

Bild verfolgen; die Schichtlinie wird dabei von dem Zeichenstift aufgezeichnet¹.

Die von verschiedenen Seiten ausgeführten Genauigkeitsuntersuchungen haben einwandfrei ergeben, daß insbesondere bei der Geländedarstellung in Höhenschichtlinien das Ergebnis einer stereophotogrammetrisch durchgeführten Aufnahme ebenso genau ist wie dasjenige einer Aufnahme mit dem Tachymetertheodolit oder mit dem Meßtisch.

3. Luftphotogrammetrie.

Die Luftphotogrammetrie unterscheidet sich von der Erdphotogrammetrie bei der Aufnahme darin, daß die Bildebenen nicht in eine bestimmte Lage gebracht werden können, sondern im Augenblick der Aufnahme beliebig im Raum liegen. Eine besondere Rolle spielt deshalb bei der Luftphotogrammetrie die Ermittlung der äußeren Orientierung des einzelnen Bildes; sie besteht in der Bestimmung der Lage des Objektivhauptpunktes, der Kammerachse und der Bildachsen für den Augenblick der Aufnahme.

Die Ermittlung der äußeren Orientierung eines Bildes setzt voraus, daß bei bekannter innerer Orientierung das Bild mindestens drei, nach Lage und Höhe gegebene Festpunkte enthält; sie zerfällt in die Bestimmung der ebenen Koordinaten und der N.N.-Höhe des Aufnahmeorts, des Richtungswinkels der Horizontalprojektion der Kammerachse oder der „Aufnahmerichtung“, des „Neigungswinkels“ der Kammerachse und des „Verkantungswinkels“ der Bildachsen gegen die Horizontale.

Bei der Bestimmung der Koordinaten x , y und z des Aufnahmeorts S (Abb. 82) auf Grund der gegebenen Koordinaten (x_a, y_a, z_a) , (x_b, y_b, z_b)

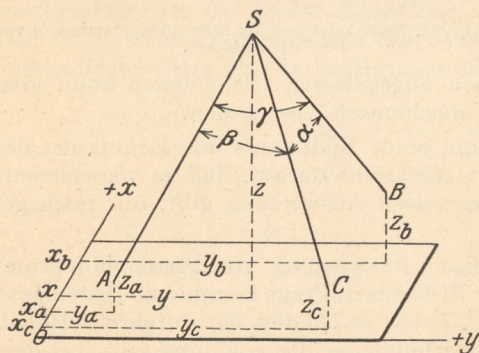


Abb. 82. Grundgedanke des Rückwärtseinschnittens im Raum mit Hilfe von Positionswinkeln.

und (x_c, y_c, z_c) der Festpunkte A , B und C handelt es sich um ein Rückwärtseinschneiden im Raum mit Hilfe der drei Positionswinkel α , β und γ , die bei bekannter innerer Orientierung des Bildes — Hauptpunkt H und Bildweite $OH = f$ (Abb. 83) — durch die Bildpyramide $O, A'B'C'$ bestimmt sind und in dieser z. B. mit Benutzung eines Bildtheodolits unmittelbar gemessen werden können.

Die Lösung der Aufgabe kann man graphisch, graphisch-numerisch, numerisch oder mechanisch vornehmen. Die mechanische Lösung geschieht mit Hilfe eines Auswertungsinstruments — Aerokartograph oder Stereoplanigraph —; sie besteht darin, daß man durch systematische Versuche oder durch allmähliche Annäherung der Bildplatte im Instrument

¹ Der Stereoaograph wurde deshalb auch schon als Schichtlinienzeichner bezeichnet.

eine solche Lage gibt, die derjenigen entspricht, die sie im Augenblick der Aufnahme im Raum hatte. Die mechanische Lösung mit Hilfe des Aerokartographen oder des Stereoplanigraphen bietet den Vorteil, daß man zwei zusammengehörige Bildplatten gemeinsam im Instrument einpassen, also zwei Aufnahmeorte zugleich bestimmen kann, und daß dann für beide Bilder die gesamte äußere, am Auswertungsinstrument im einzelnen ablesbare Orientierung bestimmt ist. Die Aufgabe des gemeinsamen Rückwärtseinschneidens von zwei Punkten im Raum kann mechanisch mit einem Auswertungsinstrument bedeutend rascher gelöst werden als nach einem anderen Verfahren; die numerischen und graphisch-numerischen Lösungen haben deshalb nur noch theoretisches Interesse.

Die Festlegung von Neupunkten auf Grund von zwei Bildern mit bekannter äußerer Orientierung kann entweder nach dem Verfahren der Einschnaidephotogrammetrie oder dem der Stereophotogrammetrie ausgeführt werden. Das Einschnaideverfahren, bei dem man die zur Festlegung der Neupunkte erforderlichen Horizontal- und Vertikalwinkel mit Hilfe des Bildtheodolits den Bildern entnehmen kann, wird nur noch ganz ausnahmsweise angewandt; die Stereophotogrammetrie bietet den Vorteil, daß man bei Benutzung des Aerokartographen oder des Stereoplanigraphen die Bilder nicht nur punktweise, sondern auch linienweise auswerten kann.

Bei den beiden wichtigsten Instrumenten zur stereophotogrammetrischen Auswertung von Bildpaaren, dem Aerokartograph von Aerotopograph G. m. b. H. und dem Stereoplanigraph von C. Zeiß, ist eine räumlich gesehene und räumlich bewegbare Marke vorhanden, deren Einstellungen auf einen mit ihr verbundenen Zeichenstift selbsttätig übertragen werden. Die Einrichtung ist ähnlich wie beim Stereautograph derart, daß mit der im Gesichtsfeld bewegbaren Marke jede Linie in dem stereoskopisch gesehenen Bild verfolgt werden kann; der Zeichenstift zeichnet dabei die Horizontalprojektion der betreffenden Linie selbsttätig auf. Insbesondere kann man auch hier die bewegbare Marke auf eine bestimmte N. N.-Höhe ein- und feststellen; verfolgt man dann die entsprechende Höhenschichtlinie mit der Marke in dem räumlich gesehenen Bild, so wird von dem Zeichenstift die Schichtlinie aufgezeichnet.

Auch für stereophotogrammetrische Aufnahmen aus der Luft haben eingehende, von verschiedenen Seiten ausgeführte Untersuchungen gezeigt, daß die Ergebnisse in bezug auf die Genauigkeit von Grundriß und Geländedarstellung den mit dem Tachymetertheodolit und dem Meßtisch ausgeführten Aufnahmen mindestens gleichkommen.

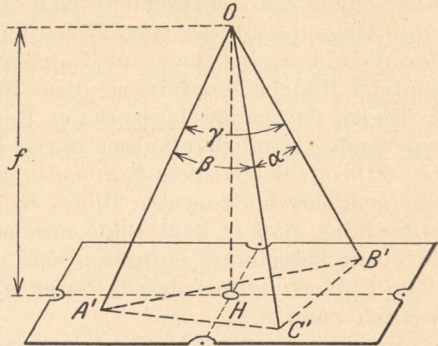


Abb. 83. Die Bildpyramide beim Rückwärtseinschneiden im Raum.

In einem Gelände mit geringen Höhenunterschieden versagt das stereophotogrammetrische Auswertungsverfahren bei der Bestimmung der N. N. -Höhen einzelner Punkte und insbesondere bei der Aufsuchung von Höhenschichtlinien. Die photogrammetrische Aufnahme eines Gebietes mit geringen Höhenunterschieden führt man deshalb in der Weise aus, daß man vom Luftfahrzeug aus Bilder mit nahezu horizontaler Bildebene aufnimmt, diese Bilder mit einem Einbildinstrument in Bilder mit genau horizontaler Bildebene umformt, und die so sich ergebende Grundrißaufnahme durch Höhenmessungen mit dem Tachymetertheodolit oder dem Barometer ergänzt. Für die Umformung eines nur genähert horizontalen Bildes in ein genau horizontales Bild ist es notwendig, daß in dem Bilde mindestens drei, nach Lage und Höhe gegebene Festpunkte enthalten sind, mit deren Hilfe die Bildplatte in dem Entzerrungsinstrument durch systematische Versuche eingepaßt werden kann.

In ganz ebenem Gelände legt man Punkte und Linien ihrer Lage nach mit nahezu horizontal aufgenommenen Bildern fest, die man mit Hilfe eines Entzerrungsinstruments zu genau horizontalen Bildern umformt.

Die zum Einpassen der Meßbilder im Auswertungsinstrument oder zur Bestimmung ihrer äußeren Orientierung erforderlichen Paßpunkte können entweder nach der Herstellung der Bilder durch entsprechende Messungen im Gelände oder auch photogrammetrisch mit Hilfe der Bilder selbst horizontal und vertikal festgelegt werden¹.

D. Meßverfahren für flüchtige Aufnahmen.

Bei der Ausführung von flüchtigen Aufnahmen, also von Aufnahmen mit geringerer Genauigkeit oder von Aufnahmen zu Ausarbeitungen in kleineren Maßstäben², bei denen die Anwendung der Theodolittachymetrie und der Meßtischtachymetrie zuviel Zeit in Anspruch nehmen würde und die oben angegebenen photogrammetrischen Verfahren nicht in Frage kommen, hat man ebenfalls Punkte sowohl in horizontalem als auch in vertikalem Sinne festzulegen. Das wichtigste Verfahren zur Höhenbestimmung bei flüchtigen Aufnahmen ist die barometrische Höhenmessung.

Zur Ausführung von Aufnahmen in kleinen Maßstäben können auch photogrammetrische Verfahren verwendet werden.

1. Horizontale Festlegung von Punkten.

Hat man eine Reihe einer Linie AB entlang liegender Punkte festzulegen, so geschieht dies mit Hilfe eines Polygonzuges, bei dem man mit der Bussole Richtungswinkel der Seiten mißt. Bei der Messung eines solchen Bussolenzuges zwischen zwei Punkten A und B (Abb. 84) kann man bei der Messung der magnetischen Richtungswinkel je einen

¹ Vgl. III A 6 und 9.

² Vgl. auch z. B. Neumayer, G. v.: Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen.