

## Welche Gesichtspunkte sind bei der Forstvermessung und beim Entwurfe des Waldwege- und Districts-Ein- theilungsnetzes zu beachten?

Vom Oberförster **Runnebaum.**

Die genaue trigonometrische und geometrische Aufnahme und kartographische Dartsellung der Forstflächen ist unstreitig eine der wichtigsten Grundlagen für die verschiedenartigsten Einrichtungen und Arbeiten im Forsthaushalte.

Ohne genaue Kenntniss der Lage und Ausdehnung des Forstgrundes, der Eigenthumsgrenzen überhaupt keine Sicherung des Forstgrundbesitzes; ohne genaue Kenntniss der mannigfach wechselnden Höhen und Formen des Terrains keine sichere Basis für den Entwurf, die Absteckung von Wege- und Eintheilungs-Netzen, und ohne genaue Kenntniss der Flächen-Grössen von Wirthschafts- und Abtheilungsfiguren die geordnete Einrichtung des forstlichen Betriebes, die zuverlässige Ertragsberechnung u. s. w. eine Unmöglichkeit.

Von hoher Bedeutung in finanzieller und forstwirtschaftlicher Beziehung sind weiter rationell construirte, in systematischem Zusammenhange stehende, zweckentsprechend ausgebaute und sorgfältig unterhaltene Waldwege. Diese öffnen den Wald, erschliessen das Innere desselben der höchsten und einträglichsten Verwerthung, ermöglichen die Abfuhr, erweitern das Absatzgebiet, sichern und erleichtern den Betrieb durch ihre vortheilhafte Benutzung für die Zwecke der Forst-Einrichtung, des Forstschutzes und der Jagd. In guten Waldwegen findet der Forstmann ein wesentliches Mittel, die Rentabilität in den Forsten zu heben, eine wichtige Aufgabe, welche in der Neuzeit durch den bedeutenden Import von ausländischen Hölzern und durch die übermächtige Concurrrenz von Surrogaten erst recht eine hohe Bedeutung gewinnt.

Nicht minder wichtig ist endlich eine Zerlegung unserer Forstflächen in Flächen-Abschnitte von passender Form, zweckmässiger Grösse und Aneinanderreihung. — Schon zur Zeit, wo die Einführung einer geregelten und geordneten Forstwirtschaft

Bedürfniss wurde, erkannte man, dass ohne geometrische Eintheilung des Waldes keine sichere Grundlage für die Wirthschafts-Einrichtung — für die planmässige Einreihung der Bestände in die Nutzungsperioden, für folgerechte Hiebsführung, für die nachhaltige Vertheilung der Nutzungen und für die Ertragsbestimmung — keine sichere Grundlage für die Buch- und Rechnungsführung und ebenso wenig eine rasche Orientirung zu schaffen war. — Endlich fordert die Neuzeit, dass Wald-Eintheilung und Wald-Wege-netzlegung Hand in Hand gehen sollen, dass nicht nur die Form, Grösse, Aneinanderreihung und annähernd gleiche Ertragsfähigkeit bei Bildung der Wirthschaftsfiguren zu berücksichtigen sind, sondern, dass die Weglinien auch thunlichst zur Begrenzung der Eintheilungsfiguren mit verwendet werden, damit der bessere Aufschluss der Wirthschaftsfigur erzielt und der Verbrauch an Holzproductiver Fläche auf ein Minimum reducirt wird.

In Erwägung dieser Verhältnisse schenkt man darum auch der Forstvermessung, Eintheilung und dem Wegebau in allen Staaten eine grosse Aufmerksamkeit. In Preussen sind im letzten Decennium die Terrain-Aufnahmen, die Wegenetzlegung und die daran sich lehrende Wald-Eintheilung in umfangreicher Weise zur Ausführung gekommen und noch in Ausführung begriffen. Auf den Forstakademien bilden Forstvermessung und Waldwegebau nicht nur besondere Gegenstände des Vortrages, sondern den betr. Docenten wird auch Gelegenheit geboten, durch die Leitung der genannten Arbeiten unter verschiedenartigsten Terrainverhältnissen ihren Gesichtskreis in fraglicher Beziehung erweitern und neue Erfahrungen sammeln zu können.

Dem Verfasser, welcher seit 1874 dem Collegium der Forstakademie Eberswalde angehört, sei es gestattet in dieser Festschrift die von ihm über den vorliegenden — seinem speciellen Lehrerberuf angehörigen — Gegenstand gesammelten Erfahrungen kurz darzulegen.

Die Darstellung geht von der Voraussetzung aus, dass es sich um Forstflächen handelt, die geometrisch neu aufgenommen werden sollen und auf denen Wegenetzlegung und Eintheilung noch nicht zur Ausführung gekommen sind.

### I. Vermessung.

Was die historische Entwicklung des Forstvermessungswesens anlangt, so fordern die älteren Forstvermessungs-Instructionen als wesentlichste Gegenstände der Forstvermessung: Die äusseren Eigenthums-, die inneren Berechtigungsgrenzen, die Grenzen der zeitlich vorhandenen Bestandes-Abtheilungen und der Wirthschaftsfiguren; ferner den Verlauf der Flüsse, Bäche, Canäle, Chausseen, der Hauptholzabfuhrwege; weiter die Aufnahme des forstlichen Nebengrundes, Aecker, Wiesen, Teiche etc., sowie endlich alle anderen zur inneren und äusseren Orientirung dienenden Punkte und Linien.

Zur geometrischen Aufnahme dieser Vermessungs-Gegenstände können als Mess-

instrumente Messkette, Boussole, Messtisch und Messscheibe benutzt werden und als Messungs-Methode findet die geometrische Dreiecks-Messung — Messung der Dreiecksseiten mittelst Kette — und die einfache Polygonal-Methode vorzugsweis Anwendung. Die Aufnahme erstreckt sich nur auf die Bestimmung der horizontalen Lage der Vermessungspunkte, die Höhen-Aufnahme ist ausgeschlossen. Mit Hülfe von Transporteur und Stangenzirkel wird die horizontale Configuration in Karten im Maasstabe 1 : 5000 resp. 1 : 25,000 dargestellt.

Erst seit Mitte dieses Jahrhunderts schenkt man den Theodolith-Messungen eine grössere Beachtung. Boussole und Messtisch mit einfacher Polygonal-Methode treten in den Hintergrund, die trigonometrische Netzlegung in Verbindung mit Polygonal-Netzen unter Benutzung von guten Theodolithen bilden die Grundlage der Vermessung; an Stelle der Kartirung mittelst Transporteurs erfolgt die bildliche Darstellung auf Grund berechneter rechtwinkliger Coordinaten der Vermessungspunkte. Die Aufnahme erstreckt sich fast immer nur auf die horizontale Lage des Vermessungs-Objectes, die Vertical-Messung kommt ausnahmsweise nur da zur Anwendung, wo etwa die dem augenblicklichen wirthschaftlichen Bedürfnisse entsprechend auszuführenden Wege und Wasserbauten die Ermittlung der Höhenunterschiede der in Frage kommenden Terrainpunkte und Terrainlinien unbedingt erfordern.

In der neuesten Zeit aber, wo mit der Entwicklung des allgemeinen Verkehrs, mit dem umfangreichen Ausbau von Eisenbahnen, Chausseen auch ein rationeller Aufschluss unserer Waldungen durch ein systematisches, mit den allgemeinen Verkehrswegen in Verbindung stehendes Waldwegenetz zur Nothwendigkeit wurde und damit zugleich eine an die Wegenetzlegung sich anlehrende wirthschaftliche Eintheilung als zweckmässig erachtet wird, kann man sich der Ueberzeugung nicht verschliessen, dass durch die seither übliche Aufnahme und Kartirung der blossen horizontalen Configuration keine sichere mathematische Grundlage für diese wichtigen Arbeiten geschaffen wird. Man ist vielmehr zu der Ueberzeugung gekommen, dass unsere Forstkarten, das Resultat der Forstvermessung veranschaulichend, nur dann eine sichere Grundlage für die Sicherung des Forstgrund-Eigenthums und für die Zwecke der Waldwegenetzlegung, Eintheilung und Betriebsregulirung gewähren und für verschiedene andere Zwecke im forstlichen Betriebe mit Vortheil zu verwerthen sind, wenn nicht nur mit Genauigkeit die Horizontal-Aufnahme, — das Nebeneinander — sondern auch die Höhen und mannigfach wechselnden Formen des Terrains — das Uebereinander — durch äquidistante Horizontal-Curven auf ihnen correct und getreu dargestellt sind. Die unbedeutenden Mehrkosten einer rationellen mit der Horizontalmessung vereinigten Aufnahme der Terrainformen stehen in keinem Verhältnisse zu den erlangten Vortheilen. Will man überhaupt ein grosses, auf lange Dauer berechnetes kartographisches Gebäude errichten, so darf man an den Kosten für den Grundbau nicht sparen!

Von grosser Wichtigkeit ist nun die Frage: in welcher Weise ist mit dem verhältnissmässig geringsten Zeit- und Kostenaufwande die Aufnahme und Kartirung unserer Forstflächen vorzunehmen, damit dieselben den soeben ausgesprochenen Anforderungen Genüge leisten?

Zur Vermeidung kostspieliger Wiederholungs- und Ergänzungs-Arbeiten glauben wir Horizontal- und Vertical-Messung und die Aufnahme der Terrainformen vereinigen und die Arbeiten in folgender Weise an einander reihen zu müssen:

1. Vorarbeiten der Vermessung.
2. Netzlegung.
3. Detailmessung.
4. Kartirung.
5. Flächenberechnung.

**Ad 1. Vorarbeiten der Vermessung.**

Jeder rationellen Vermessung muss eine legale Feststellung zweifelhafter Grenzstrecken, thunlichst mit besserer Arrondirung der Grenze, durch Ausgleich aller überflüssigen Ecken und Winkel, sowie eine dauerhafte Vermarkung aller Grenzpunkte vorausgehen.

**Ad 2. Netzlegung.**

Wie die Katastervermessungen, so muss sich auch jede umfängliche Forstvermessung innerhalb eines grösseren, sichernden Netzes bewegen, an welches die Detailvermessung angeknüpft werden kann. Hierzu dient als sicherster Rahmen die Festlegung einer Reihe aneinanderhängender Dreiecke über das aufzunehmende Waldgebiet, deren Eckpunkte ganz genau trigonometrisch bestimmt und zur Controle der zwischen ihnen einzulegenden Polygone benutzt werden. — In Staaten, in welchen die Landes-Aufnahme auf genau bestimmte Landesdreieckspunkte sich stützen kann, sind letztere als die brauchbarste und sicherste Grundlage für alle Arbeiten im Vermessungswesen nicht nur zu betrachten, sondern auch unbedingt zu verwenden und zwar desshalb, weil diese mit der grössten Genauigkeit bestimmten Punkte vorzüglich Controlpunkte abgeben und durch den Anschluss an dieselben unsere Aufnahmen in eine richtige Lage zur Landesaufnahme gebracht, also auf dem Erdkörper richtig fixirt und orientirt werden und dadurch den wissenschaftlichen und praktischen Anforderungen an unsere Forstkarten auch am besten entsprochen wird.

Untersuchen wir, ob die preussischen Landes-Aufnahmen unseren forstlichen Zwecken genügen. In Preussen ist seit dem 21. Juni 1870 ein „Central-Directorium der Vermessungen“ gegründet, welches zusammengesetzt ist aus dem Chef des Generalstabes der Armee als Vorsitzenden, aus Commissarien der einzelnen Ministerien als Mitglieder und welches folgende Fundamental-Forderungen für die Landes-Aufnahmen aufstellte:

1. Triangulation mit 10 im Terrain versteinten Punkten auf 1 □ Meile;

2. Topographische Aufnahme mit Messtisch und Kippregel in 1:25,000 und Einzeichnung äquidistanter Niveau-Curven mit einem jährlichen Arbeitsquantum von 200 □ Meilen;

3. Veröffentlichung dieser Aufnahmen im Originalmaassstabe und in Reductionen.

Zugleich wurde die ursprünglich rein militärische Organisation dieser Vermessungen, welche bis dahin lediglich Sache des Generalstabes der Armee gewesen war, dahin modificirt, dass nunmehr unter der Direction des Chefs des Generalstabes die Vermessungsleitung einem Chef der Landes-Aufnahme übertragen wurde.

Unter diesem Chef gliedert sich die Landes-Aufnahme nun in eine trigonometrische, topographische und kartographische Abtheilung.

Was die trigonometrische Abtheilung anlangt, so fällt derselben die Aufgabe zu, die Grundlage der Landesvermessung, die trigonometrische Netzlegung, d. h. die Bestimmung einer Anzahl von Punkten über das Gebiet des gesammten Staates in ihrer gegenseitigen horizontalen und verticalen Lage auszuführen.

Unter Befolgung des wichtigen geodaetischen Grundsatzes: „vom Grossen in's Kleine zu arbeiten“ wird zunächst über den ganzen zu vermessenden Staat ein zusammenhängendes Netz grosser Dreiecke construirt, welches die einzelnen Terrainstrecken rahmenförmig umschliesst. Diese Dreieckspunkte werden mit der grössten Sorgfalt ausgewählt, sollen das ganze Dreiecksnetz vor Verschiebung sicher stellen und haben eine durchschnittliche Entfernung von 10 Meilen. Sie werden im Terrain vor der Winkelmessung durch Steine fixirt, nach den Namen der Ortschaften, wo sie sich befinden, benannt und mit den vorzüglichsten Instrumenten — Theodolithe von 10 Zoll Durchmesser mit mikroskopischer Ablesung und  $\frac{1}{10}$  Sekunde Angabe — 24 mal beobachtet. Als Visir-Object dienen Heliotrope.

Durch Verbindung dieses Dreiecksnetzes mit der Sternwarte Berlin empfängt dasselbe durch die geographische Länge und Breite derselben und durch das gemessene Azimuth einer Dreiecksseite seine Fixirung und Orientirung auf der Erdoberfläche. Die Ausgleichung der Beobachtungsfehler erfolgt nach der Methode der kleinsten Quadrate. — Unter Anwendung von guten Basismessapparaten wird die Grundlinie des Dreiecksnetzes —  $\frac{7}{8}$  Meile im Maximum haltend — gemessen und die Längen der anderen Dreiecksseiten nach den Formeln der Trigonometrie berechnet. Als mittlerer Fehler ist eine Abweichung von  $\frac{1}{100000}$  der wirklichen Länge gestattet. Das endliche Ergebniss dieser Messungen sind die in geographischer Länge und Breite ausgedrückten Coordinaten.

In das so construirte Dreiecksnetz I. Ordnung wird ein Netz von Dreiecken zweiter Ordnung hineingelegt, für welches die Seiten der Hauptdreiecke als Basen dienen mit Seitenlängen von  $1\frac{1}{2}$ —3 Meilen. Die zwölfmalige Beobachtung eines jeden Winkels wird mit 8 zölligen Theodolithen ausgeführt, deren Mikroskope  $\frac{1}{2}$  Sekunde noch durch

Schätzung angeben. Als Zielobject fällt bei den meist kurzen Entfernungen der Heliotrop fort und dient als solches die Spitze der über dem Dreieckspunkte aufgestellten Pyramide. Die Berechnung der Punkte ist jener I. Ordnung analog und ihre Lage wird ganz ebenso in geographischer Länge und Breite angegeben.

Endlich kommt in beide Netze hinein das Detailnetz mit seinen Punkten III. und IV. Ordnung, dessen Seiten bis  $\frac{1}{3}$  Meile betragen. Mit kleinen 5zölligen Theodolithen, bei welchen die Mikroskope noch als Schätzung die ganze Sekunde angeben, findet eine 6malige Winkelbeobachtung statt. Die Coordinaten der Punkte werden auch in geographischer Länge und Breite bestimmt. Die Dreieckspunkte II. und III. Ordnung werden auch durch Steine gesichert, während die Punkte IV. Ordnung (Schornsteine, Kirchthürme) nur durch mehrfache Schnitte festgelegt und sonst nicht weiter markirt werden.

Ausser der Bestimmung der horizontalen Lage der trigonometrischen Punkte auf der Erdoberfläche liegt der trigonometrischen Abtheilung die Höhenbestimmung derselben ob. Als Grundlage hierzu dienen die Präcisions-Nivellements, welche die Chausseen entlang in der Art vorgenommen werden, dass ein System von Schleifen entsteht, welche eine Länge des Umkreises von im Mittel 300 Kilometer haben. Zur Bezeichnung und Sicherung der Nivellements-Fixpunkte werden in Entfernungen von 2 zu 2 Kilometer auf den Chausseen dauerhafte Steine gesetzt. Das Nivellement wird doppelt mittelst Libellen-Niveau und Nivellir-Latte und nach der Methode des Nivellirens aus der Mitte ausgeführt und beträgt nach den bisherigen Erfahrungen der mittlere Fehler 1,5 mm pro Kilometer.

Bis zur Entfernung von 2 Kilometern von den Chausseen werden alle trigonometrischen Punkte durch geometrisches Nivellement angeschlossen; die Höhen aller übrigen Punkte innerhalb der Schleife aber durch trigonometrische Höhenbestimmung bestimmt. Seit dem Jahre 1878 ist auch eine Horizontregulirung in der Weise vorgenommen, dass ein Normal-Höhenpunkt für das Königreich Preussen in der Berliner Sternwarte festgelegt ist, mit welchem die Nivellementszüge in Verbindung zu bringen sind.

Die topographische Abtheilung besorgt im Sommer die Aufnahme von mindestens 200 □ Meilen des von der trigonometrischen Abtheilung vorbereiteten Terrains mittelst Messtisch, distancemessender Kippregel und Distancelatte. Die Aufnahme geschieht nach einer allgemeinen Instruction im Maassstabe 1:25,000. Das Terrain wird durch äquidistante Niveau-Curven von 5 m Normalabstand dargestellt, doch sind Zwischencurven im flacheren und weitere Abstände im stark geneigten Terrain vorgeschrieben.

Jedes Messtischblatt umfasst 10 Minuten im Parallelkreise und 6 Minuten im Meridian, innerhalb deren von der Krümmung der Erdoberfläche abgesehen, diese als Ebene betrachtet wird. Auf  $2\frac{1}{4}$  □ Meile eines Messtischblattes kommen 22 im Terrain

versteinte Punkte, sodass Controle für die Aufnahme im Maassstabe 1 : 25,000 vorhanden ist. Die Auszeichnung der Messtischblätter erfolgt im Laufe der Wintermonate nach den dafür gültigen Musterblättern.

Die kartographische Abtheilung endlich betreibt die Anfertigung d. h. Zeichnung, Stich und Druck der aus den Original-Aufnahmen der Messtischblätter herzustellenden Kartenwerke. Sie fertigt mittelst Lithographie auf Grund photographischer Kopie der Messtischblätter die Karte des preussischen Staatsgebietes in 1 : 25,000 und mittelst Kupferstich die Gradabtheilungskarte in 1 : 100,000 an. —

Autoritäten in der Geodäsie sprechen sich über die soeben dargestellten Einrichtungen und Arbeiten der preussischen Landesaufnahme dahin aus, dass die Organisation, die Arbeitstheilung eine musterhafte zu nennen sei und namentlich durch die trigonometrische Abtheilung, durch die astronomische Ortsbestimmung einzelner Hauptpunkte, durch das mehrfach gegliederte Triangulirungs-Netz und Netz von Präcisions-Nivellements die Grundlage einer rationellen Landesvermessung geschaffen ist. Die gleiche Ansicht vertritt auch die Praxis, welche weiter durch den zahlreichen Anschluss an die Punkte der Landesaufnahme die Ueberzeugung gewonnen hat, dass das Triangulirungs-Netz, wenn nur bis zum nöthigen Detail ausgedehnt, als ein ganz sicherer Rahmen für alle Arbeiten im Vermessungswesen, sei es im Staats- oder Privat-Interesse, zu betrachten ist.

Was aber die Brauchbarkeit der von der topographischen Abtheilung ausgeführten Arbeiten anlangt, so können ihre Messtischblätter unsere als Unterlage zu allen forstlichen Arbeiten dienenden Specialkarten nicht ersetzen; denn die Messtisch-Aufnahmen nehmen von den für uns so wichtigen Eigenthumsgrenzen, von der Lage der Grenz-Male, und von dem Wechsel des Besitzes gar keine Kenntniss, sondern beschäftigen sich nur mit dem todten Objecte, dem Grund und Boden und auch hier nur generell in seinen verschiedenen Formationen und Culturen. Auch sind Theorie und Praxis darüber nicht im Zweifel, dass der Maassstab von 1 : 25,000 viel zu klein für eine den forstwirtschaftlichen Anforderungen der Zeit entsprechende Specialforstkarte ist, und dass es auch in keinem Falle zulässig ist, die Messtischaufnahmen und namentlich die mit distancemessendem Fernrohre bestimmten Längenmaasse in einen grösseren Maassstab zu übertragen. Auf Grund der von uns zahlreich angestellten Prüfungen glauben wir die Messtischblätter zu forstwirtschaftlichen Zwecken, namentlich zu generellen Wege- und Eintheilungs-Projecten nur dort benutzen zu dürfen, wo die Terrainverhältnisse ziemlich gleichmässig ausgeprägt sind und zahlreiche, den Wald durchschneidende Chausseen und Holzabfuhrwege zur Messtischaufnahme benutzt werden konnten. Nur unter solchen einfachen Terrainverhältnissen, nicht aber da, wo die Terrainformen im steten Wechsel auftreten, Rücken, Kuppen, Schluchten, Kessel, Thälzüge stetig wechseln, Bestandesverhältnisse die Uebersicht der Terrainbildungen

erschweren, stimmen Karte und Natur überein und veranschaulichen die äquidistanten Niveau-Curven durch ihren Verlauf die Boden-Configuration in einer Weise, dass die Projecte der Wegenetzlegung und Eintheilung darauf sich stützen können.

Die hier und da ausgesprochene Ansicht, dass es zulässig sei, aus dem zu legenden trigonometrischen Netze der Landesvermessung, dem bereits vorhandenen und noch zu sammelnden Kartenmateriale, sowie aus späteren Aufnahmen allmählig auch eine Karte vom preussischen Staate in 1 : 5000 herzustellen, halten wir für irrig und eine derartige Combination desswegen für technisch unausführbar, weil zwischen vorhandenen alten Karten und einem nachträglich zu legenden trigonometrischen Netze weder ein wissenschaftlicher noch practischer Verband besteht noch herzuleiten ist.

Die preussische Forstverwaltung wird demnach im Grossen und Ganzen nur die Arbeiten der trigonometrischen Abtheilung bei allen Neu-Aufnahmen verwerthen können und müssen und nur noch ausnahmsweise dort die selbstständige Forstriangulation vorzunehmen haben, wo die forstlichen Neu-Aufnahmen dringend nothwendig und bis zur ausgeführten Landes-Triangulirung nicht auszusetzen ist. Diesen Fall vorausgesetzt, dürften die Arbeiten der trigonometrischen Netzlegung in unseren Forsten in folgender Weise vorzunehmen sein:

1. Genaue Recognoscirung des Terrains an der Hand alter Kartenwerke und des ortskundigen Forstpersonals, Aufsuchen einer zweckmässigen Basis und geeigneter Dreieckspunkte bilden die ersten Arbeiten des Forstgeometers.

Bei Auswahl der so wichtigen Grundlinie des trigonometrischen Netzes ist vor Allem auf gute Messbarkeit, dann aber auch darauf Bedacht zu nehmen, dass man von den Endpunkten eine weite Aussicht hat, um möglichst viele Dreieckspunkte direct mit der Basis in Verbindung bringen zu können. Lange Grundlinien, welche in früheren Jahren allgemein üblich waren, begünstigt man nicht mehr mit Rücksicht auf die Schwierigkeit der Messung — Veränderung der Maassstäbe während der Messung —, sondern wählt kürzere, aber gut messbare Grundlinien (1000 m Länge ausreichend) und bestimmt deren Länge durch mehrmaliges Messen mittelst geprüfter Messlatten — wo möglich eiserne oder stählerne — unter Berücksichtigung der Längenänderung durch die Temperatur. Zur Controle der Messung ist genaue Längen-Ermittelung einer zweiten, am entgegengesetzten Ende des Netzes liegenden Basis erforderlich.

Beim Festlegen der Hauptdreieckspunkte ist zu beachten, dass die Lage der Punkte eine gesicherte ist, dass von jedem derselben nach dem zunächst liegenden freie Aussicht vorhanden, und dass zugleich die Winkelmessung mit Sicherheit auszuführen ist. In letzter Beziehung vermeidet man allzu spitze und stumpfe Winkel; sie sollen nicht unter 30 Grad herabgehen.

Die Anzahl und somit auch die Entfernung der Dreieckspunkte ist abhängig von den Terrainverhältnissen. Unter günstigen Verhältnissen ist auf 200—300 ha. oder

auf je 4000 m Entfernung, unter ungünstigen auf 50—100 ha. oder auf je 1500—2000 m Entfernung ein Punkt zu rechnen. Insofern diese Festpunkte nicht durch natürliche Signale bereits bezeichnet sind, sind dieselben durch behauene Steine, hölzerne Pyramiden festzulegen und durch fortlaufende Namen oder Nummern noch näher zu bestimmen.

Damit die Lage der Dreieckspunkte bei der Winkelmessung, Seiten- und Coordinaten-Berechnung ersichtlich ist, sind dieselben entweder auf einer vorhandenen Uebersichtskarte oder auf einem Handrisse zu verzeichnen.

2. Nach Auswahl und Fixirung der Dreieckspunkte ist die Messung der Horizontal- und Höhenwinkel vorzunehmen und dabei hauptsächlich folgendes zu beachten:

Unter Benutzung von guten Repetitions-Theodolithen — 8—10 zöllige Theodolithe mit mikroskopischer Ablesung — ist die Messung der Winkel mit der grössten Schärfe vorzunehmen und zwar die Horizontalwinkelmessung am besten durch die wiederholt einfache Winkelmessungs-Methode in beiden Lagen des Fernrohres. Dabei ist das Fernrohr zweckmässig nach und nach auf alle einzuvisirenden Dreieckspunkte und zwar zunächst von links nach rechts und dann in umgekehrter Reihenfolge einzustellen, jedes Mal an sämtlichen Mikroskopen abzulesen und bei jedem Gyrus das Fernrohr wieder genau auf den Ausgangspunkt zu richten. Bei einer Differenz in der Ablesung von mehr als 15" ist der ganze Gyrus zu verwerfen. Eine solche 6—8 fache Winkelbeobachtung auf jedem Punkte muss die Regel bilden. Wenn irgend möglich sind zur besseren Controle sämtliche Horizontalwinkel der Dreiecke zu messen und von dieser Regel nur abzuweichen, wenn der eine oder andere Dreieckspunkt zur Aufstellung des Instruments nicht geeignet sein sollte. Bemerkungen, ob Licht, Luft etc. bei der Winkelbeobachtung günstig waren, dürfen im Winkel-Manuale nicht fehlen.

Zur Compensirung des Indexfehlers ist die Höhenwinkelmessung in beiden Lagen des Fernrohres, und zur Erzielung möglichst genauer Resultate ist die Messung auf den Dreieckspunkten vor- und rückwärts vorzunehmen. Zur Bestimmung der rechtwinkligen Coordinaten der Dreieckspunkte, sowie zur richtigen Orientirung der Aufnahme auf der Erdoberfläche ist ausser der Horizontalwinkelmessung die Messung des Azimuths einer Dreiecksseite erforderlich. Zu dem Ende ist zunächst der geographische Meridian durch den dazu ausgewählten Dreieckspunkt nach dem Stande der Sonne mit Hülfe von Theodolith und richtiger Uhr festzulegen (abzustecken) und sodann die genaue Messung des Winkels, den Meridian und Dreiecksseite bilden, zu bewerkstelligen.

Mit wie vorzüglichen Instrumenten und wie sorgfältig die Winkelmessung auch immer ausgeführt sein mag, stets sind dieselben mit kleinen unvermeidlichen Beobachtungsfehlern behaftet, welche ausgeglichen werden müssen. Da von der Erdkrümmung bei unseren Forstvermessungen zu abstrahiren ist, die Dreiecke als „ebene“ betrachtet

werden können, so ist es nicht erforderlich, die Ausgleichung nach der strengsten Methode, Methode der kleinsten Quadrate, vorzunehmen; es genügt vielmehr die Berichtigung nur nach folgenden Bedingungsgleichungen auszuführen:

- a) Vergleichung der in einem Stationspunkte gemessenen Winkel mit 360 Grad.
- b) Vergleichung der Dreieckswinkel mit  $2R\Delta$ .

Insofern die Beobachtungsfehler die festgesetzte Fehlergrenze — 20" im Dreiecke — nicht übersteigen, findet eine gleichmässige Vertheilung der Differenz auf alle Dreieckswinkel statt, vorausgesetzt, dass alle Winkel mit gleicher Schärfe gemessen werden konnten.

Auf diese Winkelsummen-Ausgleichung ist sodann eine weitere Prüfung nach folgenden Gleichungen auszuführen:

- c)  $\sin a_1 \cdot \sin a_2 \cdot \sin a_3$  u. s. w. =  $\sin b_1 \cdot \sin b_2 \cdot \sin b_3$ .
- d)  $a \cdot \sin \beta_1 \cdot \sin \beta_2 \cdot \sin \beta_3$  u. s. w. =  $b \cdot \sin \beta_1 \cdot \sin \beta_2 \cdot \sin \beta_3$ .

3. Nach dieser Berichtigung der Winkel wird zur Berechnung der Dreiecksseiten geschritten, indem man von der Basis ausgeht, nach den Sätzen der ebenen Trigonometrie rechnet und zur Controle die Dreiecksseiten auf doppeltem, aber entgegengesetzten Wege berechnet.

4. Hieran schliesst sich die Berechnung der Azimuthalwinkel aller Dreiecksseiten aus dem ersten gemessenen Azimuthe und den gemessenen resp. berichtigten Dreieckswinkeln nach bekannter Formel.

5. Der Berechnung der Azimuthe folgt diejenige der Coordinaten-Differenzen in der Weise, dass man beliebige auf einander folgende Gruppen von Dreiecken als Polygone zusammenstellt, deren nach Sätzen der ebenen Trigonometrie zu berechnenden Coordinatenstücke auf Null abschliessen müssen. Eine zulässige Differenz —  $\frac{1}{10000}$  — ist auf die gebildeten Polygonpunkte zu vertheilen.

6. Aus den berechneten resp. berichtigten Coordinatenstücken sind die Coordinaten der Dreieckspunkte durch algebraische Addition mit Leichtigkeit zu ermitteln.

7. In der letzten Abtheilung schreitet die Berechnung der Höhen der Dreieckspunkte in der Reihenfolge vor, wie die Berechnung der Dreiecksseiten. Aus der horizontalen Entfernung der Dreiecksseiten, den gemessenen Höhenwinkeln sind zunächst die Höhenunterschiede unter Berücksichtigung des Einflusses der Erdkrümmung und der Refraction bei grösseren Entfernungen zu berechnen und zu prüfen, ob die algebraische Summe der Höhenunterschiede in jedem Dreiecke Null beträgt. Aus den event. berichtigten Höhenunterschieden und den bekannten absoluten Höhen zu benutzender Präcisionsnivelementsunkte oder einem anzunehmenden Generalhorizonte sind sodann die absoluten Höhen der Dreieckspunkte abzuleiten.

#### Ad 3. Detailmessung.

An diese Triangulirung — mag sie der Landesvermessung entnommen oder

selbstständig ausgeführt sein — schliesst sich die Detailmessung, die wichtigste Aufgabe der ganzen Forstvermessung.

Von den drei wichtigsten Gegenständen der Detailvermessung

- a) von der Aufnahme der Eigenthumsgrenzen, der Gewässer, Kulturgrenzen, Hauptwege (Communicationswege),
- b) von der Aufnahme der Terrain-Höhen und Formen,
- c) von der Aufnahme der Wirthschafts- und Abtheilungsfiguren und des Wegenetzes

ist zunächst die Aufnahme und Kartirung der Eigenthumsgrenzen und der Terrainformen und Höhen auszuführen, denn auf letztere basirt bekanntlich der Entwurf des Waldwegenetzes und die Bildung der Wirthschaftsfiguren.

Erst nach örtlicher Absteckung des Wegenetzes und nach Durchlegung und Fixirung der Wirthschaftsfiguren hat die Aufnahme und Kartirung derselben und hiernach die Ausscheidung und Herausmessung der Abtheilungen innerhalb der Wirthschaftsfiguren stattzufinden, eine Aufgabe, welche dem Forsttaxator zu überlassen und hier nicht weiter zu erörtern ist.

Zum Zweck der Aufnahme der ad *a* und *b* genannten Gegenstände sind die Netzpunkte entweder direct oder indirect durch Polygonzüge — Haupt- und Nebenzüge — mit einander in Verbindung zu bringen.

1. Bei **Festlegung der Hauptmesszüge** sind folgende allgemeine Gesichtspunkte zu beachten:

- a) Die Polygonzüge müssen die Eigenthumsgrenzen vor Allem erfassen und haben mit Rücksicht auf eine getreue Aufnahme der Terrainformen, solche Richtungen einzuschlagen, dass durch diese das Skelett der Reliefgestaltung, der Zusammenhang und die Ausdehnung der Terrainformen bezeichnet wird. Hauptwasserscheiden, Hauptthalzüge, scharfe Bergrücken, also Terrainlinien, welche mehr oder weniger das Skelett der künftigen Eintheilung anzeigen, sind in erster Linie in's Auge zu fassen.
- b) Damit die Hauptpolygonzüge eine genaue Controle für die Nebenzüge abgeben, sollen thunlichst alle Netzpunkte auf directestem und auf gut messbaren Wege verbunden werden.
- c) Bei Auswahl der Polygonpunkte ist zu berücksichtigen: dass
  - α*) scharf ein- und ausspringende Ecken thunlichst vermieden, dagegen langgestreckte Stationslinien zu bevorzugen sind, also kein schroffer Wechsel zwischen kurzen und langen Stationslinien (im Minimum 50 m, im Maximum 350 — 400 m; die beste 150 — 200 m) stattfinde und keine grössere Anzahl als 20 — 25 Winkelpunkte beim Hauptpolygone vorhanden sind;
  - β*) eine gute Messbarkeit der Polygonwinkel, vor Allem Sichtbarsein der

Absteckstäbe auf den benachbarten Stationspunkten, und sichere Aufstellung des Winkelmessinstruments;

- γ) gesicherte Lage der Punkte, Vermeidung von gangbaren Wegen, fremdem Grund und Boden, Auswahl von Grenzsteinen zu Polygonpunkten
- δ) und dauernde Bezeichnung der Polygonpunkte überall da, wo durch dieselben die Lage der Grenzen von Wirthschaftsfiguren angezeigt wird.

2. Die **Nebenzüge**, ausgehend von Punkten der Hauptzüge und auch an diese wieder anschliessend, sind in solcher Zahl einzulegen, dass durch sie die Aufnahme des Details, vor Allem des Terrains, bewerkstelligt werden kann. — Während die Hauptzüge den Richtungen der Eigenthumsgrenzen, den Hauptgeripplinien des Terrains folgten, erfassen die Nebenzüge weniger scharf hervortretende, für die Terrainausformung, für den Ausbau von Waldwegen und für die Wald-Eintheilung jedoch noch wichtige Terrainlinien und Terrainflächen, wie Bergkanten, Mulden, Wasserrisse, Felspartieen, Bruch, Sumpf, Flüsse, Bäche, Steinbrüche u. s. w. —

Ihre Punkte sind so auszuwählen, dass dadurch nicht nur eine leichte und sichere Längen- und Winkelmessung gestattet, sondern auch eine bedeutende Aenderung in der Ausformung und Neigung der Terrainoberfläche angezeigt ist. — Die richtige, umsichtige Auswahl dieser Haupt- und Nebenpolygonzüge und ihrer Polygonpunkte ist für den Werth der Aufnahme von der grössten Wichtigkeit. Es ist mehr oder weniger die Hauptsache, insbesondere dann, wenn die Terrain-Aufnahme einige Schwierigkeiten bereitet. Ebensowenig, wie man auf gleichmässigem, mehr übersichtlichen Terrain kleinlich verfahren darf, ebensowenig ist in einem sehr coupirten Terrain die oberflächliche Aufnahme einer ungenügenden Anzahl von Terrainmesszügen und Terrainmesspunkten zulässig. Zahl der Züge und Punkte ist nicht generell anzugeben, sondern lediglich abhängig von den Terrainformen und so zu bemessen, dass letztere durch die aufgenommenen Punkte hinreichend characterisirt sind und die ideellen, aus den Höhen zu construierenden Horizontaleurven den wahren so nahe liegen, als es das practische Bedürfniss erfordert. —

Die Kosten einer örtlichen dauerhaften Fixirung eines ausgedehnten, polygonometrischen Vermessungs-Netzes müssen zu dem Nutzen in einem richtigen Verhältnisse stehen; es ist deshalb die Versteinung der Polygonpunkte nur auf diejenigen Terrainstrecken vorzunehmen, wo die Polygonzüge zugleich die Grenzen der Wirthschaftsfiguren zweifellos anzeigen. Wenn man erwägt, dass durch die spätere Versteinung der Durchschnittspunkte der Grenzen der Wirthschaftsfiguren, durch die Markirung der Abtheilungsgrenzen, Anhaltspunkte zu den geometrischen Operationen in hinreichender Zahl geschaffen werden, so wird man mit Ausnahme der vorhingenannten Polygonpunkte solche durch Pfähle mit kleinen Stichgräben oder Erdhügeln genügend sichern. —

Systematisch ist aber die Bezeichnung eines ausgedehnten Polygonnetzes vorzu-

nehmen. Die Bezeichnung der Polygonpunkte mit grossen lateinischen Buchstaben und event: Hinzuziehung von Doppelbuchstaben erschwert die Uebersicht, während die Nummerirung mit arabischen Ziffern in's Unbegrenzte ohne Beschwerde fortgesetzt und vom Arbeiterpersonal leicht wieder aufgefunden werden kann. Sie muss die Regel bilden. —

Wie bei der Netzlegung über das aufzunehmende Waldgebiet beim Begehen des Terrains entweder eine alte Karte zu benutzen oder ein Handriss anzufertigen ist, so hat dieses auch bei Festlegung der Polygonzüge zu geschehen. Auf diesem Kartenblatte resp. Handrisse sind die Polygonzüge zu projectiren und ist dabei zu überlegen, in welcher Weise die Messung der Polygonwinkel, die Ableitung der Azimuthwinkel und Berechnung der Coordinatenstücke und Coordinaten demnächst vorzunehmen ist. —

**3. Längen- und Winkelmessung der Haupt- und Nebenzüge.** Die Messung der Hauptpolygonzüge im sehr coupirten Terrain ist mittelst Messlatte und Bergwage, im flacheren Terrain mittelst Stahlmessband, Gradbogen und Projections-Einrichtung auszuführen. Wie bei der Basismessung des trigonometrischen Netzes sind die Polygonseiten doppelt zu messen, doch kann die zweite Messung gelegentlich der Horizontal- und Verticalwinkelmessung mittelst distancemessenden Fernrohres bewirkt werden. Als zulässige Differenz sind 0,02 m pro 100 m anzunehmen.

Die Längen der Nebenzüge sind durch einmalige Messung und zwar dort, wo von diesen Linien aus eine Anzahl rechtwinkliger Ueberschläge zu nehmen sind, mittelst Stahlmessband, Messkette und Gradbogen zu bestimmen; in allen anderen Fällen, wo es sich nur um Längen-Bestimmung der Seiten handelt und die Bestandesverhältnisse der Distancemessung keine Schwierigkeiten bereiten, ist letztere ausreichend.

Die Fusspunkte rechtwinkliger Ueberschläge sind bei weiteren Entfernungen — bis zu 30 m — mittelst Winkelspiegel, Prismenkreuz, bei näheren Entfernungen bis zu 5 m nach dem Augenmaasse zu bestimmen. —

Das Vermessungsbuch (Manual) muss sich durch Deutlichkeit und Einfachheit auszeichnen. In einer Jedermann verständlichen Weise sind die aufgenommenen Gegenstände richtig und übersichtlich zu notiren, kurze Notizen mit kleinen Croquis über die Terrainformen dürfen darin nicht fehlen, weil sie beim späteren Einzeichnen der Horizontalcurven mit Vortheil zu benutzen sind. —

Zur Winkelmessung sind für die Hauptpolygonpunkte gute Repetitions-Theodolithe mit Nonien oder mikroskopischer Ablesung zu benutzen. Auf eine genaue Winkelmessung ist grosses Gewicht zu legen. Die Repetitions-Methode, die wiederholt einfache Winkelmessung und zwar mindestens eine 3malige Beobachtung in beiden Lagen des Fernrohres, sowie die Messung der Winkel im Kreise herum muss für die Horizontalwinkel bei diesen Punkten die Regel bilden. Dabei ist auf eine gute Centrirung des Instruments, auf ein genaues Verticalstellen der Absteckstäbe ein

besonderes Augenmerk zu richten. Bei Zusammenstellung der Winkel im Kreise herum ist eine Differenz von 30' als zulässig zu betrachten und gleichmässig zu vertheilen.

Zur Beseitigung des Indexfehlers ist die Höhenwinkel-Messung in beiden Lagen des Fernrohres vorzunehmen. — Die Winkelmessung auf den Stationspunkten der Nebenmesszüge ist entweder mittelst Theodolith und Höhenkreis oder unter vielen Verhältnissen am besten mit dem in neuerer Zeit erprobten Tachymeter mit Projections-Apparat auszuführen. Auch zulässig für diese Nebenpunkte ist die Boussole mit Höhenkreis. — Eine mehrmalige Winkelbeobachtung kann unterbleiben, doch ist statt dessen die Messung der Winkel in beiden Lagen des Fernrohres und die Messung des Ergänzungswinkels zu 360 Grad zu bewerkstelligen. Als zulässige Differenz ist 1 Minute anzunehmen. —

**4. Berechnung der Coordinatenstücke, Coordinaten und Höhen der Polygonpunkte.** — Nach ausgeführter Längen- und Winkelmessung erfolgt die Bestimmung der Azimuthe aus den bekannten Polygonwinkeln und dem Azimuthe einer Polygonseite. Letzteres ist nicht in solch umständlicher Weise wie beim trigonometrischen Netze durch Festlegung des geographischen Meridians nach dem Stande der Sonne, und Messung der Neigung der Polygonseite gegen denselben vorzunehmen, sondern es ist durch Rechnung das Azimuth auf trigonometrischem Wege, aus den bereits berechneten Coordinaten der Dreieckspunkte zu bestimmen, an welches das Polygonnetz angeschlossen wurde. —

Durch Vergleich des aus den Coordinaten der Dreieckspunkte abgeleiteten Azimuths, in welchen ein Polygonzug endigt, mit dem aus den Polygonwinkeln und ersten Azimuthe durch Rechnung herzuleitenden Azimuth ist eine Controle der Winkelmessung gegeben. Ist keine grössere Differenz als pro Winkel 15" vorhanden, so ist eine gleichmässige Vertheilung der Winkelfehler auf die Polygonpunkte vorzunehmen, wobei vorzusetzen ist, dass die Winkelmessung auf allen Stationen mit gleicher Schärfe stattfinden konnte.

An die Azimuthalwinkelbestimmung event. Winkelberichtigung reiht sich die Berechnung der Coordinatenstücke auf bekanntem, trigonometrischen Wege. Die algebraische Summe derselben muss im geschlossenen Polygone 0 ergeben, beim Ausgang von einem und bei Endigung in einem bereits festgelegten Dreieckspunkte oder Punkte der Landesvermessung mit den Coordinaten-Differenzen der betreffenden Netzpunkte übereinstimmen. Eine zulässige Differenz von 0,10 pro 100 m ist proportional den Längen der Coordinatenstücke zu vertheilen. Mit Hülfe der berichtigten Coordinaten-Differenzen sind sodann die rechtwinkeligen Coordinaten in Bezug auf eine für das Vermessungsnetz anzunehmende Vermessungsachse (Coordinatenachse) in bekannter Weise zu ermitteln und schliesslich sämtliche Berechnungs-Resultate in einem zur Kartirung und Flächenberechnung zu benutzenden Verzeichnisse zusammenzustellen.

Neben der Coordinaten-Berechnung ist auch noch die Ermittlung der absoluten Höhen der Polygonpunkte zu bewerkstelligen. Aus den gemessenen Höhenwinkeln und der bekannten horizontalen Entfernung der Polygonpunkte ist zunächst der Höhenunterschied zu berechnen, die algebraische Summe derselben mit der Höhen-Differenz der zu Anschlusspunkten gewählten und in ihren Coordinaten und absoluten Höhen bereits feststehenden Dreieckspunkten zu vergleichen, event. nach Verhältniss der berechneten Höhenunterschiede zu berichtigen und endlich die absoluten Höhen in bekannter Weise abzuleiten.

#### Ad 4. Kartirung.

An die Horizontal- und Vertical-Aufnahme der festgelegten Dreiecks- und Polygonpunkte schliesst sich die Kartirung derselben und die Construction der aequidistanten Niveau-Curven. Zu diesem Zwecke ist zunächst auf gut ausgetrocknetem Zeichenpapiere ein Quadratnetz, etwa im Maassstabe 1 : 5000 sehr genau zu construiren, bei welchem die Vertical-Linien — von Norden nach Süden laufenden — als Abscissen, die Horizontalen — von Osten nach Westen — als Ordinaten zu betrachten sind. Auf diesem Netze sind die Ordinaten und Abscissen in den betreffenden Quadratseiten abzutragen und durch den Schnittpunkt der beiden am Lineale entlang zu ziehenden Ordinaten- und Abscissenlinien ist die Lage des Dreiecks- resp. Polygonpunktes gegeben. Durch Vergleichung der Länge zwischen den aufgetragenen Punkten mit der im Terrain oder durch Rechnung bestimmten horizontalen Entfernung ist eine Controle vorhanden. — Von weniger wichtigen Nebenzügen sind die Coordinaten nicht zu berechnen, sondern mittelst Transporteurs die Lage derselben zu bestimmen.

Das Auftragen der rechtwinkligen Ueberschläge erfolgt nach den Angaben des Vermessungs-Manuals mittelst Ordinatographen und rechtwinkliger Dreiecke in bekannter Weise.

Da die Höhenzahlen von den aufgetragenen Dreiecks- resp. Polygonpunkten in der Regel nicht mit den in gleichen Verticalabständen liegenden (verlaufenden) Schnittpunkten der Niveau-Curven übereinstimmen, so ist zur Construction der letzteren zunächst die Bestimmung der s. g. Curvendurchschnitts- oder Durchgangspunkte erforderlich, d. h. derjenigen Punkte auf sämtlichen aufgetragenen Polygonlinien, welche eine bestimmte gleiche, den Niveau-Curven entsprechende Höhenlage anzeigen. Diese Feststellung der Curvendurchschnittspunkte ist abhängig von dem nach dem Terrain zu wählenden Verticalabstände der Niveau-Curven, von den absoluten Höhen und der horizontalen Entfernung der Polygonpunkte. Sie sind durch Proportions-Rechnung zu bestimmen und ist dabei die Anwendung von Diagrammen, Längen-Profilen auch zulässig.

An die Berechnung und das Auftragen der Curvendurchgangspunkte reiht sich sodann die Verbindung der in gleicher Höhe liegenden Curvendurchschnittspunkte mit

einander aus freier Hand, eine Arbeit, welche eine genaue Kenntniss der Terrainformen voraussetzt, da nur mit Hülfe dieser die Möglichkeit vorhanden ist, die Form des Verlaufs der Curve von einem Durchschnittspunkte zum andern getreu darzustellen.

Die im Messmanuale über die Boden-Configuration verzeichneten Notizen und Croquis sind hierbei zu verwenden, jedoch ist eine besondere Begehung und Besichtigung des Terrains ausserdem noch, namentlich bei schwierigeren Verhältnissen, empfehlenswerth.

Eine Reduction dieser im Maassstabe 1 : 5000 gezeichneten Karte ist für die wirtschaftlichen Zwecke zweckmässig im Maassstabe 1 : 10,000 resp. 1 : 15,000 vorzunehmen.

#### Ad 4. Flächenberechnung.

Was die Flächenberechnung anbetrifft, so ist das vermessene Object zunächst als Ganzes zu behandeln und der gesammte Flächeninhalt im Wesentlichen auf Grund der rechtwinkligen Coordinaten nach bekannten Formeln zu ermitteln. Nur die Flächeninhalte der durch Ueberschläge festgelegten Randfiguren sind direct aus dem Messmanuale zu berechnen.

Die Flächeninhalte der inneren Figuren (Districte, Abtheilungen) sind erst dann mittelst Planimeter zu berechnen, wenn die örtliche Absteckung und Aufnahme derselben vorgenommen ist.

Die nach diesen allgemeinen Gesichtspunkten angefertigte Karte dürfte als eine vorzügliche Grundlage für alle Zwecke des forstlichen Betriebes, insbesondere für den Entwurf des Waldwegenetzes und der Districts-Eintheilung zu verwerthen sein, da ausser der horizontalen Lage der Umfangsgrenzen, der wichtigsten Hauptlinien im Innern des Waldes — Communicationswege, Hauptabfuhrwege, Gewässer — die Höhenverhältnisse und mannigfach wechselnden Aussenformen des Terrains — Thalzüge, Schluchten, Kuppen, Rücken, convexe und concave, steile und flache Hangpartien — aus der Karte zu entnehmen sind.

## II. Entwurf des Waldwegenetzes.

### 1. Aufgabe und Vorarbeiten der Waldwegenetzlegung.

Die einer jeden Waldwegenetzlegung zu Grunde liegende Idee soll darauf hinausgehen, den gesammten Waldcomplex durch ein möglichst wenig complicirtes System gut fahrbarer und auf die Dauer leicht erhaltbarer Wege aufzuschliessen und letztere auf dem relativ kürzesten und bequemsten Wege mit den allgemeinen, zu den Verbrauchsstätten führenden Verkehrs-Adern (Eisenbahnen, Chausseen) zu verbinden.

Zu den wesentlichsten Erfordernissen eines nach diesen Grundsätzen zu entwerfenden Waldwegenetzes dürfte demnach gehören, dass:

1. das Waldwegenetz die Holzabfuhr aus allen Forstorten mit den geringsten Schwierigkeiten ermöglicht,
2. die Abfuhr auf dem, nach örtlichen Verhältnissen gegebenen kürzesten Wege erfolgen und
3. die Abfuhr nach möglichst vielen Absatzorten bewirkt werden kann, dem Holze also ein möglichst grosser Absatzbereich geschaffen wird; dass weiter
4. die Anzahl der hiernach erforderlichen Waldwege auf das zulässig geringste Maass beschränkt und endlich
5. die Wegrichtungen thunlichst auch zur Begrenzung der Wirthschaftsfiguren mit verwendet werden, soweit dieses mit den sonstigen Grundsätzen der Eintheilung vereinbar ist.

Vorangehen muss dem Entwurfe des Waldwegenetzes zunächst eine Untersuchung und Prüfung der wirthschaftlichen Verhältnisse.

Auf Grund vorhandener Karten, Revieracten und örtlicher Inaugenscheinnahme ist die Lage des einzurichtenden Arbeitsfeldes zu den Nachbarwäldern, welche bis dahin vielleicht den Holzabsatz nach einer Richtung hin allein besorgt haben, zu prüfen; es ist namentlich in Erwägung zu ziehen, ob die Bestandesverhältnisse dieser Concurrenz-Wälder auch für die Folge den Holzconsum voraussichtlich allein zu befriedigen in der Lage sind, und ob nicht durch zweckmässig eingelegte Wegadern im einzurichtenden Waldkörper das Holzabsatzgebiet nach diesen, bisher gar nicht verwendeten Richtungen hin zu erweitern ist.

Ebenso wichtig ist die Untersuchung der Frage: welchen Einfluss die Brennholzsurrogate auf den Holzconsum ausüben? In gar vielen Fällen vermögen gute Weglinien auch diesen Surrogaten Concurrenz zu bereiten.

Ganz besondere Aufmerksamkeit verdient ferner die Prüfung der in der Nachbarschaft des Waldes vorhandenen allgemeinen Verkehrsanstalten — der Land-, Wasser- und Schienenwege —. Diese dem allgemeinen Verkehre dienenden Wege sind in Bezug auf Lage, Richtung, Gefäll, passende Anschlusspunkte und Anschlussstrecken für die Waldwege örtlich genau zu prüfen, und ist dabei besonders zu erwägen, in wie weit mit Sicherheit voranzusehende Eventualitäten der Zukunft, z. B. Aenderungen dieser bestehenden Verkehrsadern durch gänzlich oder theilweises Verlegen derselben wegen zu hohen Gefälles, oder die Anlage neuer Verkehrswege beim Entwurfe des Wegenetzes zu berücksichtigen sind. Von Wichtigkeit ist diese Frage in Gegenden, in welchen die Ausführung der künstlichen Verkehrsmittel noch zurücksteht. Hier darf man den möglichen und wahrscheinlichen Verlauf künftiger Eisenbahnen, Chausseen nicht ausser Acht lassen, denn diese werden nicht selten eine Aenderung der bisherigen Holzabsatzverhältnisse herbeiführen. Nothwendig ist es desshalb, dem Wegenetze die Möglichkeit eines leichten Anschlusses an die veränderten Verhältnisse bei deren Eintreten zu

sichern, ohne für die Gegenwart auf die Vortheile einer anderweitigen, vorübergehenden Construction zu verzichten. Die Feststellung der Anschlusspunkte und Strecken an diese allgemeinen Verkehrswege ist deshalb mit grosser Umsicht vorzunehmen, sie hat sich nicht nach dem Bestehenden, sondern lediglich nach dem Terrain zu richten.

Eine weitere nicht minder wichtige Aufgabe der Untersuchung der wirthschaftlichen Verhältnisse bleibt die Orientirung über das gegenwärtige und zukünftige Holzabsatzgebiet. Es ist die Lage der Consumtionsorte — Städte, Flecken, Dörfer, Holz verarbeitenden Fabriken etc. — in Bezug auf das Maass ihres bisherigen Verbrauchs an Forstproducten durch die Verkaufs- und Erhebungslisten zu prüfen und in besondere Erwägung zu ziehen, ob nicht Veränderungen und Erweiterungen im Consumtionsverhältnisse durch guten Aufschluss des Waldkörpers einerseits oder durch Aenderungen im Industrie- und Handelsverkehr des Absatzgebietes andererseits eintreten können.

Hand in Hand mit der Prüfung und Feststellung der Hauptaufschlussziele, Absatzrichtungen, mit den vorhandenen und künftig verwendbaren Verkehrsanstalten und mit den naturgemässesten Anschlusspunkten an letztere, geht eine specielle Untersuchung der Verkehrs-Einrichtungen und des Terrains im Innern des einzurichtenden Waldes.

In Begleitung des ortskundigen Forstpersonals und unter Benutzung der angefertigten oder vorhandenen Terrainkarten ist die Brauchbarkeit der den Wald durchschneidenden oder berührenden Chausseen und bereits gebauten Waldwege bezüglich der Lage, Richtung, des Gefälles zu prüfen, und sind dann örtlich, wie auf der Karte, passende Anschlusspunkte mit thunlichster Rücksicht auf Ersparung an Wegebaukosten — Vermeidung steiler Böschungen, Bevorzugung flacher ebener Terrainstellen — auszuwählen. — Es ist ferner der Verlauf der Hauptwasserscheiden und der von denselben gebildeten Hauptthäler in Bezug auf Steigung, Ein- und Ausgang, Uebergangsstellen etc., sowie der Terrain-Einsattelungen, bezüglich ihrer Brauchbarkeit zu Wegsammelpunkten näher zu untersuchen, — kurz man hat sich eine möglichst genaue Kenntniss vom Character der ganzen Gebirgsbildung, der Gebirgsformation und von der Bodenconfiguration zu verschaffen. Auf diese Untersuchungen, namentlich auf das Studium des Terrains, ist ein hohes Gewicht zu legen, denn eine genaue Kenntniss des letzteren gewährt schnelle Einsicht und Ueberblick über die gesammten örtlichen Verhältnisse und führt alsbald zur Erkennung der wichtigsten Hauptabfuhrrichtungen. — Es ist zu empfehlen, auf der Terrainkarte die wichtigsten Ergebnisse dieser instructiven Terrainstudien zu verzeichnen, insbesondere von höheren Punkten aus, die einen Ueberblick über das Terrain gestatten, schon die Hauptabfuhrrichtungen zu projectiren.

## 2. Entwurf des Wegenetzes auf der Terrainkarte.

An die Erledigung dieser Vorarbeiten schliesst sich die Construction des Waldwegenetzes auf der Terrainkarte.

Ein jedes Waldwegenetz ist zusammengesetzt aus mannigfachen Weg-Adern, welche nach ihrer Bedeutung für den Holztransport zweckmässig in Haupt- und Nebenwege, nach ihrer Lage aber im Walde in Höhen-, Thal-, Höhenthal-, Rand- und Hangwege einzutheilen sind. — Die beim Entwurf dieser verschiedenen Wegrichtungen zu beachtenden allgemeinen Gesichtspunkte dürften folgende sein:

### A. Hauptwaldwege (Höhen-Thalwege).

Als Hauptwege sind diejenigen Wegrichtungen zu betrachten, welche den Waldcomplex in der Hauptabsatzrichtung durchschneiden, Productions- und Consumtionsstätte entweder direct oder indirect mit der günstigsten oder doch das zulässige (relativ höchste) Prozent nicht überschreitenden Steigung verbinden, mehr oder weniger einer ständigen Benutzung unterliegen, Nebenrichtungen aufnehmen und je nach der Gesteins- und Bodenart eine künstliche Steinbahn als Fahrbahn erhalten. Bei Construction dieser Haupt-Adern ist im Allgemeinen darauf zu achten, dass sie in einfacher und zwangloser Weise und im planmässigen Zusammenhange den Waldcomplex dergestalt durchschneiden, dass ein Aufschluss nach allen Absatzrichtungen auf dem bequemsten, fahrbarsten, relativ kürzesten Wege ermöglicht und zugleich für alle Waldtheile ein möglichst grosses Absatzbereich geschaffen wird. Diesen Grundsätzen entsprechen vor Allem diejenigen Richtungen, welche die wichtigsten Punkte des Productionsgebietes mit den Consumtionsstätten mittelst zweckentsprechenden Anschlusses an die allgemeinen Verkehrsstrassen verbinden. Als solche Punkte im Walde sind in erster Linie die „Gebirgssättel“ zu betrachten. — Vermöge ihrer eigenthümlichen Terrainausformung, welche zu gleicher Zeit nach allen Richtungen hin „Fallen und Steigen“ gestattet, sind die Sättel vor Allem zu vortrefflichen „Knoten- oder Sammelpunkten“ geeignet. In ihnen sind die einzelnen Hauptweg-Adern gleich den Fäden eines Netzes zusammenzufassen, um von hier aus nach den verschiedensten Richtungen und mit den verschiedensten Steigungsverhältnissen wieder auseinander zu gehen und dadurch die Abfuhr nach mehreren Absatzgegenden zu ermöglichen.

Da diese Sättel die „tiefsten“ Punkte im Verlaufe der Gebirgszüge darstellen, so bilden sie die zweckmässigsten und natürlichsten Uebergangs- oder Durchgangsstellen. Sie müssen passirt werden, wenn, um einzelne Waldtheile in der zweckmässigsten Richtung und mit dem angenehmsten Gefäll aufzuschliessen, nothgedrungen ein Gebirgszug zu überschreiten ist. Eine Umgehung der Sättel führt in solchen Fällen fast

immer zu erheblichen Missständen, welche entweder in ungünstigen Steigungsverhältnissen, oder in einer unnöthigen Verlängerung der Wegestrecken oder in kostspieligerer Construction der Wege bestehen. Daneben sind die Sättel für die Wald-Eintheilung insofern nicht unwichtige Punkte, als durch zweckmässige Wegverbindung geeigneter Sattelpunkte nicht selten passende Kopfdistricte geschaffen oder unfahrbare Eintheilungslinien (Rückenlinien) in fahrbare umgewandelt werden.

Es leuchtet übrigens ein, dass nicht alle Sattelbildungen beim Entwurf des Netzes zu benutzen sind; dass es vielmehr eine der wichtigsten Aufgaben des letzteren bleibt, diejenigen Sattelstellen im Innern des Waldes mit Umsicht und Sachkenntniss in's Auge zu fassen, welche vermöge ihrer Lage und vor Allem ihrer Erhebung für den vorliegenden Zweck am geeignetesten sind.

Ein wichtiges Moment beim Entwurfe der Hauptadern ist es weiter, dass Productions- und Consumtions-Orte in angemessenen Steigungen mit einander verbunden werden.

Hierbei ist zu berücksichtigen:

- a) ob die Consumtions-Orte tief oder hoch liegen,
- b) ob dem Holzabsatze nur nach einer oder nach mehreren Richtungen hin Rechnung zu tragen ist;
- c) ob die Fahrbahn kunststrassenmässig zu befestigen ist.

Unter Verhältnissen, wo die Productionsstätten höher als die Consumtionsorte liegen, wo ferner das Holzabsatzgebiet nur nach einer Richtung hin in Frage kommt, der Holztransport also lediglich in der Fallrichtung stattfindet und wo ferner die im Planum gebauten Wegestrecken durch das Bodengestein eine genügend befestigte Unterlage erhalten, ist in Berücksichtigung des Grundsatzes: — „Zeit ist Geld“ — insofern der Consument in kürzester Linie den Holztransport bewerkstelligen und der Producent aber mit den verhältnissmässig geringsten Wegebau-Kosten seine Verkehrs-Adern bauen, also Umwege vermeiden will — **das höchst zulässige Gefällprozent** beim Entwurfe dieser Richtungen zu Grunde zu legen. Ohne auf die Theorie der Gefäll-Maxima und Minima hier weiter einzugehen, sei nur bemerkt, dass wir mit anderen Waldwegebau-Technikern unter höchst zulässigem Gefällprozent diejenige Zahl verstehen, durch deren Anwendung noch gut fahrbare und sicher haltbare Wegestrecken herzustellen, durch deren Ueberschreitung aber beide Ziele nicht zu erreichen sind. Diese Gefällzahl ist örtlich verschieden; sie ist vorzugsweise bedingt durch die Gebirgsformation, durch die Bodenverhältnisse und Art des Ausbaues. Erfahrungsmässig ist constatirt, dass auf den härtesten Gesteinsarten, auf Porphyr, Basalt 9—10 pCt., auf weniger harten 7—8 pCt. und auf weichen 6 pCt. als zulässige Zahlen zu betrachten sind. Dieses Maximalgefäll muss unbedingt bei den Hauptwegen in Rücksicht auf die vorhin ausgesprochenen Grundsätze zur vollsten Anwendung gelangen. Ein Wechsel in den Gefällverhältnissen ist

nur dort gestattet, wo die Terrainverhältnisse — tiefe Wasserrisse, Gräben, Felspartien, Sumpfstellen, Thalübergänge — und andere wichtige Rücksichten — Weg-Vereinigungen, Weg-Abgänge, Weg-Krümmungen, Eigenthumsgrenzen u. s. w. — eine solche Abänderung gebieterisch erfordern.

In denjenigen Fällen aber, wo Consumtionsorte höher als die Productionsstätte gelegen sind, oder wo dem Holzabsatze nach mehreren Richtungen Rechnung zu tragen ist oder die Waldwege als allgemeine Verkehrs-Adern — Communicationswege — verwerthet werden sollen, sind die vorhin genannten Gefälls-Zahlen nicht zu benutzen; man ist im Allgemeinen an diejenige Grenzzahl gebunden, welche den Holztransport in der Steigrichtung noch gestattet. Als solche ist die in der Praxis gesammelte Erfahrungszahl von 6 Prozent zu betrachten. Bei zu chaussirenden und dem allgemeinen Verkehre dienenden Waldwegen (Communicationswegen) sind noch niedrigere Gefällzahlen anzuwenden, welche durch die für Preussen gültige Instruction vom 17. Mai 1871 im Gebirge auf 5 pCt., im Hügellande auf 4 pCt., im Flachlande auf 2,5 pCt. festgesetzt sind. — Aufgabe der Waldwegebau-Techniker bleibt es über zweckmässige Gefällzahlen auf den verschiedenartigsten Gebirgsformationen noch weitere Erfahrungen zu sammeln.

Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt beim Entwerfen der Hauptwaldwege ist, dass möglichst Rücksicht auf Kostenersparniss genommen wird. Dahin gehört:

- a) Thunlichste Hineinziehung der bereits vorhandenen Weglinien in das Wegenetz, sofern sie den unerlässlichen Anforderungen in Bezug auf Richtung, Lage, Gefäll einigermaassen entsprechen.
- b) Bevorzugung derjenigen Linien unter der Zahl der projectirten Concurrenzlinien, welche den leichtesten und vortheilhaftesten Bau und Unterhaltung gestatten, — Süd-Südostseiten — die wenigsten Ab- und Auftragungen erfordern, das erforderliche Material z. B. zur Chaussirung mehr in der Nähe gewinnen lassen.
- c) Vermeidung von schwer zu bearbeitenden Felsmassen, Sümpfen, schwierigen Thalübergängen, langen und tiefen Thaleinschnitten, kostspieligen Ueberbrückungen.
- d) Vermeidung von Wegrichtungen, welche über fremde, nur mit zu bedeutenden Kosten zu acquirirende Grundstücke führen.
- e) Beschränkung der Anzahl der Hauptwege auf das zulässig geringste Maass.

Beim Entwurf der Hauptwege ist ferner zu beachten, dass im Allgemeinen der Entwurf lediglich auf die Verkehrsverhältnisse sich gründen und in keiner Weise durch Rücksichten auf die wirthschaftliche Eintheilung sich beirren lassen darf, vielmehr vollständig unabhängig verfahren muss, denn das Wegenetz bildet nicht die Hauptgrundlage der wirthschaftlichen Eintheilung, sondern diese erfolgt nur in Anlehnung an dasselbe, soweit das Wegenetz zu Districtsgrenzen geeignete Weglinien darbietet, was bei Hauptwegen nur in wenigen Fällen — bei Thal- und Höhenwegen — stattfinden

wird. Nur, wenn man die Wahl zwischen mehreren Hauptlinien hat, ist diejenige zu bevorzugen, welche auch für die Eintheilung mit zu verwerthen ist.

#### B. Randwege (Thalrand-, Waldrandwege).

Ein wichtiges Glied in der Gruppe der Hauptwege sind die die Thalzüge begrenzenden (Thalrandwege) oder am Saume des Waldes sich hinziehenden Wegrichtungen (Waldrandwege). Sie sind desshalb von so hoher Bedeutung, namentlich die Thalrandwege, weil sie nicht nur Thal und Höhe in der Regel direct mit einander verbinden, sondern auch als Randwege die am tiefsten gelegene Holzabfuhrlinie bilden, auf welche die Forstproducte von den Bergwänden unmittelbar oder mittelbar gebracht werden. Ihr Entwurf ist von den Terrainverhältnissen (Steigung der Thalzüge, Verlauf der Waldgrenzen) vorzugsweise mit abhängig und dabei noch Folgendes zu beachten:

a) Das Ziel der Construction soll darauf hinausgehen, den Randweg wo möglich die Grenze zwischen Wald und Flur oder zwischen Berghang und Thalzug bilden zu lassen, oder doch nur so viel Waldfläche unter denselben liegen zu lassen, als die durch die Elevation beeinflusste Transportweite das Rücken der Hölzer bis zum Wege gestattet. Dadurch wird nicht nur der Vortheil eines möglichst graden der schlechteren Orientirung und Verwechslung weniger ausgesetzten Grenzzuges erreicht, sondern es werden auch die durch die Beschattung, Traufe, Wurzeln entstehenden Nachtheile für die Feldfluren beseitigt, und durch die luftige und trockene Lage des Weges die Kosten der Unterhaltung gemindert; zudem ist das geschlagene Holz nur bergab zu transportiren. Die zu diesem Zwecke nothwendigen Grenzregulirungen sind einzuleiten und durch Kauf, Tausch, Servitut abzuschliessen.

b) Das höchste zulässige Gefäll ist auch diesen Richtungen zu geben, wenn sie den Holztransport nur in der Fallrichtung bewirken; doch ist wegen der nicht unbedeutenden Unregelmässigkeiten im Verlaufe der Grenze, wegen Wechsels des Thalgefälles oder wegen nicht abzuschliessender Grenzregulirungen ein Wechsels des Maximalgefälles geboten, Contregefäll indess thunlichst zu vermeiden.

c) Bei wichtigen, aber sehr steil ansteigenden Thalzügen ist entweder die Anlage von Serpentinien oder ein öfteres Ueberschreiten von einer Thalseite zur anderen nicht zu vermeiden, wenn das höchste zulässige Gefällprozent diese Richtungen nicht zum Endpunkte führt. In solchen Fällen sind auf der Terrainkarte flachere Abplattungen des Geländes, muldenförmige Einbiegungen des Terrains dazu auszuwählen und demnächst bei den örtlichen Absteckungen mit Umsicht festzulegen.

#### C. Höhenwege.

An die Construction der Randwege schliesst sich die der Höhenwege, welche gleichfalls noch als Hauptwege zu betrachten sind. Es sind darunter diejenigen Weg-

richtungen zu verstehen, welche die Verbindung zwischen den auf den Wasserscheiden auftretenden Gebirgssätteln herstellen und nicht sofort die Absatzrichtung zum Thal einschlagen, sondern erst längere Zeit die Höhe einhalten. Sie vermitteln den Holztransport in der Regel nach zwei oder mehreren, aber in entgegengesetzten Richtungen liegenden Verbrauchs-Orten, trennen Plateau vom Hange oder umschliessen breitere und flach gewölbte Köpfe und geben dadurch zur Abgrenzung von Districten und namentlich zur Bildung von Kopfdistricten Veranlassung. Beim Entwurfe dieser Richtungen ist somit der Districts-Eintheilung thunlichst Rechnung zu tragen und zwar etwa in folgender Weise:

a) Die Gebirgssättel sind mit grosser Umsicht auszuwählen; sehr nahe liegende, in ihren Höhen aber sehr von einander abweichende Sattelpunkte sind im Interesse der Eintheilung und Wegprojecte weniger zu berücksichtigen, während weiter entfernt liegende Einsenkungen von geringerem Höhenunterschiede und von flacherer Lage zu bevorzugen sind.

b) Bei schmalen unfahrbaren Höhenlinien ist im Interesse der Districts-Eintheilung die Sattelverbindung nur an einer Seite, aber an der Nord- resp. Ostseite des Höhenzuges zu projectiren, damit die schlechtere Höhenpartie ihrem in der Bonität mehr gleichstehenden West- resp. Südhang zugetheilt werden kann, während bei flach gewölbten Bergköpfen die Sattelverbindungen auf beiden Seiten derselben zu projectiren sind, um zweckmässige Kopfdistricte zu bilden.

c) In Rücksicht darauf, dass die Höhenwege den Holzabsatz nach mehreren Richtungen befördern, ist das höchste zulässige Gefällprozent nicht anzuwenden und eine etwa 3 procentige Verbindung in Anbetracht der Holzverbringung und der Weg-Unterhaltung als die günstigste anzusehen.

Durch den Entwurf der die wichtigen Punkte im Innern des Waldes mit den Absatzorten direct oder indirect mittelst Anschlusses an die allgemeinen Verkehrs-Adern verbindenden Wegrichtungen, durch den Entwurf der Rand- und namentlich Thalrandwege und durch den Entwurf der Höhenwege ist im grossen Ganzen die Planmässigkeit des Wegenetzes und der Grundrahmen für alle späteren Weg-Anlagen hergestellt, vorausgesetzt, dass beim Project derselben auf eine systematische, rationelle Verbindung und Zusammenführung dieser Richtungen Bedacht genommen wurde. Die zum vollständigen Aufschluss der einzelnen Wirthschaftsfiguren nothwendigen Nebenwege (Aufschlusswege) sind erst successiv zu projectiren, sobald das Bedürfniss der Wirthschaft ihre Anlage erfordert. Nur diejenigen dieser Nebenwege sind in das Wegenetz mit aufzunehmen, welche zur Begrenzung der noch zu projectirenden Wirthschaftsfiguren mit zu verwenden sind. —

Die hier und da laut gewordene Ansicht, Entwurf und Absteckung von Waldwegenetzen auch auf alle Nebenwege auszudehnen, um die später zum Hiebe gelangenden

Hölzer ohne weiteres Rücken am Wege aufsetzen zu können, billigen wir nicht. Ganz abgesehen davon, dass durch ein solches Verfahren die Arbeiten der Waldwegenetz-  
legung allzu sehr vertheuert werden, ist vor allen Dingen der Umstand zu berücksich-  
tigen, dass man sich dadurch sehr leicht der Gefahr aussetzt, jetzt Wege anzulegen,  
welche sich später vielleicht als ungenügend oder ganz entbehrlich erweisen. Die  
Frage über den Abstand der Nebenwege ist mehr oder weniger noch eine schwebende;  
der zweckmässigste Abstand ist örtlich und zeitlich zu verschieden, als dass sich  
mit Sicherheit dafür feste Zahlen angeben lassen. Ueberdies ist in unserer erfindungs-  
reichen Zeit die Wahrscheinlichkeit nicht ausgeschlossen, dass andere Transport-Ein-  
richtungen maassgebend auf das Bedürfniss und die Richtung der Nebenwege einwirken;  
es erscheint daher am gerathensten, Anzahl und Lage der Nebenwege der Zukunft zu  
überlassen. Selbstredend wird dabei vorausgesetzt, dass bei der Absteckung der Haupt-  
weglinien auch genügend auf die spätere Einlage von Nebenwegen Rücksicht genommen  
worden ist.

### III. Entwurf der Districts-Eintheilung.

Dem Entwurfe des Wegenetzes auf der Karte folgt die Projectirung des Districts-  
Eintheilungsnetzes.

Was die allgemeinen Gesichtspunkte anlangt, so muss sich die Districts-Einthei-  
lung vorwiegend auf die Trennung der Terrainflächen nach der Bonität des Standortes  
stützen. Während in den Forsten der Ebene der Grad der Standortsgüte bei der mehr  
gleichmässigen Einwirkung der climatischen Factoren, hauptsächlich von der Bodenart  
und ihrer mineralischen Zusammensetzung abhängig ist, treten die Einflüsse der Witte-  
rung im Gebirge viel prägnanter hervor und spielen darum bei der Districtseintheilung  
die vorwiegende Rolle. Aus diesem Grunde sind bei der Districts-Eintheilung die  
Verschiedenheiten der Expositionen überall da, wo dieselben die Bonität wesentlich  
bestimmen, in erster Linie in's Auge zu fassen; es sind demgemäss die Nord- und  
Osthänge als die gegen schädliche Einwirkungen von Sonne und Wind geschützten  
und daher besseren Lagen, von den schlechteren, sich meist scharf markirenden Süd-  
und Westlagen zu trennen und dem zufolge bei den von Osten nach Westen oder von  
Norden nach Süden verlaufenden Gebirgszügen die als scharfe Bonitätsgrenzen auf-  
tretenden Rückenlinien als Districtsgrenzen zu wählen. Ebenso sind andere auf die  
Wirtschaft und Bonität wesentlich einwirkenden Naturgrenzen, so die langgestreckten  
Thalzüge, die das Plateau vom Hang trennenden Terrainlinien, ferner Schluchten,  
Bäche als Trennungslinien in's Auge zu fassen. —

Unter Befolgung des auch bei der Districts-Eintheilung so wichtigen Grundsatzes  
vom „Grossen in's Kleine“ zu arbeiten, sind zunächst die Hauptabschnitte des Terrains

durch die soeben genannten Naturgrenzen zu bilden, wobei nun die wichtige Frage in Erwägung zu ziehen, ob nicht die projectirten Höhenwege, Sattelwege, Thalwege neben ihrem Hauptzwecke auch den zur Abgrenzung der Wirthschaftsfiguren mit erfüllen können. Nach unseren Erfahrungen sind dazu diese genannten Wegerichtungen fast immer, dagegen die Gebirgssättel mit Thal oder Absatzort verbindenden Richtungen nur sehr selten zu benutzen. —

An die Benutzung dieser wichtigsten Naturgrenzen resp. Höhen- und Thalwege reiht sich die Verwendung von Kanten, Rippen oder Buchten, welche entweder an Berghängen oder als Seitenrücken und Seitenbuchten auftreten und wichtig für Bonität und Bewirthschaftung sein können. Ob Kante oder Bucht als Begrenzungslinie zu wählen sei, hängt davon ab, ob die Bucht fahrbar ist; ist dies der Fall, so wird man sich für die Bucht entscheiden, während sonst die Rippe wegen schlechteren Bodens, wegen schlechteren Holzwuchses und wegen geringerer Windgefahr als Districtslinie zu bevorzugen sein möchte.

Durch den Entwurf eines solchen Hauptnetzes und zwar unter Beachtung der soeben bezeichneten wichtigen Terrain- und Weglinien sind Hauptcomplexe, Hauptflächen-Abschnitte gebildet, welche nun noch in der Weise zu theilen sind, dass Wirthschaftsfiguren (Districte) von möglichst gleicher Standortsgüte, Exposition, zweckmässiger Begrenzung und Grösse entstehen, und welche zugleich gesicherte Anhiebe und eine rationelle Aneinanderreihung der Schläge gestatten. — Die wesentlichsten bei dieser weiteren Theilung zu beachtenden Gesichtspunkte dürften etwa folgende sein:

a) Die Standortsgrenzen gewähren in vielen Fällen zugleich sehr zweckmässige Begrenzungslinien, so insbesondere bei Bildung von Kopfdistricten und überall da, wo die Terrainverhältnisse die Aussonderung von Kuppen gestatten.

b) Das in rechteckigen Jagen der Ebene verkörperte Ideal der Wald-Eintheilung ist im Gebirge selten zu erreichen. Hier bestimmen die natürlichen Grenzen die Theilungslinien und die Form der Wirthschaftsfiguren. Eine unbedingte Nothwendigkeit ist es, an diese Terraingrenzen sich anzulehnen, weil die wirthschaftliche Behandlung — die Schlaganlage, das Haubarkeitsalter etc. — und die Ertragsverhältnisse dadurch bedingt werden. Nur in den Fällen, wo ebene Flächen-Abschnitte, Hochebenen, Plateaus zu theilen sind, ist eine möglichst regelmässige Eintheilung (Rechtecke) zu projectiren, dass die Nebentheilungslinien an die Haupttheilungslinien anschliessen, d. h. dort anknüpfen, wo letztere ausmünden, damit die Verbindung hergestellt und die Gefahr des Windbruchs möglichst beseitigt wird.

c) Nebenwege sind als Begrenzungslinien dort zu projectiren, wo ausgedehnte Hänge durch sie in passende Etagen, Terrainstufen mit möglichst gleicher Terrain-Neigung getheilt werden können. Bei ihrem Entwurfe ist alsdann zu berücksichtigen, dass durch sie Figuren von zweckmässiger Grösse und nicht zu schiefwinkliger Form

gebildet werden, dass der Holztransport vor allen Dingen erleichtert und die Vereinigung mit den projectirten Hauptadern an dazu passenden Stellen und in geeigneter Weise bewirkt werden kann. In Rücksicht hierauf sind diese Districtswege mit schwächeren Prozenten und so zu entwerfen, dass die längere Seite des Districts durch sie begrenzt wird.

d) Soweit ausser diesen Theilungslinien noch künstlich einzulegende Trennungslinien in Frage kommen, sind solche rechtwinklig auf die Horizontalen zu projectiren, so dass sie gute Anhiebe gestatten und als feste Leitlinien für die stets in der Horizontalen auszuführenden Saaten und Pflanzungen dienen, eventuell noch am besten befahren oder zum Holzrücken verwendet werden können.

e) In Rücksicht auf die innerhalb der Wirthschaftsfiguren anzustrebende Bestandes-Einheit ist es nicht gerechtfertigt, die Bestandes-Abtheilungsgrenzen bei der Eintheilung ganz unbeachtet zu lassen. Wo Form, Lage, Grösse des Districts durch den Anschluss an die Bestandesgrenzen nicht beeinträchtigt wird, sind auch sie zu berücksichtigen.

f) Die Grösse der Districte ist zu bemessen nach verschiedenen Factoren, nach der Grösse des Revieres, nach dem Standorte, Boden, Terrain, nach der Holzart, nach dem Bestande, der Betriebsart, dem Umtriebe und nach dem mehr oder weniger intensiven Wirthschaftsbetriebe.

In neuerer Zeit ist man mehr geneigt zur Bildung von kleinen Wirthschaftsfiguren und betrachtet in Preussen als normale Grössen

20 ha. in Fichten,  
25 ha. in Kiefern,  
30 ha. in Buchen.

Unsere Absicht konnte — schon mit Rücksicht auf den uns gestatteten Raum — nur dahin gehen, die allgemeinen Gesichtspunkte über Waldwegenetzlegung und Districts-Eintheilung kurz darzulegen. Zudem wird erst dann, wenn für die Hauptverschiedenheiten der Boden-Configuration, für das Hügel-, Bergland und Hochgebirge mit den eigenthümlichen Terrainformen der Hauptgebirgs-Arten die Arbeiten der Waldwegenetzlegung zur Durchführung gelangt sind, auf Grund weiter gesammelter Erfahrungen an die specielle Bearbeitung dieser wichtigen Vorarbeiten der Betriebs-Regulirung gedacht werden können.

Eine wichtige Aufgabe der betr. Docenten an den Akademien bleibt es auf den im Terrain verschiedenartigsten Gebieten Erfahrungen zu sammeln und zu verarbeiten, und die Zuhörer für diese Arbeiten zu interessiren; eine wichtige Aufgabe der Verwaltung ist es aber, diese Arbeiten nur von geübten, geschickten, mit practischem, geodaetischen Blicke begabten Kräften örtlich ausführen zu lassen. Nur dadurch werden kostspielige und unzulängliche Arbeiten vermieden, den jüngeren für diese in-

structiven Arbeiten sich interessirenden Forstmännern aber vortreffliche Gelegenheit geboten, sich practisch einschulen und weiter ausbilden zu können. Die Bildung von ständigen Commissionen zur Ausführung der Vermessungs-, Wegenetz- und Eintheilungsarbeiten unter selbstverständlicher Mitwirkung der Verwaltung dürfte nach unserer Ansicht der zweckentsprechendste Weg sein, um brauchbare und wohlfeile Vermessungs- und Eintheilungswerke zu erhalten.