält er 2 Gulden, und wenn er einen Feldmesser als Ruthenleger bei sich hat, so erhält er für diesen täglich 1 Rthlr.

Die Setzung der Grenzsteine zwischen Privatgrenzen wird stückweise bezahlt Für jeden erhält er 12 Stüber. Sind die Grenzen streitig, so daß ein oder mehrere Tage darüber hingeht, ehe die Partheien sich darüber vereinigen können, so wird ihm sein Zeitaufwand ebenfalls Tageweise vergütet.

Die Kosten der Verification bezahlt zur Hälfte der Geometer und zur Hälfte die Gemeine, weil beide auf gleiche Weise bei der Verification interessirt sind. — Die Gemeine: daß sie kein Geld für ungenaue Messungen ausgebe, und der Geometer: daß er sein verdientes Geld bald erhalte.

Die Kosten der Verification betragen nur etwa 5 oder 6 Rthlr., wenn nemlich die Messung in allen Theilen vorschriftmäßig geführt ist. — Es ist dann für den Oberlandmesser leicht zu beurtheilen, ob das Tagebuch, das Rechnungsregister und das Meßregister vorschriftmäßig geführt, und die Karte eben so vorschriftmäßig aufgenommen und gezeichnet sey. Indeß wenn man Messungen zu verificiren hat, die völlig ohne Vorschrift aufgenommen sind, so muß man sehr viel Zeit aufs Nachmessen verwenden, ehe man irgend ein Urtheil über die Messung fällen kann.

Ich habe den Fall gehabt, daß Messungen sollten verificirt werden, in denen nichts vorgeschrieben war, weder über Begrenzung, noch über Genauigkeit, noch über die Führung der Bücher. Bei diesen war es leicht zu finden, daß die Arbeit vergeblich war, allein es war sehr schwer ein Urtheil darüber zu fällen, auf wen die Schuld, und mithin der Verlust von der vergeblichen Arbeit fiel. Denn die Landmesser entschuldigten sich damit, daß sie keine Vorschriften gehabt.

Allem diesem wird abgeholfen, sobald eine Regierung in der Landmesserordnung bestimmt angibt, wie begrenzt, wie gemessen, wie verificirt, und wie bezahlt werden soll, und jeder weiß dann, wonach er sich zu richten hat.

§. 20.

Ich habe in den vorigen Paragraphen die Aufnahme einer ganzen Gemeine mit allem beschrieben, was dabei vorkommen kann. Ich glaube, daß eine solche zusammenhängende Darstellung dem Geometer die deutlichste Uebersicht über sein ganzes Geschäft

schäft gibt, und hat er erst vom Ganzen eine richtige Vorstellung, so werden sich seinem Gedächtniß leicht die einzelnen Sätze einprägen, welche er bei der Anwendung der Geometrie auf dem Felde gebraucht.

Um den Vortrag nicht zu unterbrechen, so habe ich einiges übergangen, von dem ich fürchtete, daß es den Leser zerstreuen, und seine Aufmerksamkeit vom rechten Gegenstande ablenken mögte.

Ich werde dieses jetzt nachholen.

1) Man sieht aus dem vorigen, daß das Aufnehmen mit dem Meßtische, und das Aufnehmen mit der Magnetnadel völlig auf denselben Gründen beruht. Beim Meßtische wird das Parallelstellen durch Zurückvisiren erhalten, bei der Magnetnadel durch den Zug der Nadel nach Norden.

Wer also mit dem einen Instrumente aufnehmen kann, der kann es auch mit dem andern, und bedarf hiezu keiner besondern Vorschriften. Der Geometer gebraucht beide, je nachdem die Witterung für das eine oder das andere Instrument günstig ist. Ist es sehr feucht, so kann man mit dem Meßtische nichts auf dem Felde machen, weil sich das Papier zieht. Ist es windig, so kann man die Magnetnadel nicht gebrauchen, weil diese dann nicht zum Stillstehen kommt. — Ist es feucht und windig zugleich, so kann man mit keinem von beiden Instrumenten arbeiten, aber man kann dann kleine Parcellen immer noch mit Winkelkreuz und Ruthen messen. Der Geometer muß immer nach den Umständen beurtheilen, welche Instrumente er am besten gebrauchen kann, damit er selbst bei ungünstiger Witterung keine Zeit verliert.

2)

2) Es würde zu unbequem seyn, das Visirrohr mit dem Gradbogen immer bei sich zu führen, auch könnte dieses Instrument bei beständigem Gebrauche auf dem Felde leicht beschädigt werden. Der Geometer bedient sich deswegen seiner nur bei den Hauptdreiecken der Flur. Bei den kleinern Entfernungen gebraucht er das Dioptenlineal, auf das er ebenfalls die Magnetnadel aufschrauben kann.

Da sich die Dioptern niederlegen lassen, so kann er dieses Lineal immer leicht bei sich führen. Er braucht es nicht einmal in eine Kapsel zu legen, sondern kann es blos in ein Stück Wachstuch gewickelt bei sich führen. Ueberhaupt ist Leichtigkeit und Einfachheit der Instrumente für den Geometer, der auf dem Feld oft unter sehr ungünstigen Umständen, bei unangenehmem Wetter, und in Bergen und Waldungen arbeiten muß, das erste Bedürfniß.

3) Das Zeichenpapier, welches auf den Meßtisch geklebt wird, wird vorher auf der Rückseite angefeuchtet. So wie es aufgeklebt ist und trocken wird, spannt es sich zu einer ebenen Fläche, auf der der Geometer seine Figuren zeichnet. Wird es nachher vom Meßtische abgeschnitten, so läuft es mehr oder weniger ein, theils nach der stärkeren oder schwächeren Spannung, und theils auch nach der größeren oder geringeren Festigkeit des Papiers. Gewöhnliches Zeichenpapier läuft bei einer gewöhnlichen Spannung auf 200 Linien 1 Linie ein, wenn es abgeschnitten wird. Man muß daher auf jedes Blatt den Maasstab zeichnen, ehe es abgenommen wird, damit dieser in demselben Verhältnisse mit einlaufe. Wird mit Banden aufgenommen, so

bleibt

bleibt das Papier trocken, indem es nur mit den Rollen angespannt wird, wo es dann nachher auch nicht einläuft. Indeß behält kein Papier seine beständige Größe, weil es ein Körper ist, der sehr leicht die Feuchtigkeit aus der Luft an sich zieht, und es wird immer um etwas größer oder kleiner, je nachdem es kalt oder warm, feucht oder trocken liegt.

4) Die Dicke der Linien auf dem Papier, so wie man sie auf dem Felde mit einer feinen Zirkelspitze zieht, beträgt bei einem Radius von 3 bis 4 Zoll immer $\frac{1}{8}$ oder $\frac{1}{10}$ Grad. Zieht man sie feiner, so sieht man sie nicht mehr, weil vorzüglich da, wo sich zwei Linien schneiden, sich weis auf weis nicht gut sieht. Schwarz auf weis sieht sich viel besser, und daher kann man mit einer fein geschliffenen Reißfeder Linien auf dem Papier ziehen, die viel feiner sind.

5) Bei der Dreieckmethode hat man selten lange Linien abzustecken, da die Standlinie gewöhnlich nicht länger als 1000 Meter ist. Bei dieser steckt man die beiden Endsignale zuerst, und dann zwischen sie auf alle 100 Meter ein Piket. Es ist leicht zwischen zwei feste Punkte eine Linie völlig gerade abzustecken; aber eine Linie, von der zwei Punkte gegeben sind, die nahe beisammen liegen, so zu verlängern, daß sie genau gerade bleibt, ist sehr schwer, weil man hiebei aus der kleinen gegebenen Richtung die große Gesuchte herleiten muß.

Um sie möglichst gerade zu machen, muß man die Zielstäbe sehr genau senkrecht stellen, und jedesmal, wenn eine neue eingesteckt wird, sich in der Linie zurückstellen, und mit einem Taschenfernrohr

an

an allen vorbei visiren. Hiebei muß das Wetter ruhig seyn, und gute Beleuchtung von der Sonne. Ist die Luft dunkel, so sieht man die entferntern zu undeutlich, und wenn es windig ist, so erlaubt die Bewegung der Zielstäbe kein sicheres Sehen, und es kann auch leicht einer, der in lockerer Erde steht, auf die Seite getrieben werden.

6) Wenn zwei feste Punkte A und B gegeben sind, z. B. zwei Thürme, zwischen denen man eine Linie mit den Pikets c und d abstecken soll, so geschieht dieses auf folgende Weise. Der Geometer nimmt eines der Pikets, und sein Gehülfe das andere, und beide stellen sich so weit von einander, daß einer des andern Piket noch deutlich sieht. Sie stellen sich so, daß einer den andern ansieht, nemlich c sieht nach B, und d sieht nach A. Nun gehen beide rechts oder links, und visiren übereinander weg, bis sie in der Richtung der Linie sind, wo sie dann die Pikets einstecken, und über diese wegvisiren.

A ———— c ———— d ———— B

Auf diese Weise kann man auch eine Linie über einen Berg abstecken. Wenn A und B so in zwei Theilen liegen, daß man nicht von A nach B sehen kann, so kann man doch eine Linie zwischen ihnen abstecken, wenn man nur auf dem zwischen ihnen liegenden Berge zwei Stellen c und d hat, wo man beide sehen kann. Man verfährt dabei gerade wie im vorigen.

Eben so kann man eine Linie durch ein Thal abstecken. Wenn A und B auf zwei Bergen liegen, und c und d im Thale, so wird man zwar von A

nach

nach B sehen können, aber über die Pikets c und d weg, weil sie zu tief stehen. Man geht dann in die Mitte, und stellt die Pikets auf die eben angeführte Weise in die Linie.

7) Bei einer Parcellen-Vermessung sind die Meßruthen bequemer als die Meßketten, und auch genauer. Auch mißt sich in unebenem Boden, wo man bergauf und bergab messen muß, viel besser mit den Ruthen als mit der Kette. In ebenem Boden, wo man lange Linien zu messen hat, geht das Messen mit der Kette schneller als mit den Ruthen. Aber das Messen mit den Ketten ist nie so genau wie das mit den Ruthen. Bei mehrern Versuchen, die ich hierüber gemacht habe, fand ich, daß auf eine Linie von 1000 Meter Länge, jedesmal vier Messungen mit der Kette um 1 Meter von einander abweichen. Dieses war bei unsern großen Standlinien von zwei Stunden Länge, welche vorher viermal mit den Ruthen waren gemessen worden. Diese Messungen mit den Ruthen geschehen über Brücken in einer Gegend die völlig eben war. Die vier Ruthenmessungen wichen auf 1000 Meter nie mehr als $\frac{2}{100}$ eines Meters von einander ab.

Diese Genauigkeit wird aber nur bei der Messung eines ganzen Landes gebraucht, und der Geometer bedarf ihrer bei der Messung einer einzelnen Gemeine nicht. Indeß muß er dann doch seine Standlinien zweimal mit den Ruthen messen, und nicht mit der Kette, weil jede Kettenmessung immer unsicher ist, besonders wenn der Boden locker ist, wo die eingestossene Spitzen nicht fest bleiben. Am bequemsten ist die Kette beim Cartiren, wo man

sie

sie in der Richtung der visirten Linie ausspannt, und auf ihr unmittelbar die Abscissen abzählt. Wenn sie nur hiezu gebraucht wird, so ist es bequem, wenn sie dünn ist und eine Länge von 5 Ruthen oder 50 Meter hat. — Die Genauigkeit, welche hiebei erfordert wird, gibt die Kette auch, wenn sie gerade nicht aufs schärfste gespannt wird, welches man bei einer so langen und so dünnen Kette nicht darf. Durch das Ausschleißen in den Gliedern ändern die Ketten immer ihre Länge, und sie müssen deswegen mit den Ruthen öfter nachgemessen werden. Weil die $\frac{1}{2}$ Meter lange Glieder sich durch den Gebrauch auch wohl verbiegen, und immer kleine Krümmungen behalten, auch wenn sie wieder gerade geschlagen werden, so hebt dieses die Verlängerung der Kette, welche eine Folge des Ausschleißens ist, zum Theil wieder auf.

8) Wenn man eine Linie auf einem Boden mißt, der nicht ganz eben ist, so erhält man nicht die Länge der wahren Horizontallinie. Ist der Boden nur wenig geneigt, etwa auf 100 Meter 3,5 Meter, so macht er mit dem Horizonte einen Winkel von 2 Grad, und der Unterschied zwischen der Horizontallinie und der schiefgemessenen ist nur $\frac{1}{20}$ Meter, oder auf 200 Meter $\frac{1}{10}$ Meter; dieses ist völlig unmerklich. Ist die Neigung drei Grad, so ist der Unterschied beinahe dreimal so groß, und auf 200 Meter wird schon $\frac{3}{10}$ Meter gefehlt. Man darf dann bei einer genauen Messung die schiefe Linie schon nicht mehr für eine horizontale nehmen, und man muß, wenn mit der Kette gemessen wird, diese an einem Stabe in die Höhe heben, bis sie dem Augenmaß nach horizontal ist.

Hiebei

Hiebei biegt sich die Kette in der Mitte durch, und zwar um so mehr, je länger und je schwerer sie ist. Wie viel dieses Durchbiegen beträgt kann man sehen, wenn sie an einer langen Mauer hingespannt wird, auf der man gerade 50 Meter abgemessen hat. Durch dieses Biegen wird die Kette ungefehr um $\frac{3}{10}$ Meter kürzer, und mißt also die Linie zu lang.

Hierüber eine besondere Rechnung zu führen, würde in den meisten Fällen mehr Mühe machen als eine solche Kettenmessung verlohnt, die auf unebenem Boden doch nie genau wird.

Will der Geometer eine abhängige Linie genau messen, so mißt er sie am Boden weg mit den Ruthen, und bestimmt mit dem Visirrohr den Neigungswinkel. Auf der Rückseite des Gradbogens sieht er dann wie viel er auf jede 100 Meter abziehen muß, um die wahre Horizontallinie zu finden.

Gehen die Linien durch einen unebenen Boden, der bald steigt und bald fällt, so muß man sie, wenn die Unebenheiten stark sind, treppenweise messen. Dieses geht dann geschwinder, und ist für solche Linien auch genau genug. Das Verfahren dabei ist im ersten Theile S. 152 gezeigt worden.

9) Bei der Dreieckmethode werden alle Winkel auf dem Papier gezeichnet, und es ist unnöthig ihre Werthe in Graden zu wissen. Soll ein Winkel bis auf $\frac{1}{2}$ Grad genau auf dem Papier gemessen werden, so geschieht dieses mit Hülfe des Transporteurs von Horn, der im ersten Theil beschrieben und abgebildet ist. Verlangt aber der Geometer die Größe eines Winkels genauer als bis auf einen halben Grad zu messen, so mißt er ihm vermittelst der

Länge

Länge der Sehne, und gebraucht hiebei die Sehnentafeln, (welche am Ende dieses Werks sind) und den tausendtheiligen Maasstab. Das Verfahren hiebei wird bei der Erklärung vom Gebrauch der Tafeln angegeben werden.

10) In einigen Gegenden werden die Aecker auf Rücken gebaut, wo dann zwischen zwei Feldern jedesmal eine Furche ist. Dieses geschieht häufig in den Niederlanden und in mehrern Gegenden, wo der Boden feucht ist. Diese Furchen dienen zum Abflusse des Wassers, und machen zugleich die Grenze zwischen zweien Feldern. Was hiebei sonderbar ist, daß die Landleute von Anfang an diese Furchen nicht gerade gezogen haben. Gewöhnlich machen sie Bögen von großen Radien, und die Felder zwischen ihnen sind lange schmale Streifen, die bei einer Länge von 1000 Fuß oft keine Breite von 30 haben. Diese Grenzen gerade machen, würde zu viel Verwirrung im Ackerbau veranlassen, und der Geometer muß sie daher messen wie sie sind. Alles, was er thun kann ist, daß er Steine durchsetzt, um wenigstens ihren gegenwärtigen Zustand festzusetzen. Aber auch hiezu werden sich die Besitzer oft nicht verstehen wollen, theils weil in diesen Gegenden die Grenzsteine selten und theuer sind, und theils weil die Landleute, da sie an keine Grenzsteine gewöhnt sind, das Vorurtheil haben, daß sie dem Ackerbau nachtheilig wären, und beim Pflügen hinderten. (In den Rheinebenen beim Siebengebirge stehen fast in allen Ackergrenzen Steine, ohne daß sie dem Pflügen schaden. Weil hier die Grenzsteine leicht zu haben waren, so waren

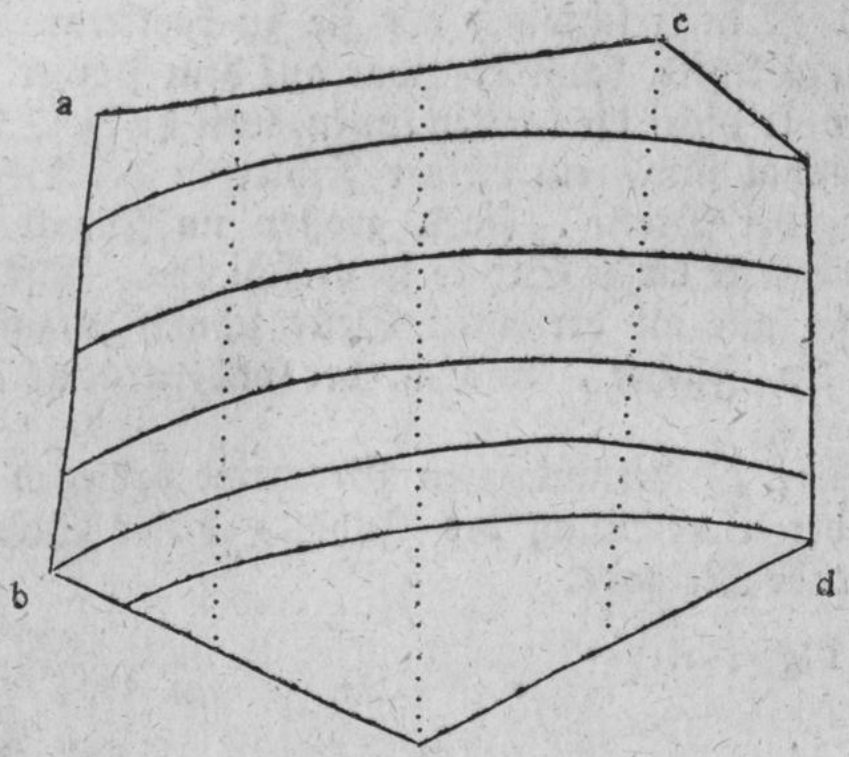
sie

sie hier immer gebräuchlich, und die Landleute sind daran gewöhnt.)

In den meisten Fällen wird der Geometer zufrieden seyn müssen, wenn blos auf den vier Ecken an den Vorhäupten der Stücke Steine gesetzt werden, und er muß dann diese schmalen Streifen mit ihren krummen Begrenzungslinien so gut kartieren und messen als es geht.

Die beste Art hiebei zu verfahren ist folgende.

Fig. 140.



Die Parcellen, die zu einer Feldmark gehören, werden durch Fahrwege, Bäche u. dgl. in mehrere Vielecke getheilt, in denen die Wasserfurchen alle dieselbe Richtung haben. Es sey Fig. 140 ein solches Vieleck, welches sechs Parcellen bilden. Oft sind diese so schmal, daß 50 oder 60 in einem solchen Vielecke liegen.

Der

Der Geometer bringt nun zuerst das Vieleck acbd auf den Tisch, und bemerkt alle Grenzpunkte an den Seiten ab und cd. Darauf steckt er mehrere Linien über das Vieleck ab, welche alle Parcellen quer durchschneiden. Diese Linien, die unter sich übrigens nicht parallel zu seyn brauchen, trägt er auf den Meßtisch, und mißt in diesen Linien die Breite von jedem Stück. Zieht er durch diese Punkte nun krumme Linien, so hat er die Parcellen kartirt.

Den Inhalt von diesen Stücken genau anzugeben, ist noch schwerer als sie zu kartiren. Die längern Linien kann er zwar auf dem Papier messen, aber nicht die breiten Linien, weil da die Stücke so schmal sind, ein kleiner Fehler in der Bestimmung der Breite, einen großen im Inhalt hat. Die Breite dieser Stücke ist verschieden. Oft laufen sie alle an der einen Seite schmal zusammen wie ein Fächer, und an der andern breit auseinander.

Die Niederländischen Geometer bedienen sich bei der Berechnung des Inhalts dieser Streifen folgende Methode.

Fig. 141.

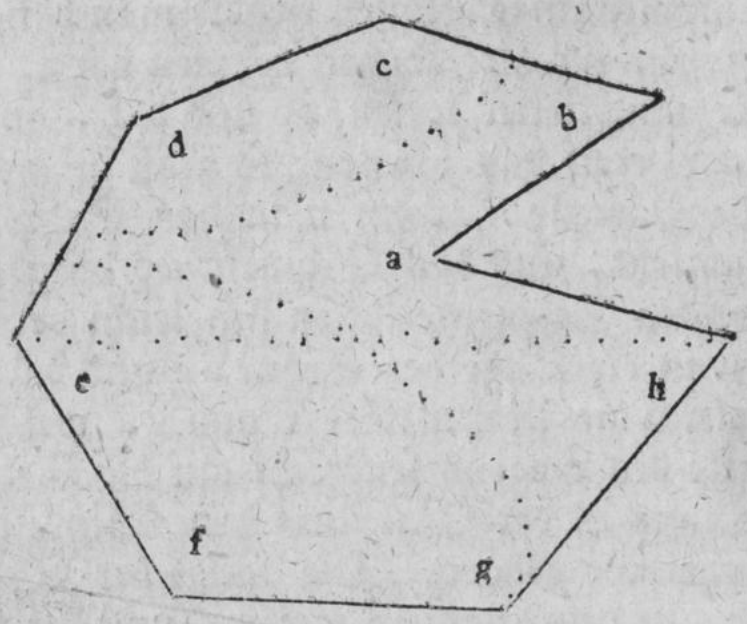
Es

Es sey Fig. 141 abcd ein solcher langer schmaler Streifen, der von zwei geraden Linien und von zwei krummen eingeschlossen ist, die man ohne merklichen Fehler für Kreisbogen nehmen kann. Zieht man die punktirten Linien ac und bd, so erhält man ein Viereck das offenbar so groß ist als die zu messende Parcelle, wenn man das Segment bd davon abzieht, und das Segment ac dazu addirt. Diese beiden Segmente lassen sich leicht berechnen, sobald man die Länge der Sehne ac und bd kennt, und zugleich die Perpendikel f und g, welche aus der Mitte des Bogens senkrecht auf die Sehne fallen. Dieses ist der Quersinus des Winkels, der zum Bogen ac gehört. Die Länge der Sehne ac läßt sich auf dem Papiere messen, und der Inhalt des Segments findet sich nun leicht mit Hülfe der Segmententafeln, wie dieses unten näher bei dem Gebrauch dieser Tafeln soll gezeigt werden.

11) Da man durch Waldungen keine Linien visiren kanu, so kann man diese auch nicht mit dem Meßtische trianguliren. Man muß diese daher aus dem Umfange aufnehmen. — Am besten geschieht dieses auf folgende Weise. Bei der Begrenzung des Waldes läßt man alle Grenzen 4 Fuß weit aufhauen, so daß man von einem Grenzstein auf den andern sehen kann. Gewöhnlich werden bei Waldungen die Grenzen auf lange Linien gerade gemacht, damit weniger Steine gebraucht werden, und der Wald bildet dann ein Viereck von etwa 8 bis 12 Seiten.

Fig.

Fig. 142.



Man stellt nun den Meßtisch auf den Punkt a, und visirt nach b und h. Nachdem man den Winkel b a h auf dem Tische gezeichnet hat, so mißt man die Länge der Linie a b, und trägt diese auf, dann stellt man ihn in b, macht ihn mit der Linie b a wieder parallel, und visirt auf c. Hat man den Winkel c b a auf dem Tische, so wird die Länge von c b gemessen und aufgetragen. Dann geht man nach c, d, e, f u. s. w. bis man die ganze Figur auf dem Tische hat. Die Figur schließt sich, wenn man nach g kommt und auf h schneidet, weil die Linie a h schon auf dem Tische ist. Mißt man nun die Länge g h auf dem Felde, so muß diese mit der Länge auf dem Tische nach dem verjüngten Maasstabe übereinstimmen. Ebenfalls muß dieses die Linie a h thun. Man nennt dieses das Schließen der Figur. Völlig genau wird die Figur zwar

nie

nie schließen, allein sehr viel wird auch nicht hieran fehlen, wenn mit Sorgfalt gearbeitet ist, weil die kleinen Fehler im Aufzeichnen der Winkel sich gewöhnlich zum Theil wieder gegeneinander aufheben. — Könnte man durch die Mitte der Figur zwei gerade Linien durchmessen, die aufeinander senkrecht ständen, so würden diese ihr die rechte Ausspannung geben. Allein dieses erlaubt gewöhnlich die Undurchsichtigkeit des Waldes nicht. Man kann sich aber oft mit Vortheil der Wege bedienen, die durch den Wald gehen, und hier durch punktirte Linien angedeutet sind. Wenn man diese mit dem Meßtische aufnimmt, und nach dem verjüngten Maasstabe in die Figur trägt, so leisten sie in Hinsicht der richtigen Ausspannung der Flur einen Theil von dem was die Diagonallinien leisten.

12. Man sieht auch an dieser Figur, wie man durch einen Wald eine gerade Linie abstecken kann. Es soll z. B. von e nach h eine gerade Linie zu einer Landstraße durchgehauen werden. Man steht in e, kann aber nicht nach h sehen, und weiß auch nicht wo h liegt. — Nachdem man aus dem Umfange den Wald aufgenommen, und die Punkte e und h fest hat, so stelle man sich in e, und mache den Tisch durch rückwärts Visiren parallel. Darauf legt man das Visirrohr an die Linie eh auf den Tisch, und läßt nun durchs Fernrohr in dieser Richtung abstecken und aufhauen, aber nur 4 Fuß breit und bis in die Mitte des Waldes. Dann geht man nach h und visirt auf e, und läßt auch in dieser Richtung durchhauen.

Beide Linien treffen sich in der Mitte des Waldes, und bilden hier, wenn mit Sorgfalt gearbei-

tet worden, einen Winkel, der nur sehr wenig von 180 Grad abweichen wird.

Bei stiller Luft kann man auch eine Linie mit Hülfe des Gehörs durch einen Wald abstecken. Man stellt nemlich jemand an den Punkt, wo man hin will, und läßt diesen rufen oder auf dem Horn blasen, und steckt dann, indem man immer auf den Schall zugeht, Pikets ein. Doch ist diese Methode begreiflich keiner großen Genauigkeit fähig. Auch läßt man wohl des Abends Raketen steigen, und nach diesen die Linien abstecken.

13. Bei der Aufnahme der Waldungen ist noch zu bemerken, daß man sie in einer Jahrszeit vornimmt, wo kein Laub auf den Bäumen ist, und man also besser durchsehen kann. Auch ist es im Winter in den Waldungen nicht so kalt wie auf dem Felde, weil hier der Wind weniger trifft, und also besser zu messen.

Uebrigens muß man die Waldungen immer in Vielecke von möglichst wenig Seiten verwandeln, und wenn schmale Stücke Feld oder Wiesengründe hineinlaufen, die nicht dazu gehören, so werden diese quer durchschnitten, und von der Umfangslinie des Waldes mit eingeschlossen. Eben so werden lange und schmale Spitzen des Waldes quer abgeschnitten, und nachher so wie die Wiesengründe besonders gemessen.

Bei dem Messen aus dem Umfange hängt alles davon ab, daß man die Ausspannung der Figur im Ganzen richtig erhält. Die kleinen Ein- und Ausbiegungen an der Grenze haben wenig Einfluß auf die Richtigkeit des Inhalts, und werden nachher besonders gemessen. Da die Länge der

Um-

Umfangslinien unmittelbar auf dem Felde gemessen wird, so ist diese immer hinlänglich genau. Auch werden es die Winkel seyn, welche mit dem Visirrohr aufgetragen werden, wenn der Wald nicht über 100 Morgen ist, und man ihn also im Maasstabe von $\frac{1}{2000}$ auf den Tisch bringen kann.

Ist der Wald aber größer, und man muß einen kleinern Maasstab wählen, etwa von $\frac{1}{4000}$, so ist folgendes Verfahren am besten.

Man spannt ein Blatt Zeichenpapier so stark auf den Meßtisch, daß es sich auch selbst in etwas feuchtem Wetter nicht zieht. Auf dieses nimmt man dann den Wald aus dem Umfange, auf die in vorigem beschriebene Weise im Maasstab von $\frac{1}{4000}$ auf, und schreibt bei jede Seite ihre Länge. Zugleich zieht man über die Mitte des Meßtisches eine sehr feine Linie in Tusch. An diese trägt man auf jeder Station den beobachteten Winkel, und schreibt den Buchstaben der Station dabei. Da diese Winkel lange Schenkel haben, und zugleich mitten auf dem Tische liegen, wo dieser die größte Festigkeit hat, so werden sie sehr genau. Zu Haus klebt man dann ein Blatt Papier aufs Zeichenbrett, das so groß ist, daß man den Wald im Maasstab von $\frac{1}{2000}$ darauf zeichnen kann. Da man die Größe der Winkel sehr genau mit Hülfe der Sehnen und dem Stangenzirkel auftragen kann, und man die Länge der Seiten unmittelbar gemessen hat, so wird die Figur sehr nahe den richtigen Inhalt des Waldes angeben.

Geht ein Theil der Grenze des Waldes durch einen Sumpf, wo man nicht durchgehen kann, und der zugleich so dicht mit Holz bewachsen ist,

daß man sie nicht sehen kann, so ist das Messen derselben geometrisch unmöglich, weil man die Linie weder unmittelbar messen noch durch Hülfe von Dreiecken aus andern Linien herleiten kann. Gewöhnlich hilft man sich denn durch allerhand Umwege, wobei man die Grenze wenigstens beiläufig bestimmen kann. Besteht die Grenze aber aus einer einzigen geraden Linie, deren Endpunkte e und h sind, so läßt sie sich auf dem Papier zeichnen, sobald man die Punkte e und h festgelegt hat, so wie dieses in der vorigen Figur zu sehen ist.

Sind endlich Waldungen von 10 oder 20000 Morgen zu messen, so müssen diese vorher mit dem Spiegelsextanten trianguliert werden, weil es sonst unmöglich ist, einer so großen Fläche die richtige Ausspannung zu geben. Dieses gehört aber für die Oberlandmesser, und die Art, wie sie hiebei verfahren, wird im dritten Theile gelehrt werden.

14. Soll der Geometer eine Stadt mit ihrer Umgebung aufmessen, so kann er hiebei den Maasstab von $\frac{1}{10000}$ nehmen, wenn blos ein Plan soll aufgenommen werden, in dem nicht die einzelnen Häuser, sondern blos die Straßen und die Häusermassen ausgedrückt werden.

Soll es aber eine specielle Vermessung der Stadt und ihrer Gärten und Feldmark seyn, so muß der Maasstab von $\frac{1}{1000}$ gewählt werden, weil sonst die Häuser, und das was zwischen den Häusern liegt, so wie auch die Scheidungslinien zwischen den Erben nicht gehörig können gezogen werden.

Eine Stadt nimmt sich am besten im Sommer auf, wo man des Morgens schon um 4 Uhr arbeiten

beiten kann, ohne von den Herumgehenden gestört zu werden. In abgelegenen Straßen kann man auch nachher bei Tage noch immer die einzelnen Parcellen mit den Ruthen aufnehmen. Wegen Mangel an Aussicht kann man in der Stadt nicht trianguliren, — man schneidet in der Richtung der Straßen Direktionslinien auf den Tisch, und nimmt die Häuserquadrate aus dem Umfange auf. Die einzelnen Häuser und Höfe werden nachher mit den Ruthen aufgenommen. An die Pikets läßt man sich schmale eiserne Spitzen machen, um sie zwischen das Pflaster einstecken zu können. Doch hat dieses, wenn das Pflaster gut ist, noch immer einige Schwierigkeiten. Am besten läßt man sich einige Pikets mit 3 Füßen machen, die sich so zusammenlegen, wie das Statief der Wasserwage im ersten Theil. Diese kann man leicht überall hinsetzen, und den Punkt, über dem sie stehen, mit einem Nagel bezeichnen, den man zwischen die Pflastersteine schlägt.

§. 21.

Es ist selten, daß die Arbeiten des Geometers auf ein Tischblatt gehen, und selbst wenn er ein einzelnes Gut aufnimmt, so liegen die Stücke oft so zerstreut und mit andern untermischt, daß sie nicht auf ein Blatt gehen. Auch will bei der Messung eines einzelnen Guts der Eigenthümer gern einen etwas großen Maasstab und eine große Karte haben, und dann muß der Geometer den von 1000 zu 1 nehmen, bei dem nur 25 Morgen auf ein Tischblatt gehen.

Wir

Wir wollen nun zeigen, wie der Geometer verfährt, wenn er seine Karte aus mehrern Blättern muß zusammensetzen, und dieses ist bei jeder Gemeinekarte der Fall, denn auch die kleinste Feldflur einer Gemeine ist doch nur immer über 500 Morgen groß, und bei einer Parcellenmessung einen kleinern Maasstab als $\frac{1}{2000}$ zu nehmen, geht nicht wohl an.

Wenn der Geometer mit der Begrenzung der Gemeine fertig ist, und er hat ihre Länge und Breite mit Schritten abgegangen, so kann er, wenn er den Okularplan von ihr entwirft, leicht bestimmen, wie viele Blätter jedes zu $\frac{1}{2}$ Meter lang und breit zu der Karte gebraucht werden.

Wir wollen annehmen er findet, daß die Gemeine ungefehr in der Länge von Osten nach Westen 4, und in der Breite von Süden nach Norden 3, also in allem 12 haben werde. In diesem Falle gebraucht er am besten das Tischblatt mit den Rollen, auf die er das nöthige Papier wickelt. Er macht dann drei Banden, jede von vier Blättern, wovon jede also 1000 Meter auf dem Felde breit und 4000 lang ist.

Da die Banden immer so gelegt werden, daß ihre Länge von Westen nach Osten liegt, (weil der Geometer beim Schreiben am Tisch immer Norden gerade vor sich hat, wo dann das aufgerollte Papier am wenigsten leidet) so muß er vier Parallellinien auf dem Felde in der Richtung von Westen nach Osten abstecken, welche jedesmal um 1000 Meter oder um die Breite einer Bande von einander entfernt sind.

Von

Von der Richtigkeit dieser Linien hängt ein großer Theil der Richtigkeit seiner Karte ab, und er muß deswegen hierauf alle Sorgfalt verwenden.

Sein Verfahren ist hiebei folgendes:

Er sucht sich eine ebene Stelle zur Messung seiner Standlinie, und steckt die ganze Feldmark mit Signalen ab, um sie im Großen zu trianguliren.

Dann nimmt er ein Tischblatt, auf das ein Bogen Zeichenpapier recht scharf aufgezogen ist, und zeichnet darauf genau das Quadrat von einem halben Meter. Auf dieses Tischblatt triangulirt er nun die ganze Gemeine im Maasstab von $\frac{1}{10000}$. Da in diesem Maasstabe 2500 Morgen auf $\frac{1}{4}$ Meter gehen, so wird er fast in allen Fällen das Dreiecknetz auf ein Blatt bekommen. Denn es ist sehr selten, daß eine Gemeine größer ist als 2500 Morgen. Ist sie es, so thut er wohl, daß er sich ein größeres Tischblatt machen läßt. Es braucht nur zwei Handbreit (Decimeter) größer zu seyn, und es gehen dann schon 5000 Morgen darauf.

Er mißt nun seine Standlinie, stellt den Meßtisch im Endpunkt A mit Hülfe der Magnetnadel sehr genau nach Norden, und trägt dann die Standlinie auf, indem er auf den zweiten Endpunkt B visirt. Von dieser Standlinie aus triangulirt er nun mit Hülfe des Visirrohrs seine ganze Flur bis zur Verificationslinie. Bei diesem Trianguliren muß nun bei der Kleinheit des Maasstabes alle Sorgfalt anwenden. Das Wetter muß heiter seyn, und alle Linien, die er zieht, zieht er weder mit Bleistift noch mit der Zirkelspitze, sondern mit einer scharf geschliffenen Reißfeder, weil man eine noch so feine Tischlinie immer auf dem Papier se-

hen

hen kann, dahingegen die Linien mit der Zirkelspitze immer gröber müssen gezogen werden, um sie nur sehen zu können.

Hat er nun auf diese Weise das Dreiecknetz der ganzen Gemeine auf dem Tische, so zieht er über den südlichen Grenzpunkt der Gemeine die erste Linie von Westen nach Osten. 1000 Meter weiter zieht er die zweite parallel mit dieser. 1000 Meter weiter die dritte, und so endlich 1000 Meter weiter die letzte. Diese Streifen auf dem Papier sind die Banden für die Karte, und es fehlt jetzt nur noch, daß er sie auf dem Felde absteckt.

Zuerst steckt er die südlichste Grundlinie ab. Es ist gerade nicht nothwendig, daß sie durch den äussersten Punkt gehe. Er kann, wenn der Boden etwas weiter vortheilhafter zum Abstecken einer geraden Linie ist, sie auch noch südlicher legen, vorausgesetzt, daß er an der Nordseite auf der dritten Bande noch Platz übrig habe.

Er stellt den Meßtisch mit der Magnetnadel genau nach Norden, oder wenn er gerade in einen Dreieckpunkt kommen kann, so orientirt er ihn mit Zurückvisiren auf ein festes Signal. Dann legt er das Lineal scharf an die Seite des Quadrats, die von Osten nach Westen geht, und läßt in dieser Richtung Pikets abstecken, so weit wie er sehen kann.

Wenn man mit einem guten Fernrohr eine gerade Linie absteckt, so ist es vortheilhaft, das entfernteste Signal zuerst zu setzen, und dann erst die nähern. Auf diese Weise wird die Linie völlig gerade. Setzt man aber erst die nächsten, und über diese die entferntesten, indem man immer vorwärts

steckt,

steckt, so kann, wenn ein Piket etwas aus der Richtung ist, die ganze Linie gleich eine bedeutende Krümmung bekommen. Da das Visirlineal ein gutes Fernrohr mit einem Fadenkreuz von Spinnefäden hat, so kann man ein Piket ein Viertelstunde weg stellen, und seine Dicke wird doch noch nicht von der Dicke des Fadens gedeckt.

Wenn man die erste Linie gezogen, und auf alle hochliegende Punkte in ihr Signale gesetzt, so zieht man 1000 Meter von ihr die erste Parallele. Liegt in dieser Linie ein Dreieckpunkt, so stellt man in diesen den Meßtisch, orientirt ihn nach Norden, und steckt mit Hülfe des Visirrohrs die Parallellinie ab. Indeß wird es selten der Fall seyn, daß gerade in der Linie ein Punkt liegt. Man stellt nun den Meßtisch in den nächsten Punkt bei der Linie, orientirt ihn, und schneidet eine Direktionslinie auf einen Punkt, der dem Augenmaße nach in der Linie liegt, und nun mißt man auf dem Tisch so viel Meter ab, z. B. 37 bis wo die Direktionslinie die Parallele schneidet. Dann mißt man ebenfalls in dieser Richtung auf dem Felde 37 Meter ab, und bezeichnet den Punkt. Ueber diesen stellt man den Meßtisch, orientirt ihn durch Zurückvisiren, und steckt mit dem Visirrohr die Parallellinie ab. Diese Linie würde nun gerade 1000 Meter von der ersten entfernt seyn, wenn bei dem Abtragen der Linien vom Papier aufs Feld nirgend ein kleiner Fehler vorgefallen wäre. Indeß darf man dieses bei dem kleinen Maasstabe nicht annehmen, und um sich zu überzeugen, ob beide Linien wirklich in einer Entfernung von gerade 1000 Meter parallel aneinander vorbei laufen, so ist kein

besser

besser Mittel als auf zwei Stellen der Grundlinie mit Hülfe des Meßtisches Perpendikel zu errichten, und auf diesen 1000 Meter abzumessen. Da, wo diese enden, steckt man ein Piket, und diese Pikets müssen mit denen, die bereits gesetzt sind, in einer geraden Linie stehen. Weichen sie aber um ½ oder 1 ganzes Meter davon ab, so richtet man die ganze Linie nach diesen Pikets, weil die unmittelbare Messung auf dem Felde genauer ist wie die auf dem Papier. Wenn aber der Boden ungünstig zum Linienmessen ist, so muß man die Genauigkeit der Parallelen auf der Richtigkeit der Dreiecke allein beruhen lassen, welches man bei der Güte der Instrumente und der Feinheit der Linien, auch kann ohne daß man zu befürchten hat die vorgeschriebene Fehlergrenze zu überschreiten.

Wenn die erste Parallellinie abgesteckt ist, so wird auf dieselbe Weise die zweite und dritte abgesteckt. Fallen diese Linien durch einen Wald, so wird in ihrer Richtung 4 Fuß breit aufgehauen, damit der Geometer durchvisiren kann. Endlich werden, wenn die Linien völlig abgesteckt sind, die Pikets wieder ausgezogen, und an ihre Stelle Pfähle eingeschlagen.

Der Geometer schraubt nun ein anderes Blatt auf den Tisch, auf welchem eine Bande von 4000 Meter Länge und 1000 Meter Breite ist. Mit diesem Blatt nimmt er nun zuerst den Streifen der Gemeine auf, in dem die Standlinie liegt. — Er läßt in dieser die Pikets wieder einstecken, und setzt noch neue für die kleinern Dreiecke. Dann geht er auf die Standlinie, orientirt den Tisch mit der Magnetnadel, und trägt diesen im Maasstabe

von

von $\frac{1}{2000}$ auf, und triangulirt auf alle Pikets, die in seiner Bande liegen. Auch zieht er Linien auf einige feste Punkte in den andern Banden, welche ihm nachher beim Aneinandersetzen der verschiedenen Banden nützlich sind. Diese Linien zieht er aber nur auf den Rand, und schreibt den Namen des Punkts dabei, auf den sie gehen.

Hat er auf diese Weise eine Bande aufgenommen, so nimmt er die zweite und dritte auf. Aber ehe er zur zweiten übergeht, macht er die erste ganz fertig, so als wenn es eine besondere Gemeine wäre. Ueber jede Bande führt er ein eigenes Tagebuch und ein eigenes Rechnungsregister.

Alle Parallelen, die von der Grenzlinie einer Bande durchschnitten werden, betrachtet er als wenn sie aus zwei Theilen bestünden, und sie liegen nicht allein in zwei verschiedenen Banden, sondern sind auch in zwei verschiedenen Rechnungsregistern. Da, wo die Parallellinien ihre Grenzen durchschneiden, schlägt er kleine Pfähle ein, damit er in der folgenden Bande genau auf derselben Stelle wieder anfange zu messen, wo er aufgehört hat.

Wenn nun alle Banden aufgenommen und gezeichnet sind, so legt er sie aneinander, und die Karte der ganzen Gemeine ist da. Er schreibt dann mit rother Dinte die Nummern in die Parcellen, und sucht ihren Inhalt aus den verschiedenen Rechnungsregistern zusammen, den er auf die angeführte Weise ins Meßregister schreibt.

Er kann nun die verschiedenen Banden so aneinander kleben, daß die gemeinschaftlichen Punkte aufeinander fallen, wo sie dann nur eine große

Ge-

Gemeinekarte bilden. Indeß ist es für die Erhaltung der Karte besser, daß in der Breite nicht mehr als zwei oder höchstens drei Banden aneinander geklebt werden, weil bei einer größern Breite die Karte unbequem und leicht verstoßen wird.

Die Aufnahme mit Banden wird sehr erleichtert, wenn die Parallellinien so gewählt werden, daß sie durch kein Dorf gehen, da das Durchschneiden der Häuser, der Gärten und Baumhöfe viel Unbequemlichkeit hat, weil dann alle in zwei verschiedenen Banden liegen. Man zieht daher die Parallellinien so, daß das Dorf in der Mitte einer Bande liegt.

§. 22.

Das Messen gerader Linien auf dem Felde ist sehr vielen Schwierigkeiten unterworfen, sobald die Richtung und Lage dieser Linien nicht willkührlich ist. — Steckt man durch eine Gegend Parallelen ab, so sind, wenn auch einige gut fallen, doch immer mehrere, die durch Thäler, steile Ufer, Gärten und Hofplätze, oder wohl durch andere Gegenstände fallen, wodurch sich noch übler messen läßt.

Wenn die Entfernung der Parallelen unter sich willkührlich ist, so kann man zwar die Linie um einige Ruthen rechts oder links legen, wen man sieht, daß sie gar zu schlimm fällt, allein wenn man hiedurch auch in einem Theile der Linie die Hindernisse vermeidet, so sind in der neuen Linie oft wieder andere Stellen, die eben so schwer sind.

Der Geometer macht deßwegen nie mehr Parallellinien als er für das Aneinanderhängen seiner Banden gebraucht, und selbst diese Linien braucht er nicht einmal zu messen, sondern blos abzustecken.

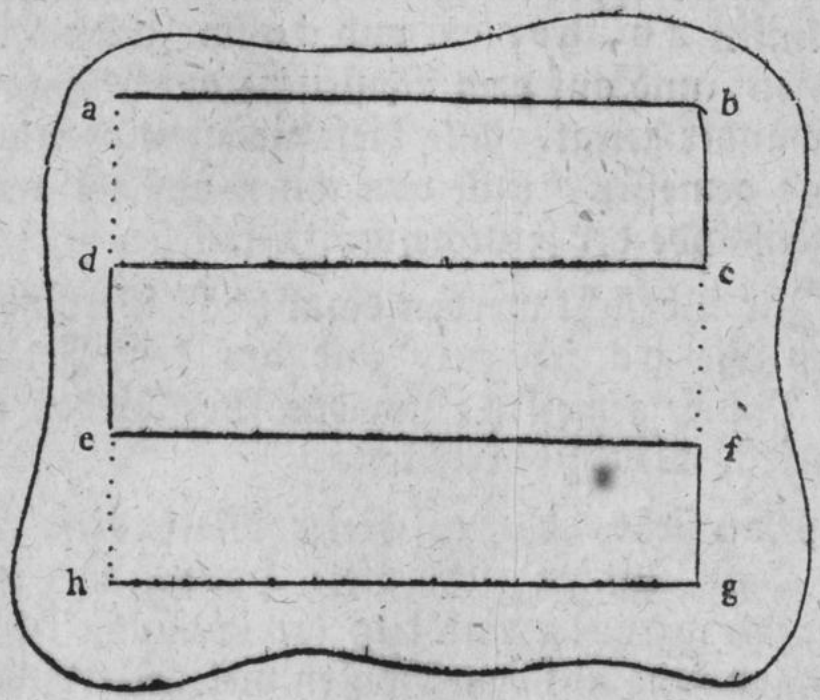
In

In ebenen Küstenländern, wo das Abstecken und Messen der geraden Linien wenig Schwierigkeiten hat, werden die Flurkarten von den Geometern gewöhnlich mit Hülfe paralleler Linien aufgetragen. Sie nennen dieses die Parallelmethode.

Diese beruht auf folgendem:

Es sey Fig. 143. eine Gemeine, die aufgemessen werden soll, so stecken sie an der Grenze derselben die Linie ab ab, und schneiden von dieser auf alle Pikets, die sie in der Nähe der Linie stehen haben. Darauf gehen sie unter einem rechten Winkel nach c, und stecken eine neue Linie cd der ersten parallel ab, und visiren von dieser ebenfalls alle Pikets, die sie in der Nähe stehen haben. Auf dieselbe Weise stecken sie nun die Linien ef, gh u. s. w. ab, bis sie am Ende der Flur sind.

Fig. 143.



Da sich der Parallelismus der Linien leicht durch senkrechte Linien in a d und b c untersuchen läßt, und da alles auf den unmittelbar auf dem Felde gemessenen Hauptlinien beruht, so wird die Gemeine sehr genau cartirt seyn. Allein man sieht auch, daß hiebei sehr viele Linien müssen gemessen, und der Boden zu solchen Messungen sehr günstig seyn muß. Im Gebirge ist diese Methode gar nicht anwendbar.

Eine zweite Art des Messens ist die Diagonalmethode. Bei dieser werden auch alle Hauptlinien unmittelbar gemessen, aber sie werden einander nicht parallel gezogen, sondern so im Felde gelegt, wie der Boden die wenigsten Schwierigkeiten des Messens darbietet.

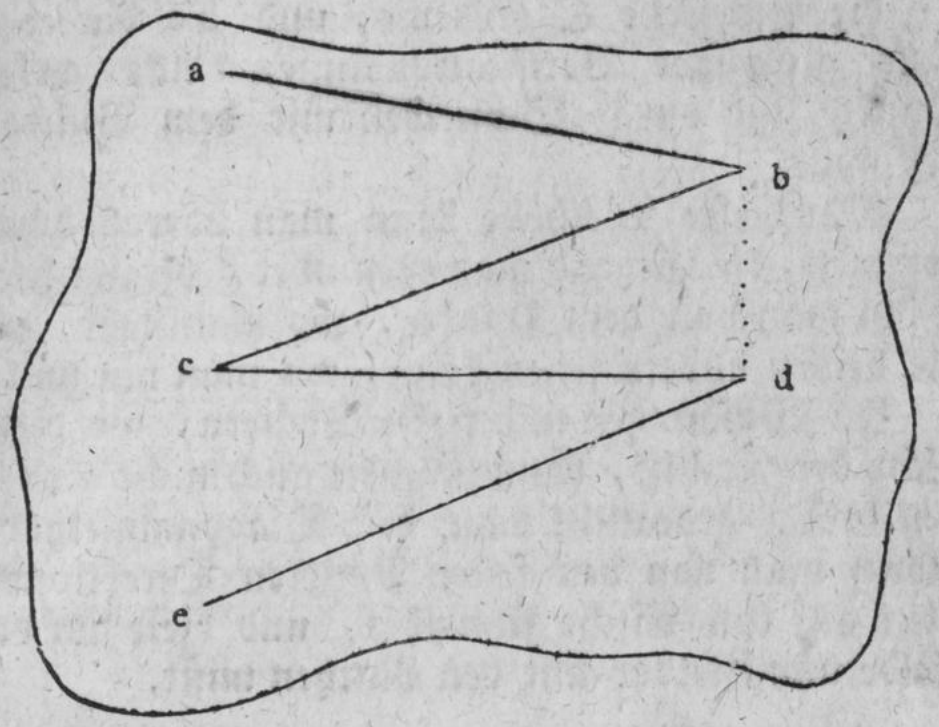
Es sey Fig. 144. eine Gemeine, die nach der Diagonalmethode aufgenommen wird, so werden die Linien a b, b e, c d und d e im Zickzack durchgezogen, und auf dem Meßtische durch Schneiden aneinander gelegt. Alle diese Linien werden unmittelbar gemessen, und von ihnen auf die nächsten Gegenstände der Flur geschnitten.

Zur Vorsicht werden dann noch Verbindungslinien wie b d gezogen, und auf dem Felde und dem Papier gemessen, um das Verschieben in den Winkeln wie c zu verhüten.

Man sieht, daß bei dieser Methode so wie bei den Parallellinien sehr viele Hauptlinien müssen gemessen werden, und daß die Genauigkeit in der Ausspannung auf dem Messen vieler Verbindungslinien wie b d beruht. —

Fig.

Fig. 144.



Da diese Methode das unmittelbare Messen vieler Hauptlinien voraussetzt, die von einer Grenze der Gemeine bis zur andern gehen, so kann sie nur in sehr günstigem Boden angewandt werden. In gebirgigten Gegenden ist sie unbrauchbar.

Die dritte Methode des Messens ist die Dreieckmethode, bei der man nur eine Grundlinie und eine Verificationslinie mißt, und zwar da, wo der Boden die wenigsten Schwierigkeiten einem genauen Messen entgegenstellt. Alle andere Punkte werden durch Schneiden aus den bereits auf dem Tische festgelegten Punkten bestimmt, und so die ganze Gemeine triangulirt, wie dieses oben gelehrt worden.

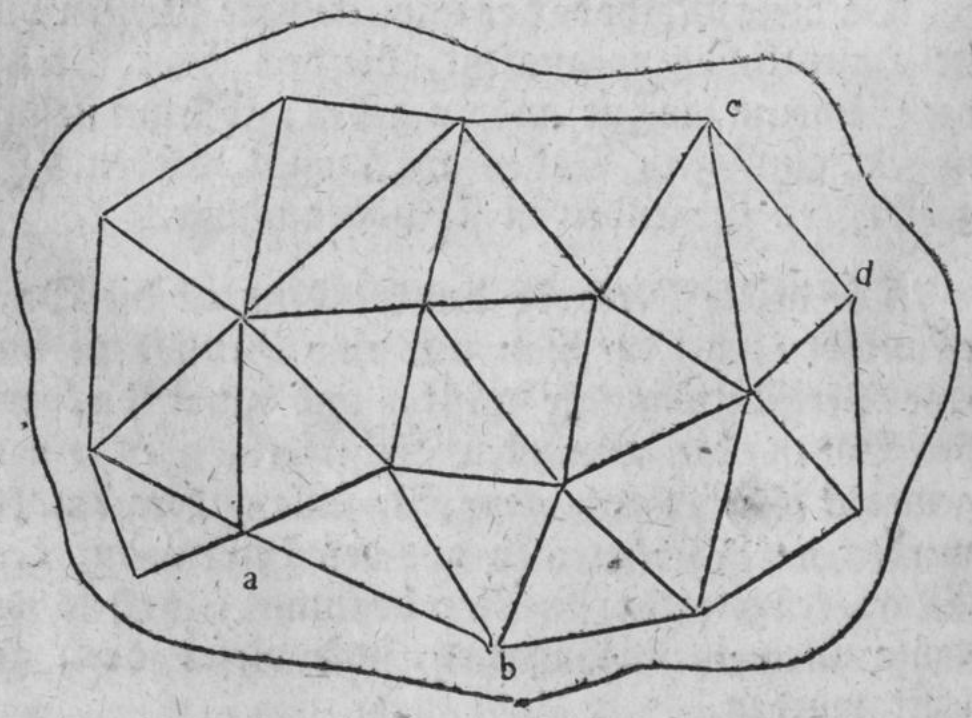
Es

Es sey Fig. 145. eine Gemeine, deren Dreiecknetz man auf dem Meßtische construirt hat, so ist ab die gemessene Standlinie, und bc die ebenfalls gemessene Verificationslinie. Alle andere Punkte sind durch Schneiden mit dem Visirrohr bestimmt.

Mit dieser Methode kann man überall durchkommen, die Gegend mag eben oder gebirgigt seyn, wenn man von dem Punkte, wo man steht, nur die beiden andern sehen kann, wo man hin will.

In Waldungen und tiefen Thälern, wo dieses nicht der Fall ist, kann man sie auch nicht anwenden. Da gebraucht man die Diagonalmethode, indem man von den festen Punkten Direktionslinien auf dem Tische schneidet, und diese auf dem Felde unmittelbar mit den Ruthen mißt.

Fig. 145.



Es

Es ist wohl unter den Geometern die Frage aufgeworfen, welche von diesen drei Methoden die genaueste sey? Diese Frage läßt sich leicht beantworten.

In der praktischen Geometrie läßt sich nichts mit einer solchen Genauigkeit messen, als eine gerade Linie, die in einer Ebene liegt. Diejenige Messung wird also die genaueste seyn, in der die meisten Linien gemessen werden.

Da es aber einen großen Aufwand von Zeit erfodern würde, wenn man alle Linien unmittelbar messen wollte, und da zudem bei jeder Messung unter 100 Linien kaum eine so fällt, daß sie sich so genau über die Erde messen läßt, als man es von einer Grundlinie fodert, so ist es bei der Anwendung nicht allein kürzer, sondern auch genauer, mit Hülfe der Winkel die Länge derjenigen Linien zu bestimmen, die man nicht wohl unmittelbar messen kann; vorausgesetzt, daß man Instrumente hat, mit denen man die Neigung der Linien gegeneinander mit einer Genauigkeit bestimmen kann, die der erlaubten Fehlergrenze und der Genauigkeit der Standlinie gemäß ist. Und dieses ist bei der jetzigen Vollkommenheit der Instrumente immer der Fall, die Messung mag nun die Aufnahme einer Gemeine, oder die Aufnahme einer Provinz, oder die eines Meridiangrades betreffen.

Bei der Aufnahme einer Gemeine können die Winkel mit dem Fadenkreuz des Visirrohrs so genau visirt, und die Durchschnittspunkte so fein bestimmt werden, daß in dem für die Parcellenmessung angenommenen Maasstabe von $\frac{1}{2000}$, der

Geometer nie die vorgeschriebene Genauigkeit von $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{5}$ Procent überschreitet.

Bei der Aufnahme einer Provinz werden die Winkel mit dem Spiegelsextanten ebenfalls so genau gemessen, daß sich die vorgeschriebene Genauigkeit von $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{20}$ oder $\frac{1}{30}$ Procent ohne Schwierigkeit erreichen läßt. Obschon unter 100 Dreieckseiten keine drei seyn werden, wo sich diese Genauigkeit durch unmittelbares Messen mit der Kette oder den Ruthen erreichen ließ, weil Berg und Thal, und Flüsse und Bäche dazwischen liegen. — Dasselbe gilt von den Geradmessungen, bei denen die Winkel durch die Wiederholungskreise so oft beobachtet werden, bis ihre Genauigkeit im Verhältnisse steht, mit der Genauigkeit der gemessenen Standlinie.

Mit der Dreieckmethode kann man überall durch, wenn man nur von einem Punkte jedesmal die zwei andern sehen kann. Sie ist die vorzüglichste von allen, theils ihrer Allgemeinheit wegen, und theils wegen ihrer Genauigkeit. Zugleich fodert sie den wenigsten Zeitaufwand, weil man die Dreieckpunkte so wählen kann, wie sie für die Messung am nützlichsten sind, da man bei ihr nicht genöthigt ist wie bei den Parallellinien immer in derselben Richtung zu gehen, sondern nach Belieben rechts und links gehen kann, so wie es die Lage des Bodens und der Gegenstände erfodert. Ist aber an verschiedenen Stellen die Aussicht beschränkt, so daß man keine Punkte fest schneiden kann, so muß man mit ihr die Diagonalmethode verbinden, bei der die Länge der Linien durch Mes-

sung,

sung, und ihre Lage durch Visiren bestimmt wird, so wie dieses oben gezeigt worden.

Anmerkung. Herr Prof. Bugge erklärt sich in seiner Geometrie für die Parallelmethode, der er eine größere Genauigkeit als der Dreieckmethode beilegt. Dieses rührt vielleicht daher, daß bei der Dänischen Aufnahme nur flache Küstenländer aufgenommen wurden, wo diese Methode wohl anwendbar ist. Wäre ein Land aufgenommen worden, in dem Gebirge vorkommen, so würde man das Unzulängliche dieser Methode bald eingesehen haben. Das Beispiel, welches Herr Bugge von einer mangelhaften trigonometrischen Aufnahme anführt, rührt wohl daher, daß die dänischen Meßtische keine Visirröhren haben, sondern bloße Dioptern, mit denen man auf entfernte Gegenstände nicht scharf visiren kann. Dann war auch der Stand dieser Meßtische wohl nicht der festeste, weil sie eine Einrichtung zum Verschieben des Tischblattes haben, um den Tisch über einen gegebenen Punkt zu stellen, wodurch er jedesmal excentrisch wird. Auch haben die dänischen Meßtische keine drei Unterstützungsschrauben. Endlich war der Maasstab der Karten nur $\frac{1}{4000}$, weil sie blos zu einer geographischen Aufnahme und zu keiner Parcellenmessung dienten. Bei dieser Kleinheit des Maasstabes wurden also alle Fehler, die man im Schneiden beging, verdoppelt. — Unter diesen Umständen war es natürlich, daß man die dritten Punkte nicht so genau mit dem Tische bestimmen konnte, als durch unmittelbares Messen. — Hätte man Visirröhre, feste Meßtische und einen Maasstab von $\frac{1}{2000}$ gehabt, so würde man andere Resultate gefunden haben, und daß man dieses nicht hatte, dafür kann die Dreieckmethode nicht.

Endlich bemerkt Herr Prof. Bugge, daß, wenn die Fehler auch im ersten und zweiten Dreieck noch nicht merklich würden, dieses doch jedesmal wegen des Anhäufens im 6, 7, 8ten Dreiecke geschehe, bis sie zuletzt gar nicht mehr schließen wollten.

 Wenn

Wenn dieses bei der angeführten Messung wirklich der Fall gewesen ist, so beweißt dieses blos, daß man die beständigen Fehler der Instrumente nicht genau aufgesucht hat, denn nur diese haben die Eigenschaft sich anzuhäufen, hingegen die veränderlichen Fehler, die beim Beobachten entstehen, häufen sich nicht, sie fallen bald rechts, bald links, und heben sich im Ganzen auf. — Wenn man zwei Verificationslinien mißt, eine in der Mitte, und die andere am Ende der Feldmark, so wird man bei beiden sehr nahe denselben Fehler finden, wenn man die beständigen Fehler der Instrumente vermeidet. — Dasselbe geschieht bei einer trigonometrisch berechneten Kette von Dreiecken. Bei dieser geben, wenn man die beständigen Fehler vermeidet, alle Verificationslinien sehr nahe dasselbe Fehlerprocent. Ich werde dieses im dritten Theile näher auseinander setzen, und mit wirklichen Messungen belegen.

§. 23.

Der Geometer behält von allen seinen Arbeiten die Originale, und hebt sie sorgfältig auf, damit wenn durch irgend einen Zufall die Karten und Meßregister der Gemeine verloren gingen, er diese wieder ersetzen kann.

Die reingezeichnete Copie läßt er auf Leinwand ziehen, damit die Karte beim Gebrauche nicht verdorben werde. Zugleich läßt er eine blecherne Büchse machen, in der sie nebst dem Meßregister zusammengerollt aufbewahrt wird. Dieses und das Aufziehen auf Leinwand veranlaßt eine Ausgabe von 6 bis 7 Rthlr., und da die gewöhnliche Größe der Gemeinen 1200 Morgen ist, und diese nach der Landmesserordnung 400 Rthlr. aufzunehmen kosten, so ist diese Ausgabe, welche zur Erhaltung

haltung einer so theuren Karte dient, sehr an ihrer Stelle. —

Die Ingenieure, welche in Frankreich die Karten fürs Kriegsdepot im Maasstab von $\frac{1}{10,000}$ aufnehmen, haben selbst die Banden, welche auf dem Meßtische sind, auf Leinewand gezogen, um das Papier vor dem Zerreißen zu schützen.

Das Copiren der Originalkarten kann auf mehrere Weise geschehen.

1) Man klebt so viel Zeichenpapier aneinander, als die Karte groß ist, und legt dieses aufs Original. Indem man es nun glatt auseinander streicht, steckt man es mit kleinen Nadeln auf die Karte fest, so daß es sich gar nicht verschieben kann. Dann trägt man beide auf die Copierscheibe, und zeichnet gegen das Licht (da das Papier halb durchsichtig ist) alle Linien des Originals auf die Copie. Dieses geht sehr genau, wenn man den Bleistift recht scharf hält, und da, wo man zeichnet, die Copie immer fest aufs Original hält.

Die Copierscheibe ist eine Glasplatte, am besten von Spiegelglas, welche man in einem Rahmen so gegen das Licht stellt, daß sich bequem auf ihr zeichnen läßt.

Ist die Karte so groß, daß sie nicht ganz auf der Scheibe liegen kann, so befestigt man sie oben an ein paar Bindfäden, so daß sie schwebend an der Scheibe hängt, und man jedesmal den Punkt, wo man zeichnet, mitten auf die Scheibe bringt.

2) Eine zweite Methode des Copierens ist, daß man die Copie unten, und das Original oben legt,

und

und nun mit einer feinen Copiernadel alle Punkte durchsticht. Allein man verwirrt sich leicht unter den vielen Punkten, das Copieren geht viel langsamer, und die Karten leiden auch durch das Durchlöchern.

3) Eine dritte Methode des Copierens ist, durchsichtiges Papier auf die Karte zu legen, und auf dieses die Gegenstäude zu zeichnen. Diese Methode ist die beste, wenn man eine Karte schnell copieren will. Das durchsichtige Papier wird entweder mit Oel oder mit geschmolzenem Wachs bereitet.

Sind die Umrisse der Karte copiert, so zieht er die Linien mit Tusch aus, zeichnet Berge und Bäume hinein, und illuminirt sie nach den Vorschriften, die hierüber im ersten Theile gegeben sind, und nach den Mustern, die sich in dem Zeichnenbuch für die Geometer und Feldmesser des Großherzogthums Berg befinden.

Ist die Karte vollendet, so schreibt er die Schrift hinein und den Titel. Schönheit der Schrift ist eine Hauptzierde der Karte, und der Geometer muß auf sie allen Fleiß verwenden.

Endlich zeichnet er die Richtung der Magnetnadel und ihre Neigung gegen den Meridian darauf. Wie er diese findet, soll unten gelehrt werden.

Oft wird außer der Hauptkarte zugleich eine reducirte verlangt, um eine desto leichtere Uebersicht über die Gemeine zu erhalten, besonders wenn diese sehr groß ist.

Gewöhn-

Gewöhnlich wird zur reducirten Karte ein fünfmal kleinerer Maasstab genommen, nemlich der von $\frac{1}{10000}$, wobei dann die Gemeine jedesmal nur einen Bogen Zeichenpapier einnimmt.

Die leichteste Art des Reducirens ist mit Quadraten. Man zieht über die Karte in Entfernungen von $\frac{1}{10}$ zu $\frac{1}{10}$ Meter der Länge und der Breite nach mit Bleistift Parallellinien, wodurch diese in lauter Quadrate von $\frac{1}{10}$ Meter lang und breit eingetheilt wird. Eben so zieht man auf ein Blatt Zeichenpapier Quadrate, deren Seiten nur $\frac{1}{5}$ von den andern sind. So viel nun in einem großen Quadrate ist, muß auch in ein kleines gebracht werden, wobei das Zeichnen nach dem Augenmaße geschieht.

Um sich nun hiebei weniger zu irren, so trägt man die Hauptpunkte mit Zirkel und Transporteur auf. Denn da die Figuren auf der reducirten Karte denen auf der großen ähnlich sind, so sind die ähnlich liegenden Winkel einander gleich, und die ähnlich liegenden Seiten nur $\frac{1}{5}$ von jenen.

Von diesen festen Punkten zieht man an den wichtigern Gegenständen, wie z. B. Straßen, Bächen u. dgl. Direktionslinien hin, und reducirt nach diesen mit Abscissen und Ordinaten gerade auf dieselbe Weise, wie man auf dem Felde aufgenommen hat. — Mißt man z. B. auf dem Maasstabe der Karte von $\frac{1}{2000}$ eine Linie von 30 Ruthen, so nimmt man auf dem Maasstabe $\frac{1}{10000}$ ebenfalls 30 Ruthen, und trägt diese auf die Karte.

Man kann sich auch beim Reduciren einzelner Karten mit Vortheil eines Lineals bedienen, welches

in

in dem Verhältnisse eingetheilt ist, in dem die Karte soll reducirt werden. Die Einrichtung dabei ist folgende:

a b c

Es sey abc ein Lineal von ungefehr 2 Meter Länge. In b ist ein Loch mit Meßing ausgefüttert, wo eine Schraube durchgeht, mit der es auf den Zeichentisch geschraubt wird. Von b bis a ist es in Hunderttheile des Meters eingetheilt, und von b bis c in eben so viele Theile, die aber nur $\frac{1}{5}$ von jenen sind. Eine Ecke des Lineals ist schräg abgehobelt, und auf dieser Schräge ist die Theilung angebracht.

Die Karte, welche reducirt werden soll, wird auf den Zeichentisch von b nach a geklebt, und das Blatt, auf das die Karte im Maasstabe von $\frac{1}{10000}$ soll, wird von b nach c aufgeklebt. Will man nun einen Punkt von jenen auf diese übertragen, so legt man das Lineal daran, und bemerkt die Zahl bei der er liegt. Dieses sey z. B. 37, so findet man dieselbe Zahl zwischen b und c, und das ist die Stelle, welche der Punkt auf der reducirten Karte hat. Man sieht, daß man jedesmal ähnliche Dreiecke erhält, weil bei b die Scheitelwinkel gleich sind, und die Seiten, die diesen Winkel einschließen, sich immer verhalten wie 5 zu 1. Man muß aber darauf sehen, daß der Nullpunkt der großen und der kleinen Theilung genau im Mittelpunkt der Bewegung in b liegt.

Müssen viele Karten reducirt werden, so wäre auch diese Methode noch zu weitläuftig, und man bedient sich dann der Reduktionsmaschine, von der

ich