

Die Lattenabschnitte  $l$  zwischen den beiden äußeren Horizontalfäden bestimmt man auf Millimeter genau; dementsprechend wählt man die Entfernungen zwischen Instrument und Latte nicht größer als 50—60 m. Für die Vertikalwinkel genügt Messung in einer Fernrohrlage und Ablesung auf eine Minute genau. Die Höhenunterschiede und die N. N.-Höhen berechnet man auf Zentimeter genau. Den nicht zu vermeidenden Anschlußfehler in  $E$  verteilt man gleichmäßig auf die einzelnen Standpunkte.

Für die Aufschreibung und die Rechnung verwendet man den früher, für Bussolenzüge angegebenen Vordruck.

Bei tachymetrischer Höhenbestimmung kann man bei Entfernungen von 2—3 km und Höhenunterschieden von 100—200 m zwischen den beiden Anschlußpunkten  $A$  und  $E$  die N. N.-Höhen der Zwischenpunkte mit einem mittleren Fehler von wenigen Zentimetern, also für topographische Zwecke genügend genau bestimmen.

## B. Die Ausführung von topographischen Aufnahmen.

Die Aufgabe einer topographischen Aufnahme besteht in der Herstellung einer topographischen Karte, d. h. einer Karte, die alle in bezug auf den Grundriß in Frage kommenden Einzelheiten enthält, und in der die Geländeformen dargestellt sind. Topographische Karten in den Maßstäben 1:2500, 1:5000, 1:10000 und 1:25000 mit einer Darstellung der Geländeformen in Höhenschichtlinien bilden die Grundlage für die Vorarbeiten bei Ingenieurbauten, für geologische Aufnahmen, für forstwirtschaftliche Arbeiten und für kartographische Arbeiten jeder Art.

Eine topographische Aufnahme zerfällt in die Aufnahme des Grundrisses und in die Aufnahme der Geländeformen. Da die Genauigkeit der Geländedarstellung von besonderer Wichtigkeit ist, so wird im folgenden im Anschluß an die Besprechung der Aufnahme auch von der Genauigkeit und der Prüfung der Geländedarstellung die Rede sein.

Im Zusammenhang mit der Aufnahme steht die Beschaffung von Unterlagen für die Beschriftung der zu fertigenden Karte; Feststellungen hierzu werden vielfach am besten an Ort und Stelle gemacht.

### 1. Die verschiedenen Aufnahmeverfahren.

Bei topographischen Aufnahmen werden die einzelnen Punkte tachymetrisch festgelegt; in Frage kommen also die drei als Theodolittachymetrie, Meßtischtachymetrie und Phototachymetrie oder Photogrammetrie bezeichneten Verfahren. Bei der Verwendung des Tachymetertheodolits oder des Meßtisches wird die Aufnahme des Grundrisses und der Geländeformen gemeinsam durchgeführt; bei der Photogrammetrie werden Grundriß und Geländeformen in einem Gelände mit geringen Höhenunterschieden nacheinander, sonst gemeinsam aufgenommen.

Die Photogrammetrie eignet sich nur für übersichtliches, nicht bedecktes Gelände; bei der Aufnahme bzw. Darstellung der Geländeformen versagt sie bei Gelände mit geringen Höhenunterschieden. Wertvolle Dienste leistet die Photogrammetrie bei der Aufnahme von schwer

oder überhaupt nicht zugänglichem Gelände. Die Photogrammetrie ergibt im allgemeinen keine lückenlose Aufnahme; insbesondere erfordern die mit Bäumen bedeckten Flächen Ergänzungsmessungen mit dem Tachymetertheodolit oder dem Meßtisch. Die Photogrammetrie liefert in bezug auf den Grundriß und die Geländeformen keine kartographisch ohne weiteres verwertbare Aufnahme; insbesondere erfordert die Einteilung der Bahnen, Straßen und Wege sowie die Aufnahme der vielen, im Grundriß darzustellenden topographischen Einzelheiten eine entsprechende Begehung des Geländes. Die Auswertung der aufgenommenen Meßbilder setzt photographisch gute Bilder voraus; die Photogrammetrie ist deshalb von der Beleuchtung und Witterung und damit auch unter Umständen von der Jahreszeit abhängig; sie bietet aber andererseits den Vorteil, daß die eigentliche Feldarbeit, bestehend in der Aufnahme der Meßbilder, nur wenig Zeit erfordert.

Nachdem Instrumente zur bequemen Auswertung von Luftaufnahmen hergestellt werden, und nachdem die verschiedenfach angestellten Untersuchungen gezeigt haben, daß die Ergebnisse von luftphotogrammetrischen Aufnahmen den zu stellenden Genauigkeitsanforderungen in bezug auf Grundriß und Geländedarstellung durchaus genügen, wird man heute aus naheliegenden Gründen der Luftphotogrammetrie im allgemeinen den Vorzug vor der Erdphotogrammetrie geben; trotzdem kann die letztere z. B. bei der Aufnahme von Talhängen gelegentlich gute Dienste leisten.

Wie eine Reihe von Versuchen gezeigt hat, kann die Luftphotogrammetrie zur Auswertung in allen topographisch in Frage kommenden Maßstäben benutzt werden. Die Flughöhe, d. h. der mittlere Höhenunterschied zwischen dem aufzunehmenden Gelände und den Punkten, in denen die Bilder aufgenommen werden, richtet sich nach dem Maßstab, in dem die Bilder ausgewertet werden sollen; im allgemeinen wird die Flughöhe derart gewählt, daß der Maßstab der Bilder etwas kleiner ist als der Auswertungsmaßstab.

Die Theodolittachymetrie kann sowohl bei der Aufnahme von freiem, übersichtlichem Gelände als auch bei der von bedecktem, unübersichtlichem Gelände Verwendung finden. Da bei der Theodolittachymetrie im Gegensatz zur Meßtischtachymetrie die Ausarbeitung der Aufnahme nicht im Gelände ausgeführt werden muß, die Feldarbeit also beschränkt werden kann, so eignet sich die Theodolittachymetrie besonders auch für solche Fälle, bei denen die eigentliche Aufnahme mit Rücksicht auf Witterungsverhältnisse oder aus sonst einem Grunde möglichst rasch durchgeführt werden soll. Der zahlenmäßige Aufschrieb aller zur Festlegung eines Punktes erforderlichen Größen bei der Theodolittachymetrie bietet im Vergleich zur Meßtischtachymetrie den Vorteil, daß die ganze Aufnahme oder ein Teil von ihr erforderlichenfalls später auch in einem größeren Maßstab als in dem der ursprünglichen Ausarbeitung aufgetragen werden kann.

Die Meßtischtachymetrie kommt zunächst für die Aufnahme von sichtfreiem Gelände in Frage, bei dem man von jedem Instrumentstandpunkt aus eine größere Zahl von Punkten festlegen kann; für die

Aufnahme von nicht sichtfreiem Gelände, das öftere Aufstellungen des Instruments erfordert, ist sie nicht zu empfehlen. Da bei der Meßtischtachymetrie die Aufzeichnung der einzelnen Punkte einfach und rasch vor sich geht, eignet sich diese graphische Tachymetrie besonders für den Fall, daß die gesamte Aufnahme im Felde maßstäblich gezeichnet werden soll. Die Hauptnachteile des Meßtisches bestehen darin, daß der Meßtisch weniger bequem zu befördern und weniger bequem aufzustellen ist als der Tachymetertheodolit, daß die Meßtischplatte beim Begehen des Geländes zur Vornahme der erforderlichen Einzeichnungen unhandlich ist, daß die Aufnahme mit Rücksicht auf die Zeichnung stark von der Witterung abhängig ist, und daß die genaue Ausführung der Zeichnung im Feld eine große Übung und Sicherheit erfordert.

Ob man die Theodolittachymetrie oder die Meßtischtachymetrie anwendet, ist abhängig von der vorhandenen Übung und ist bis zu einem gewissen Grad eine Geschmackssache. Trotzdem kann man sagen, daß man die Meßtischtachymetrie möglichst nur dann verwendet, wenn jeder einzelne Instrumentstandpunkt weitgehend ausgenutzt werden kann und ein Begehen des Geländes nicht oder doch nur in geringem Umfang erforderlich ist. Steht als Grundlage für die Aufnahme eine Katasterkarte in großem Maßstab — 1:2500 oder 1:5000 — zur Verfügung, so verwendet man am besten den Tachymetertheodolit; der Meßtisch kommt dann nur zur Aufnahme von übersichtlichen und weitparzellierten Teilen in Frage.

Mit Rücksicht auf die Ausführung der Zeichnung ist die Wahl des Aufnahmeverfahrens auch vom Maßstab abhängig, in dem die Aufnahme ausgearbeitet werden soll; von diesem Gesichtspunkt aus ist die Meßtischtachymetrie besonders für Aufnahmen in kleinen Maßstäben zu empfehlen. Mit Rücksicht auf den Maßstab eignet sich die Meßtischtachymetrie besonders für Aufnahmen in 1:25000, 1:10000 und noch 1:5000; die Theodolittachymetrie kommt besonders für Aufnahmen in 1:2500, 1:5000 und noch 1:10000 in Frage.

Da man jede topographische Karte als Grundlage zur Herstellung einer Karte in kleinerem, aber nicht zu einer in größerem Maßstab verwenden kann, so empfiehlt es sich, den Aufnahmemaßstab von Anfang an möglichst groß zu wählen. Je größer der Maßstab einer Karte gewählt wird, desto größere Verwendungsmöglichkeit wird die Karte haben. Zu beachten ist auch, daß die Aufnahme in einem kleinen Maßstab — 1:25000 und 1:10000 — eine größere Übung erfordert als eine solche in größerem Maßstab — 1:2500 und 1:5000.

## 2. Die Aufnahme des Grundrisses.

Die Aufnahme des Grundrisses besteht in der Aufnahme der Bahnen, Straßen, Wege, Gewässer, Grenzen zwischen verschiedener Bodenbewachsung, Wohnplätze und sonstigen topographischen Einzelheiten.

Bei den Bahnen hat man zu unterscheiden zwischen Haupt-, Neben- und Kleinbahnen, Straßenbahn, Seil- oder Schwebebahn und Förder- oder Wirtschaftsbahn. Im Zusammenhang mit den Bahnen hat man

insbesondere Bahnhöfe, steinerne und eiserne Brücken und Tunnel-  
eingänge aufzunehmen.

Die Straßen und Wege müssen bei der Aufnahme nach ihrer Benutzbarkeit eingeteilt werden in breite und gut gebaute Straßen, weniger breite und weniger gut gebaute Straßen, unterhaltene, für Personenkraftwagen jederzeit brauchbare Fahrwege, unterhaltene und weniger gute Fahrwege, Feld- und Waldwege, Fußwege und Knüppeldämme. Aufzunehmen sind Kunstbauten, wie Brücken und Stege; dabei ist zu unterscheiden, ob sie aus Stein, Eisen oder Holz sind.

Bei der Aufnahme der Gewässer hat man außer Quellen, Bächen, Flüssen, Kanälen, Seen und nassen Gräben besonders aufzunehmen Wasserfälle, Stromschnellen, Wehre, Schleusen, Pegel, Talsperren, Molen, Fährten, Brücken aus Stein, Eisen oder Holz, Durchlässe, Wasserbehälter, Brunnenstuben, Brunnen und dergleichen.

Bei den verschiedenen Bodenbewachungen hat man insbesondere zu unterscheiden zwischen Laubwald, Nadelwald, Mischwald, Heide, Acker, Wiese und Weingarten; regelmäßige oder unregelmäßige Baumpflanzungen und Gebüsche auf Heiden oder Wiesen sind besonders aufzunehmen.

Die Aufnahme von Wohnplätzen erfordert die Aufnahme von Straßen, Wegen, Gebäuden und Gärten. Bei geschlossenen Ortschaften ist besondere Sorgfalt auf die Aufnahme des Ortssaumes zu legen, wobei Einfriedigungen aus Stein, Holz, Eisen und Pflanzen zu unterscheiden sind; innerhalb von Ortschaften werden an Einfriedigungen nur hohe Park- und Kirchhofsmauern aufgenommen. Bei Kirchen und Kapellen wird die Lage des Turmes besonders angegeben. Außerhalb von Ortschaften liegende Gebäude, wie Schlösser, Forsthäuser, Fabriken, Mühlen und dergleichen sind besonders zu bezeichnen. Baumpflanzungen innerhalb von Ortschaften sind ihrer Lage und Dichte entsprechend aufzunehmen. Besonderer Wert ist auf die klare Hervorhebung der Hauptstraßen innerhalb der Ortschaften zu legen.

Das was an Einzelheiten aufzunehmen ist, richtet sich insofern nach dem Maßstab der herzustellenden Karte als man z. B. in 1:2500 mehr Einzelheiten zur Darstellung bringen kann als in 1:25000. An Einzelheiten kommen in Frage: Im Zusammenhang mit Bahnen, Straßen und Wegen stehende Baumpflanzungen, Gräben, Böschungen, Kunst- und Erdbauten; im Zusammenhang mit Gewässern Uferverkleidungen aus Stein, Holz oder Flechtwerk; außerdem Ruinen, Grabhügel, Schanzen, Ringwälle, Feldkreuze, größere freistehende Wegweiser, Denkmäler, Denksteine, Bildstöcke, Keller, Wart- und Aussichtstürme, einzelstehende und auf größere Entfernungen auffallende Bäume, Schächte, Stollen, Bohrlöcher, Eingänge zu Höhlen, Kalk- und Zementöfen, Köhlerplatten, Sand-, Lehm-, Mergel- und Kiesgruben, Gips- und Steinbrüche, Schutthalden, einzelne Felsblöcke, Steinriegel, Erdfälle, Felsen, Böschungen, Reihen und Gruppen von Bäumen und Gebüschen.

Die Aufnahme der im Grundriß darzustellenden Gegenstände geschieht durch Festlegung der erforderlichen Punkte und Linien mit dem Tachymetertheodolit, dem Meßtisch oder der Meßkammer; für ihre

zeichnerische Darstellung sind besondere Zeichen im Gebrauch, die aus den Musterblättern der in der Herstellung begriffenen Kartenwerke zu ersehen sind. Die Aufnahme des Grundrisses erfolgt bei Verwendung von Tachymetertheodolit oder Meßtisch zusammen mit der des Geländes; die Durchführung der Aufnahme wird deshalb mit der Geländeaufnahme besprochen.

Bildet eine zusammenhängende Katasterkarte — wie in Bayern und Württemberg — die Grundlage für die Aufnahme, oder kann die Grundlage durch entsprechende Zusammenarbeit von vorhandenen Katasterplänen geschaffen werden, so ist der Grundriß in der Hauptsache gegeben. Muß die Aufnahme auf Grund von einzelnen, punkt-, netz- oder zugweise bestimmten Punkten ausgeführt werden, und verwendet man dazu den Tachymetertheodolit oder den Meßtisch, so zeichnet man den Grundriß am besten sofort im Gelände maßstäblich auf; dies ist nicht erforderlich für den Fall, daß es sich um die Aufnahme eines nur kleinen Gebietes handelt.

### 3. Die Aufnahme und Darstellung der Geländeformen.

Die Aufnahme der Geländeformen ist vielfach der wichtigste und zeitraubendste Teil der ganzen Aufnahme; ihr Ziel besteht darin, die Geländeformen in Höhengichtlinien<sup>1</sup> zur Darstellung zu bringen.

Man kann die Höhengichtlinien entweder unmittelbar oder mittelbar bestimmen. Die unmittelbare Zeichnung der Schichtlinien ist nur möglich bei photogrammetrischer Aufnahme und Auswertung mit einem Zweibildinstrument; dabei wird die auf die betreffende N. N.-Höhe eingestellte „wandernde Marke“ in dem räumlich gesehenen Bild dem Gelände entlang geführt und die entsprechende Schichtlinie von dem Zeichenstift selbsttätig aufgezeichnet.

Bei der mittelbaren Bestimmung der Schichtlinien erhält man diese auf Grund einzelner, nach Lage und Höhe festzulegender Punkte; dabei können diese Punkte in der Höhe entweder beliebig oder auf den Schichtlinien selbst liegen. Die Bestimmung der Schichtlinien durch Aufsuchen und Festlegen von Schichtlinienpunkten im Gelände kommt für topographische Aufnahmen soviel wie nicht in Frage.

Werden, wie dies bei topographischen Aufnahmen üblich ist, die zur Ermittlung der Schichtlinien erforderlichen Punkte unabhängig von deren Höhe gewählt, so sind sie ihrer Lage nach im Gelände derart auszuwählen, daß durch sie allein die Geländeformen festgehalten werden; die Punkte müssen demnach dann so gewählt werden, daß durch sie alle für die Geländedarstellung wichtigen Punkte und Linien zum Ausdruck gebracht werden. Es müssen also insbesondere alle wichtigen Geländepunkte, wie Kuppen, Kessel und Sättel, und alle wichtigen Geländelinien, wie Rücken-, Mulden- und Gefällwechsellinien punktweise erfaßt und festgelegt werden. Sind diese die Hauptformen des Geländes zum Ausdruck bringenden Punkte und Linien bei flachen Formen nicht unmittelbar zu erkennen, so tritt an die Festlegung einzelner Punkte und Linien

<sup>1</sup> Eine Höhengichtlinie ist die Schnittlinie des Geländes mit einer Horizontalebene in bestimmter N. N.-Höhe.

die punktweise Festlegung eines Flächenstückes in der Umgebung einer Kuppe, eines Kessels oder eines Sattels bzw. eines Flächenstreifens entlang eines Rückens, einer Mulde oder einer Gefällwechsellinie.

Die Zeichnung der Höhengichtlinien auf Grund der den Geländeformen entsprechend gewählten Punkte erfordert die Bestimmung von Schichtlinienpunkten zwischen den aufgenommenen Punkten. Bei dieser Einschaltung eines Schichtlinienpunktes zwischen zwei aufgenommenen Geländepunkten muß man zunächst annehmen, daß das Gelände zwischen den zwei Punkten geradlinig verläuft; die lineare Einschaltung erfolgt dann mit Benutzung eines graphisch-mechanischen Hilfsmittels — in der Abb. 114 ist ein solches angedeutet

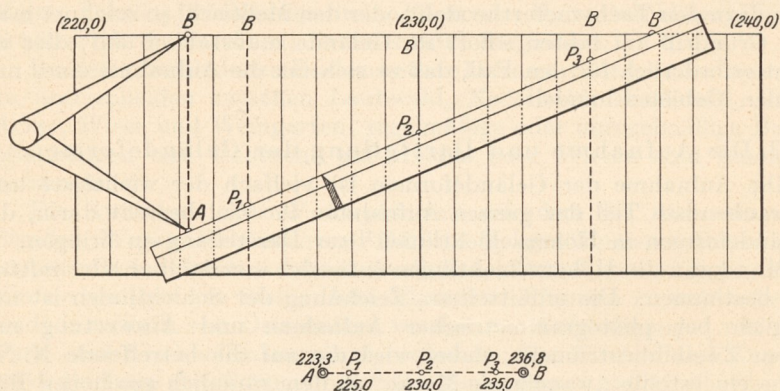


Abb. 114. Hilfsmittel zur linearen Einschaltung von Höhen.

— oder bei einiger Übung nach Augenmaß. Auf Grund der so bestimmten Schichtlinienpunkte erfolgt die Zeichnung der Schichtlinien selbst; dabei hat man aber zu beachten, daß bei der Aufnahme nicht so viele Punkte festgelegt werden können als zur genauen Bestimmung der einzelnen Schichtlinienpunkte notwendig wären, daß die aufgenommenen Punkte mit unvermeidlichen Fehlern behaftet sind und daß das Gelände zwischen den aufgenommenen Punkten in den seltensten Fällen vollständig geradlinig verläuft. Mit Rücksicht auf den letzteren Umstand liegen die Schichtlinien in den Mulden meist oberhalb und auf den Rücken meist unterhalb der durch lineare Einschaltung bestimmten Punkte.

Unterstützt wird die Zeichnung der Schichtlinien durch die im Gelände erkannten oder bei flachem Gelände aus den Schichtlinien sich ergebenden, als Geripplinien bezeichneten Rücken-, Mulden- und Gefällwechsellinien. Erleichtert wird die Schichtlinienzeichnung durch gelegentlich vorhandene „Leitlinien“; es sind dies Stücke von ihrer Höhe nach beliebig liegenden Hilfsschichtlinien, die durch mehrere aufgenommene, in der Höhe ganz oder nahezu übereinstimmende Punkte bestimmt sind (Abb. 115). Eine richtige Wiedergabe der Geländeformen erreicht man vielfach durch Verwendung von „Zwischen-

linien“; dies sind Stücke von in der Höhe beliebig<sup>1</sup> liegenden Hilfsschichtlinien (Abb. 116), die im einfachsten Fall durch einen aufgenommenen Punkt und zwei eingeschaltete Punkte bestimmt sind und eine ähnliche Rolle wie die Leitlinien spielen.

Bei einer topographischen Geländedarstellung soll das Gelände als Ganzes dargestellt werden; es handelt sich dabei um eine zusammenhängende, auch die Entstehung der Formen zum Ausdruck bringende Darstellung der Geländeformen. Die einzelne Höhenschichtlinie stellt nicht einfach die geometrische Schnittlinie der betreffenden Horizontalebene mit der Erdoberfläche vor, sondern muß als Teil des Ganzen sich diesem unterordnen; die einzelne Schichtlinie ist keine starre geometrische Linie, sondern muß sich den benachbarten Schichtlinien anpassen.

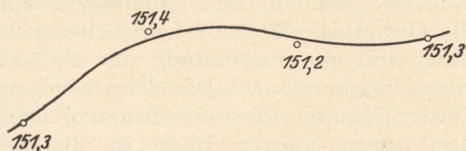


Abb. 115. Leitlinie für die Zeichnung von Höhenschichtlinien.

Welche Geländeformen man in Schichtlinien noch zur Darstellung bringen will, ist zunächst abhängig von dem Höhenabstand oder der Zahl der Schichtlinien und damit vom Maßstab der Karte; außerdem ist die Frage insofern abhängig von der Entstehung der Formen, als der morphologische Charakter des Geländes zum Ausdruck kommen muß. Eine allgemeine Vorschrift für das, was noch dargestellt werden soll, ist schwer zu geben; man kann aber immerhin sagen, daß nur solche Geländeformen noch wiedergegeben werden sollten, die durch mindestens zwei, besser drei Schichtlinien zum Ausdruck gebracht werden können; ist dies nicht möglich, so muß man weitere Schichtlinien einschalten oder — wenn dies der Maßstab bzw. die Lesbarkeit nicht erlaubt — muß man den betreffenden Geländeteil z. B. durch Anwendung von Schraffen darstellen, oder aber man muß auf seine Darstellung ganz verzichten.

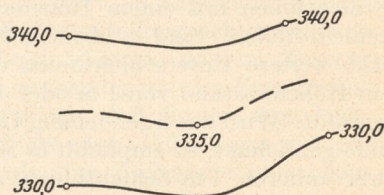


Abb. 116. Zwischenlinie für die Zeichnung von Höhenschichtlinien.

Die bei der gegenseitigen Anpassung der Schichtlinien, bestehend in einer Unterordnung der einzelnen Schichtlinie unter das Ganze, sich ergebenden Abweichungen der Schichtlinien von den geometrischen Schnittlinien mit dem Gelände müssen selbstverständlich im Einklang stehen mit dem Maßstab der Zeichnung, dem morphologischen Charakter des Geländes, den zufälligen Unregelmäßigkeiten des Geländes und den unvermeidlichen Fehlern der aufgenommenen Punkte.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich ohne weiteres, daß eine auf photographischem Wege mit Hilfe eines Zweibildinstruments gewonnene

<sup>1</sup> Um den Grundgedanken rasch erkennen zu lassen, wurde in der Abb. 116 eine Schichtlinie mit einer runden N. N.-Höhe gewählt.

Geländedarstellung in Schichtlinien, bei der jede Schichtlinie für die betreffende Höhe die Formen des Geländes mit allen Einzelheiten, Unregelmäßigkeiten und Zufälligkeiten zum Ausdruck bringt, eine Überarbeitung vom topographischen Standpunkt verlangt. Eine solche Überarbeitung von photogrammetrisch entstandenen Schichtlinien erfordert die Einzeichnung der aus den Schichtlinien sich ergebenden Rücken-, Mulden- und Gefällwechsellinien; diese Geripplinien bilden die Grundlage für die Überarbeitung, bei der der Maßstab der Zeichnung und die Entstehung der Geländeformen entsprechend zu berücksichtigen sind. Die Überarbeitung, die nicht einfach in einer Unterdrückung von sämtlichen Kleinformen bestehen darf, erfordert einen sicheren Blick für Geländeformen und morphologische Kenntnisse.

Die Wahl und damit die Zahl oder der Höhenabstand der zu zeichnenden Schichtlinien ist insbesondere abhängig vom Maßstab der Zeichnung, von den Neigungsverhältnissen des Geländes und von den morphologischen Verhältnissen; es müssen einerseits so viele Schichtlinien gezeichnet werden, als der Charakter der Geländeformen erfordert, es dürfen aber andererseits nicht mehr aufgenommen werden, als die Lesbarkeit der Karte zuläßt.

Bei den Maßstäben 1:2500, 1:5000, 1:10000 und 1:25000 sind Schichtlinien mit einem Höhenabstand von 20 m, 10 m und 5 m allgemein üblich. Sind in ebenem Gelände und bei entsprechendem Maßstab weitere Unterschichtlinien erforderlich, so wird hierfür entweder ein Höhenabstand von 1 m oder besser 2,5 m bzw. 1,25 m bzw. 0,625 m gewählt. Wird aus irgendeinem Grunde an einer Stelle eine 1 m-Schichtlinie gezeichnet, so empfiehlt es sich, in derselben Ausdehnung auch die drei anderen 1 m-Schichtlinien zwischen den beiden einschließenden 5 m-Schichtlinien zu zeichnen.

Die einzelnen Schichtlinien sind durch verschiedene Stricharten zu unterscheiden; z. B. in der Weise, daß man die 10 m-Linien durch eine volle, die 5 m-Linien durch eine langgerissene und die 2,5 m-Linien durch eine kurzgerissene Linie darstellt.

#### 4. Die Ausführung von Geländeaufnahmen.

Bei der Aufnahme der Geländeformen mit Benutzung des Tachymetertheodolits oder des Meßtisches kann man zwei Arten der Aufnahme unterscheiden; bei der einen Art wird die Geländedarstellung auf Grund der aufgenommenen Punkte im Felde durchgeführt, bei der anderen Art werden die Schichtlinien erst später im Zimmer gezeichnet. Beide Arten haben ihre Vorteile und Nachteile.

Eine im Felde, also im unmittelbaren Anblick des Geländes ausgeführte Geländedarstellung liefert zweifellos eine der Wirklichkeit näher kommende, naturgetreuere Wiedergabe der Geländeformen als eine im Zimmer in der Hauptsache auf Grund der aufgenommenen Punkte ausgeführte. Eine im Felde durchgeführte Geländedarstellung erfordert im allgemeinen weniger festzulegende Punkte als eine im Zimmer durch-

zuführende<sup>1</sup>; insbesondere werden Fehler bei der Aufnahme einzelner Punkte bei der Schichtlinienzeichnung im Felde bei entsprechender Aufmerksamkeit sofort erkannt; bei der Bearbeitung im Zimmer ist dies nicht immer der Fall. Erfolgt die Schichtlinienzeichnung im Zimmer, so kann man zeitraubende und kostspielige Nachmessungen nur dadurch umgehen, daß man so viele Punkte aufnimmt, daß ein gelegentlich als fehlerhaft erkannter Punkt ohne Schaden weggelassen werden kann. Der Hauptnachteil der im Felde durchgeführten Geländedarstellung besteht darin, daß sie bei der Feldarbeit mehr Zeit beansprucht und damit u. U. größere Kosten verursacht. Die Zeichnung der Schichtlinien im Felde empfiehlt sich deshalb nur für den Fall, daß die Geländeformen im Gelände wirklich zu erkennen sind. Im dichten Wald und in einem Gelände mit nur geringen Höhenunterschieden, wo die Formen des Geländes kaum oder gar nicht zu erkennen sind, überdeckt man das Gelände gleichmäßig mit Punkten und zeichnet auf Grund dieser Punkte die Schichtlinien zu Hause.

Bis zu einem gewissen Grad ist die Art der Aufnahme abhängig von dem Maßstab, in dem die Schichtlinienzeichnung auszuführen ist. Bei einem kleinen Maßstab muß man sich bei der Aufnahme der Geländeformen sowie des Grundrisses mit weniger festzulegenden Punkten begnügen als bei einem großen Maßstab; bei einem kleinen Maßstab — insbesondere 1:25 000, aber auch noch 1:10 000 — empfiehlt es sich, die ganze, auf den Grundriß und die Geländedarstellung sich beziehende Zeichnung im Felde so weit in Blei durchzuführen, daß im Zimmer nur noch eine Überzeichnung in Tusche notwendig ist. Im Zusammenhang hiermit ist nochmals darauf hinzuweisen, daß die mit dem Meßtisch durchzuführende Aufnahme in 1:25 000 oder 1:10 000 eine größere Geschicklichkeit und Übung erfordert als eine Aufnahme in großem Maßstab.

Da es auch für den geübten Aufnehmer im allgemeinen leichter ist, in einem bestimmten Geländepunkt die senkrecht zu den Höhenschichtlinien verlaufende Richtung des größten Gefälles oder die „Abfallrichtung“ anzugeben als die Schichtlinie selbst, so kann man die Aufnahme des Geländes auch in der Weise durchführen, daß man im Gelände in jedem in der Zeichnung festgelegten Punkt die Abfallrichtung angibt. Die mehr Zeit in Anspruch nehmende Zeichnung der Schichtlinien kann dann im Zimmer auf Grund der aufgenommenen Punkte, Geripplinien und Abfallrichtungen ausgeführt werden; die Verwendung von Abfallrichtungen erleichtert die Schichtlinienzeichnung wesentlich.

Den vorstehenden Ausführungen entsprechend werden im folgenden drei Aufnahmearten unterschieden und besprochen.

a) **Die Höhenschichtlinien werden im Gelände gezeichnet.** Nach dem Gesagten kommt diese Art der Aufnahme nur für übersichtliches und nicht zu flaches Gelände in Frage, dessen Formen leicht zu erkennen sind. Die Durchführung der Aufnahme erfordert die sofortige genaue Ein-

<sup>1</sup> Dabei darf aber nicht vergessen werden, daß die richtige Lage der Schichtlinien in der Zeichnung nur durch eine genügende Zahl von festgelegten Punkten erreicht wird.

tragung der einzelnen festgelegten Punkte. Die Aufnahme wird am besten von einem Topograph mit einem oder zwei Gehilfen ausgeführt; jeder Gehilfe hat eine Tachymeterlatte, die er in den festzulegenden Punkten aufzuhalten hat.

Der Vorgang bei der Aufnahme ist für einen Instrumentstandpunkt nach dessen Festlegung nach Lage und Höhe bei Verwendung des Tachymetertheodolits der folgende: Den Gehilfen werden vom Standpunkt des Instruments aus unter gleichzeitiger Beschreibung und Erklärung der Gelände- und Grundrißformen diejenigen Punkte angegeben, in denen sie die Latte zwecks Festlegung der Punkte aufzuhalten haben. Die Gehilfen halten hierauf in jedem Punkt die Latte auf und bezeichnen nach Ausführung der erforderlichen Messungen durch den Topographen die Punkte derart, daß sie leicht wieder auffindbar sind. Der Topograph macht am Instrument die auf jeden Punkt sich beziehenden Ablesungen und Rechnungen und trägt jeden Punkt mit seiner N. N.-Höhe in die Zeichnung ein. Sind alle im Umkreis in Frage kommenden Punkte nach Lage und Höhe festgelegt, so begeht der Topograph über die aufgenommenen Punkte das Gelände und zeichnet dabei die Schichtlinien und den Grundriß. Die Größe des von einem Standpunkt aus aufzunehmenden Gebietsstückes richtet sich nach der Erkennbarkeit der Geländeformen vom Standpunkt aus; im allgemeinen wird man nicht mehr als etwa 200 m gehen können.

Verwendet man den Meßtisch, bei dem wegen der Schwerfälligkeit des Instruments jeder Standpunkt möglichst ausgenützt werden muß, so geht man bei einem Standpunkt in der Entfernung der aufzunehmenden Punkte bis zu 400 m. Da man auf eine so große Entfernung die Geländeformen vom Standpunkt des Instruments aus dem Gehilfen nicht mehr angeben kann, so ist vor der Aufnahme der Punkte eine Begehung des Geländes erforderlich, bei der dem Gehilfen die Punkte angegeben und erforderlichenfalls bezeichnet werden; bei einem eingearbeiteten und interessierten Gehilfen genügt eine teilweise Begehung. Im übrigen erfolgt die Aufnahme wie bei Verwendung des Tachymetertheodolits, bei dem die Richtungen nach den festzulegenden Punkten am Instrument abgelesen und dann mit einem Winkelmesser in die Zeichnung eingetragen werden, während beim Meßtisch die Richtungen unmittelbar der Linealkante der Kippregel entlang gezeichnet werden.

**b) Die Höhenschichtlinien werden an Hand der im Gelände aufgenommenen Abfallrichtungen im Zimmer gezeichnet.** Auch diese Art der Aufnahme kommt nur für ein Gelände in Frage, dessen Formen zu erkennen sind; sie unterscheidet sich von der Aufnahmeart, bei der die Schichtlinien im Gelände gezeichnet werden, nur darin, daß an Stelle der Schichtlinien die Abfallrichtungen im Gelände in die Zeichnung eingetragen werden. Voraussetzung für die Einzeichnung der Abfallrichtung in einem Punkt ist, daß der Punkt seiner Lage nach genau in der Karte festliegt. Da die N. N.-Höhe des Punktes zur Angabe der Abfallrichtung nicht erforderlich ist, so kann sie später im Zimmer berechnet werden. Die Aufnahme wird von einem Topograph am besten mit zwei Gehilfen durchgeführt.

Das Einzeichnen der Abfallrichtung in einem bestimmten Punkt erfordert die Einrichtung der Zeichnung zum Grundriß; dies ist unter Heranziehung eines Gehilfen mit Benutzung eines anderen im Grundriß festliegenden und im Gelände unzweideutig sichtbaren Punktes — z. B. des Instrumentstandpunkts — in einfacher Weise möglich.

Die Einzeichnung der Abfallrichtungen ist besonders dann zu empfehlen, wenn als Grundlage für die Aufnahme eine Katasterkarte zur Verfügung steht, die unter Umständen eine große Zahl ihrer Lage nach festliegenden Punkte enthält; man hat dann die Möglichkeit, die Abfallrichtungen auch in solchen Punkten anzugeben, deren Höhe nicht bestimmt worden ist oder nur durch besondere Instrumentaufstellungen zu bestimmen wäre.

c) Die Höhenschichtlinien werden im Zimmer gezeichnet. Hier müssen die aufgenommenen Punkte im Gelände nicht genau in die Zeichnung eingetragen werden; es genügt ein ungefährer Eintrag in einen Feldriß oder eine Feldkarte, der aber überall — besonders in unübersichtlichem Gelände wie im Wald — so genau auszuführen ist, daß die Verteilung der Punkte über das aufzunehmende Gebiet einwandfrei zu erkennen ist, so daß insbesondere nicht der Fall eintritt, daß einzelne Geländeteile überhaupt nicht erfaßt worden sind von Punkten. Wichtig ist, daß die im Feldriß eingetragenen Punkte und die auf sie sich beziehenden, in einem Feldbuch eingeschriebenen Messungen übereinstimmend und einwandfrei numeriert sind, so daß bei der nachfolgenden Ausarbeitung der Aufnahme keine Verwechslungen auftreten.

Diese Art der Aufnahme empfiehlt sich insbesondere für den Fall, daß die Aufnahme auf Grund einer vorhandenen Grundrißaufnahme in Gestalt einer Katasterkarte ausgeführt werden kann; das Aufnahmeinstrument ist dann der Tachymetertheodolit.

Zur Erleichterung der später auszuführenden Schichtlinienzeichnung und zur Vermeidung von Versehen in der Messung, Rechnung und Zeichnung werden im Feldriß die erkennbaren Rücken-, Mulden- und Gefällwechsellinien eingezeichnet, sowie Kuppen-, Kessel- und Satteldbildungen in passender Form angedeutet. Werden die aufgenommenen Punkte im Feldriß ihrer Lage nach einigermaßen richtig eingetragen, so empfiehlt es sich, im Zusammenhang mit ihnen an möglichst vielen Stellen die Formen des Geländes durch „Formlinien“, das sind ihrer Höhe nach beliebig liegende Schichtlinien, anzudeuten.

Die Aufnahme kann insofern auf zwei verschiedene Arten durchgeführt werden, als entweder ein Topograph allein mit einem oder zwei Gehilfen arbeitet oder ein Topograph und ein Hilfstopograph zusammen, am besten dann mit zwei Gehilfen arbeiten.

Arbeitet ein Topograph allein, so ist der Vorgang bei der Aufnahme für jeden Instrumentstandpunkt der folgende: Nachdem der Standpunkt nach Lage und Höhe im Gelände markiert ist, liefern die vom Standpunkt aus erkennbaren Geländeformen beschrieben und die festzulegenden Punkte angegeben. Nach Ausführung der zur Festlegung der Punkte erforderlichen Messungen begeht der Topograph das Gelände und trägt dabei die von den Gehilfen leicht auffindbar be-

zeichneten Punkte mit einer der Messung entsprechenden Numerierung in die Karte ein, in der er zugleich die erkennbaren Geripp- und Formlinien sowie das für den Grundriß Erforderliche angibt.

Arbeiten ein Topograph und ein Hilfstopograph zusammen, so bedient der letztere das Instrument und führt an ihm die erforderlichen Messungen, Ablesungen und Aufschreibungen aus<sup>1</sup>; der Topograph begeht unter Ausnutzung der Reichweite des Instruments das Gelände, gibt den Gehilfen die aufzunehmenden Punkte an, trägt diese mit einer den Aufschreibungen am Instrument entsprechenden Numerierung in die Karte ein und macht die auf die Geländeformen und den Grundriß sich beziehenden Aufzeichnungen.

Die Entscheidung darüber, ob besser ein Topograph allein arbeitet, oder ob die Zusammenarbeit von einem Topograph mit einem Hilfstopograph zu empfehlen ist, richtet sich nach der Übersichtlichkeit des Geländes und nach dem Umfang der vorhandenen Grundrißgrundlage. Die gemeinsame Arbeit von einem Topograph und einem Hilfstopograph empfiehlt sich nur bei übersichtlichem, freiem Gelände, wo man von jedem Standpunkt aus ein möglichst großes Gebiet — bis zu 400 m im Umkreis — aufnehmen kann, und nur für den Fall, daß — wie in engparzelliertem Gelände — die vorhandene Grundlage so viel im Grundriß festliegende Punkte enthält, daß der Eintrag der aufzunehmenden Punkte und der auf die Geländeformen sich beziehenden Linien in einfacher Weise möglich ist. Die Ausführung der Aufnahme durch nur einen Topographen kommt insbesondere dann in Frage, wenn — wie im Wald, in Baumgütern und in einem Gelände mit tiefen Einschnitten — von jedem Instrumentstandpunkt aus nur wenige Punkte festgelegt werden können, und wenn — wie in weitparzelliertem Gelände — die vorhandene Kartengrundlage nur wenige Anhaltspunkte zum ungefähren Eintrag der Punkte und Linien enthält. Die Aufnahme erfolgt dann am besten mit Hilfe von Bussolenzügen, wobei die Bussolenteilung zweckmäßigerweise so gedreht bzw. eingestellt wird, daß die mit der Magnetnadel abgelesenen Richtungswinkel von Parallelen zum Kartenrand aus gemessen sind.

Die Zahl der aufzunehmenden Punkte ist abhängig von den Formen des Geländes, vom Maßstab der Schichtlinienzeichnung, von dem Aufnahmeverfahren und von der Geschicklichkeit und Erfahrung des Topographen. Je kleiner und vielgestaltiger die Formen des Geländes sind, desto mehr Punkte sind als Grundlage für die Schichtlinienzeichnung erforderlich. Je kleiner der Maßstab ist, desto weniger Kleinformen des Geländes kann man wiedergeben und desto weniger Punkte braucht man. Werden die Schichtlinien im Gelände gezeichnet, so kommt man mit weniger Punkten aus, als wenn die Schichtlinien im Zimmer gezeichnet werden. Ein erfahrener, mit der Geländedarstellung in Schichtlinien vertrauter und morphologisch geschulter Topograph braucht weniger Punkte für die Schichtlinienzeichnung als ein Anfänger

<sup>1</sup> Die mit dem Instrument auszuführenden Arbeiten erfordern keinen eigentlichen Topographen; sie werden deshalb von einer entsprechend ausgebildeten Hilfskraft ausgeführt.

oder ein solcher, der von der Entstehung der Geländeformen nichts weiß. Bei Aufnahmen in den Maßstäben 1:2500 und 1:5000 wählt man die Punkte im allgemeinen in Abständen von 40—60 m.

Hat man bei der topographischen Aufnahme eines Gebietes freies Feld und Wald aufzunehmen, so beginnt man, wenn möglich, mit der Aufnahme des Feldes; es hat dies den Vorteil, daß bei der Aufnahme des Waldes der Waldrand bereits festgelegt ist, und daß insbesondere bei der Feldaufnahme am Waldrand auf tachymetrischem Wege Festpunkte geschaffen werden, die bei den zur Waldaufnahme erforderlichen Bussolenzügen als Anschlußpunkte benutzt werden können. Bei der Aufnahme des freien Feldes wählt man die ersten Instrumentstandpunkte am besten so, daß man aus den Ecken des aufzunehmenden Gebietes heraus arbeitet; würde man in der Mitte des Gebietes beginnen, so entsteht leicht der Nachteil, daß man zum Aufnehmen der zuletzt noch fehlenden Ecken und Ränder sehr viel Instrumentaufstellungen nötig hat. Bei der Aufnahme des Waldes hat man insbesondere zu beachten, daß man vom Großen ins Kleine arbeiten soll, und daß die Bussolenzüge am besten langgestreckt verlaufen. Dabei können Punkte, die bei schon gemessenen Zügen festgelegt wurden, als Anschlußpunkte benutzt werden.

##### 5. Die Genauigkeit und die Prüfung einer Geländedarstellung in Schichtlinien.

Von jeder Geländedarstellung in Schichtlinien muß man verlangen, daß die einzelnen Schichtlinien nicht nur Formlinien sind und als solche nur die Form des Geländes zum Ausdruck bringen, sondern daß sie ihrer Lage nach richtig liegen, so daß für jeden Punkt des Grundrisses die N. N.-Höhe zwischen den beiden nächstgelegenen Schichtlinien abgelesen werden kann. Die Schichtlinien müssen demnach einer bestimmten Genauigkeitsanforderung genügen.

Die Genauigkeit einer Geländedarstellung in Schichtlinien wird angegeben durch den mittleren Fehler  $\mu$  der durch die Schichtlinien bestimmten Höhe irgendeines Punktes. Dieser mittlere Fehler ist abhängig vom Maßstab der Darstellung und insbesondere vom Neigungswinkel  $\alpha$  des Geländes; er läßt sich angeben durch eine Gleichung von der Form

$$\mu = \pm (c + k \operatorname{tg} \alpha)$$

oder, wenn  $a$  den Abstand von zwei Schichtlinien mit dem Höhenunterschied  $h$  bedeutet, durch die Gleichung

$$\mu = \pm \left( c + k \frac{h}{a} \right).$$

Eingehende Untersuchungen<sup>1</sup> haben ergeben, daß man bei Aufnahmen im Maßstab 1:2500 als mittleren Fehler einhalten kann

im freien Feld  $\mu = \pm (0,3 + 4 \operatorname{tg} \alpha)$  Meter,

im Wald  $\mu = \pm (0,4 + 5 \operatorname{tg} \alpha)$  Meter.

<sup>1</sup> Vgl. Egerer, A.: Untersuchungen über die Genauigkeit der topographischen Landesaufnahme von Württemberg im Maßstab 1:2500. Stuttgart 1915.

Danach wurde für die topographische Aufnahme in Württemberg in 1:2500 als Fehlergrenze  $\mu_{\max}$  festgesetzt

$$\text{für freies Feld } \mu_{\max} = \pm (0,8 + 12 \operatorname{tg} \alpha) \text{ Meter,}$$

$$\text{für Wald } \mu_{\max} = \pm (1,0 + 15 \operatorname{tg} \alpha) \text{ Meter.}$$

Vom deutschen Beirat für das Vermessungswesen wurde für die Topographische Grundkarte 1:5000 als mittlerer Fehler

$$\mu = \pm (0,4 + 5 \operatorname{tg} \alpha) \text{ Meter}$$

und als äußerste, noch zulässige Fehlergrenze

$$\mu_{\max} = \pm (1,0 + 15 \operatorname{tg} \alpha) \text{ Meter}$$

festgesetzt.

Nach Untersuchungen von C. Koppe, E. Hammer und H. Müller<sup>1</sup> beträgt bei Aufnahmen in 1:10 000 und noch 1:25 000 der zu erwartende mittlere Fehler

$$\mu = \pm (0,5 + 5 \operatorname{tg} \alpha) \text{ Meter,}$$

so daß man für diese Maßstäbe als Fehlergrenze

$$\mu_{\max} = \pm (1,5 + 15 \operatorname{tg} \alpha) \text{ Meter}$$

annehmen kann.

Um beurteilen zu können, ob eine Geländedarstellung in Schichtlinien der an sie gestellten Genauigkeitsanforderung genügt, muß man sie einer Prüfung unterwerfen. Eine solche Prüfung besteht im Grundgedanken darin, daß man für eine Anzahl, bei verschiedenen Neigungen des Geländes ausgewählter Punkte die N. N.-Höhen einerseits durch Ablesen zwischen den zu prüfenden Schichtlinien und andererseits durch besonders sorgfältig ausgeführte Messungen bestimmt, wobei die letzteren als fehlerfrei angenommen werden, so daß die Unterschiede von je zwei zusammengehörigen Höhen nahezu die tatsächlichen oder wahren Fehler der zu untersuchenden Geländedarstellung vorstellen. Ein Vergleich der so ermittelten Fehler mit den oben angegebenen mittleren Fehlern und Fehlergrenzen zeigt dann, wieweit diese eingehalten sind. Steht eine größere Zahl von Punkten in möglichst verschieden geneigtem Gelände zur Verfügung, so kann man die ihnen entsprechenden Fehler dem Geländeneigungswinkel  $\alpha$  oder dem Schichtlinienabstand  $a$  entsprechend ordnen und in den Gleichungen

$$\mu = \pm (c + k \operatorname{tg} \alpha) \quad \text{bzw.} \quad \mu = \pm \left( c + k \frac{h}{a} \right)$$

die Größen  $c$  und  $k$  bestimmen.

Der Lage der zu einer Prüfung benutzten Punkte entsprechend kann man die Prüfung punktweise, linienweise oder flächenweise ausführen.

Bei der punktweisen Prüfung werden die für die Prüfung erforderlichen Punkte nach Lage und Höhe beliebig, aber so gewählt, daß sie bei der Prüfungsmessung nach Lage und Höhe einwandfrei und bequem mit der erforderlichen Genauigkeit zu bestimmen sind. Man wählt die Punkte deshalb im einfachsten Fall in der Nähe von horizontal

<sup>1</sup> Müller, H.: Über den zweckmäßigsten Maßstab topographischer Karten. Heidelberg 1913.

und vertikal bekannten Festpunkten, von denen aus sie leicht und sicher zu bestimmen sind. Man erhält die erforderlichen Punkte auch mit Hilfe eines Polygonzuges zwischen zwei Festpunkten mit bekannten Koordinaten; dabei werden für die Zugeckpunkte die Koordinaten berechnet, so daß sie sicher in die Karte eingetragen werden können, und die N. N.-Höhen durch Nivellieren bestimmt.

Die linienweise Prüfung kann man entweder mit Hilfe von Vertikalschnitten oder mit Hilfe von Horizontalschnitten vornehmen. Verwendet man Vertikalschnitte, so legt man diese so im Gelände, daß ihre Horizontalspur im Grundriß ungefähr senkrecht zu den Schichtlinien verläuft. Die einzelnen Punkte eines solchen Vertikalschnitts können horizontal als Eck- und Zwischenpunkte eines zwischen zwei Festpunkten verlaufenden Polygonzuges festgelegt werden; ihre N. N.-Höhen werden am besten durch Nivellieren bestimmt. Die Verwendung von Horizontalschnitten besteht darin, daß man einzelne Schichtlinien im Gelände aufsucht; man bestimmt dabei in einem dem Maßstab der Schichtlinienzeichnung angepaßten, ungefähr gleichen Abstand einzelne Punkte der betreffenden Schichtlinie und legt sie z. B. durch rechtwinklige Koordinaten auf einen gut gemessenen, zwischen zwei Festpunkten verlaufenden Polygonzug fest.

Die flächenweise Prüfung einer Geländedarstellung in Schichtlinien besteht darin, daß man für das zur Prüfung ausgewählte Gebiet die Aufnahme der Schichtlinien ein zweites Mal mit erhöhter Sorgfalt durchführt, und dabei insbesondere eine viel größere Zahl von Punkten im Gelände durch Messung festlegt<sup>1</sup>. Die für die Prüfung erforderlichen Punkte erhält man dadurch, daß man die beiden Aufnahmen je mit einem genau übereinstimmend liegenden, dem Maßstab der Zeichnung entsprechenden Quadratnetz überzieht und für die Netzeckpunkte die N. N.-Höhe in beiden Aufnahmen zwischen den Schichtlinien abliest.

Die flächenweise Prüfung ist die durchgreifendste; sie ist aber weniger sicher als die punktweise und linienweise. Die einfachste und genaueste Prüfung ist die punktweise; sie bietet auch den Vorteil, daß man die Prüfpunkte bequem unter verschiedenen Neigungswinkeln wählen kann. Die punktweise Prüfung setzt aber voraus, daß genügend viele horizontal und vertikal festliegende Punkte vorhanden sind; das erstere ist bei Aufnahmen auf Grund von Katasterkarten im allgemeinen der Fall.

## C. Die Entstehung der Geländeformen.

Bearbeitet von Ministerialrat Dr.-Ing. H. Müller, Direktor des Landesvermessungsamts, Darmstadt.

### 1. Allgemeines.

Für eine naturwahre Geländedarstellung in topographischen Karten ist die Kenntnis der auf der Erdoberfläche gestaltend wirkenden Kräfte

<sup>1</sup> Mit Rücksicht auf die größere Zahl der aufgenommenen Punkte kann man die neue Aufnahme in einem größeren Maßstab ausarbeiten als im Maßstab der zu prüfenden Karte; man verkleinert dann die Ausarbeitung auf photographischem Wege.