

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 μ der durch die Schichtlinien bestimmten Höhe irgendeines Punktes. Dieser mittlere Fehler ist abhängig vom Maßstab der Darstellung und insbesondere vom Neigungswinkel α 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 Untersuchungen¹ 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.

¹ 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. Müller¹ 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 α 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

¹ 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 festlegt¹. 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

¹ 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.