

noch nicht verfügbar. Über ihren zu erwartenden Einsatz wird im folgenden berichtet.

DER GEBRAUCH VON STEREOORTHOPHOTOS FÜR DIE TOPOGRAPHISCHE KARTIERUNG UND DIE KARTENNACHFÜHRUNG von W. Pillewizer

Die Felszeichnungsversuche in den 5 Probestandorten ließen erkennen, daß das Orthophoto zwar eine ausgezeichnete Unterlage für die vollständige und lagerichtige Kartierung von Fels- und Schuttstrukturen darstellt, daß es aber gleichzeitig nur im Zusammenhang mit dem stereoskopisch betrachteten Raummodell voll wirksam werden kann. Das bedeutet in der Praxis eine gewisse Unbequemlichkeit bei der Benützung des Orthophotos als Felszeichnungsunterlage. Denn zunächst müssen im Raummodell jene Strukturen, die hochgezeichnet werden sollen, erkannt und ausgewählt werden, was nur bei stereoskopischer Betrachtung jenes Luftbildpaares geschehen kann, aus dem das Orthophoto hergestellt worden war. Denn in diesem sind die Strukturen zwar auch sichtbar aber infolge des Fehlens eines räumlichen Eindrucks oft nicht genügend deutbar. Man muß also den unter dem Spiegelstereoskop gewonnenen Raumeindruck im Gedächtnis behalten und sich dann dem Orthophoto zuwenden, um auf ihm die vorher räumlich gesehenen Strukturen identifizieren und hochzeichnen zu können.

Eine Verbesserung dieser Arbeitsweise wird sich ergeben, sobald Stereoorthophotos der Felsgebiete verfügbar sein werden. Erfahrungen, die mit Stereoorthophotos nicht felsiger Gebiete gemacht wurden, lassen erwarten, daß auch in Felsgebieten Stereoorthophotos sowohl zur räumlichen Betrachtung als auch zur Hochzeichnung der gewünschten Strukturen verwendet werden können. Das umständliche Hinüberwechseln vom stereoskopisch gesehenen Raummodell zum einfachen Orthophoto wird dann entfallen. Es wird vielmehr möglich sein, aus dem stereoskopisch gesehenen Ortho-

photomodell direkt die interessierenden topographischen Linien - also z. B. Fels- und Schuttstrukturen - hochzuzeichnen, ohne den Blick vom Orthophoto zum Raummodell wenden zu müssen. Dies wird in Zukunft die Felszeichnung aus Orthophotos wahrscheinlich wesentlich erleichtern und beschleunigen.

Das Stereoorthophoto ist aber nicht nur für Fels- und Schuttkartierungen geeignet, sondern in sehr weitem Umfang auch für andere topographische Kartierungen und besonders für die Kartennachführung in bergigen Gebieten. Die Teilnehmer der Geodätischen Informationstage 1976 wurden in den Arbeitskreisen 2 und 4 über die technische Seite der Herstellung von Stereoorthophotos informiert; in Heft Nr. 8 der Geowissenschaftlichen Mitteilungen [2], das an die Tagungsteilnehmer verteilt wurde, finden sich hierzu ausführliche Erläuterungen.

Da dem Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik Stereoorthophotos erst vor einigen Monaten zugänglich wurden, liegen bisher nur wenig eigene Erfahrungen über ihre Brauchbarkeit für die topographische Kartierung und die Kartennachführung vor. Jene Untersuchungen, die von Mitarbeitern und Diplomanden des Instituts durchgeführt werden konnten, zeigen aber schon deutlich, das Stereoorthophotos für die genannten Zwecke sehr vorteilhaft sein können.

Jetzt bereits kann auf folgende Vorteile bei der Benützung von Stereoorthophotos hingewiesen werden:

- 1.) Vollständigkeit der Kartierung topographischer Details,
- 2.) Hohe Lagegenauigkeit der Kartierung,
- 3.) Bequemlichkeit und damit verbunden Beschleunigung des Arbeitens,
- 4.) Möglichkeit der Überarbeitung von Höhenschichtlinien, die auf das Stereoorthophoto aufgepaßt sind,

- 5.) Betrachtung des Stereoorthophotos mit aufgepaßten Höhenschichtlinien zur Erfassung des meßbaren Raumeindrucks eines Geländes für Planungszwecke.
- 6.) Gesamtherstellung einer Karte an Hand des Stereoorthophotos ohne dafür ein Stereoauswertegerät höherer Ordnung benützen zu müssen,
- 7.) Verbesserung, Beschleunigung und Dezentralisierung der Kartenberichtigungsarbeiten.

Diese Aufzählung der Möglichkeiten, die das Stereoorthophoto bietet, ist sicherlich noch nicht vollständig. Sie basiert auf nur kurzfristigen Untersuchungen, die jedoch deren Bearbeiter bereits völlig von seiner Brauchbarkeit überzeugt haben. Im einzelnen sei dazu ausgeführt:

Zu 1) Vollständigkeit:

Umfangreiche Untersuchungen, die in der Kommission D der DEEPE unter Leitung von W. BECK, Stuttgart [3] durchgeführt wurden, ergaben, daß Siedlungskartierungen an Stereoauswertegeräten wesentlich größere Vollständigkeit auswiesen als Kartierungen unmittelbar auf dem nicht stereoskopisch gesehenen Orthophoto. Der Grund liegt auf der Hand; der Stereoeindruck ist für das sichere Erkennen von Häusern etc. sicherlich von großer Bedeutung. Stereoorthophotos erlauben die stereoskopische Kartierung unmittelbar aus dem Bild und lassen eine Vollständigkeit der Kartierung erreichen, die sonst nur an Stereoauswertegeräten höherer Ordnung möglich war.

Eine Siedlungskartierung aus dem Stereoorthophoto 1:10 000 von Waidhofen ergab um 7 % mehr kartierte Gebäude als eine Kartierung auf dem Orthophoto allein, wobei jedoch das Raummodell des betreffenden Luftbildpaares zur Verfügung stand. Dieser Wert von 7 % stimmt gut mit den Angaben von W. BECK überein. Was für Siedlungen gilt, gilt auch für andere erhabene topographische Details, nicht zuletzt für die Felsen.

Zu 2) Lagegenauigkeit:

Man sollte meinen, daß das einfache Orthophoto bereits eine lagegenaue Kartierung erlaubt. Es zeigt sich aber, daß man ohne Stereoeindruck durch den Schattenwurf von Gebäuden, Felsen und anderen aufragenden Gegenständen getäuscht werden kann und Schattengrenzen statt der tatsächlichen Umgrenzungen kartiert. Der Vergleich beider Kartierungsarten zeigte das deutlich: Da man ja nicht ununterbrochen vom Stereomodell des Luftbildpaares zum Orthophoto hin und her wechselt, werden Gebäudeumrisse manchmal durch den Schlagschatten erweitert wiedergegeben. Ja in bestimmten Fällen wird Hoch- und Tief überhaupt verwechselt, etwa wenn man eng verbaute Siedlungen mit langgestreckten Gebäuden und dazwischen liegenden Höfen ohne Stereoeindruck kartiert, wie es z. B. in den Streckhofsiedlungen des östlichen Österreichs geschehen kann.

In Felsgebieten werden gelegentlich Licht-Schattengrenzen als Kanten angesehen und als solche kartiert, obwohl dort nur weite Wölbungen ohne kartierungswerte Kanten vorliegen. Man muß eben immer den Stereoeindruck mit zu Rate ziehen, was kontinuierlich nur bei Benützung des Stereoorthophotos geschieht.

Wenn auf dem Orthophoto Gebäude mit Bildsturz sichtbar sind, bei denen man schräg auf eine Hauswand blickt, so kann man ohne Stereobetrachtung dazu verleitet werden, nicht den Gebäudegrundriß sondern einen Aufriß zu kartieren. Bei Benützung des Stereoorthophotos werden solche Kartierungsfehler jedoch vermieden.

Zu 3) Bequemlichkeit und Beschleunigung der Arbeit:

Es ist selbstverständlich, daß es eine wesentliche Erleichterung bedeutet, direkt im stereoskopisch gesehenen, orthogonalen Raummodell kartieren zu können und nicht ständig zwischen räumlich gesehenen Luftbildpaar und Orthophoto hin- und herwechseln zu müssen. Dadurch ergibt sich neben der grö-

Beren Sicherheit auch eine Beschleunigung der Arbeiten.

Ein Diplomand des Instituts für Kartographie kartierte sämtliche 380 Gebäude auf dem Doppel-Orthophoto Hohe Wand 1:10 000 zunächst in klassischer Weise unter Beiziehung des am Spiegelstereoskop erzeugten Luftbildraummodells, wobei er sich größte Mühe gab, alle Gebäude zu erfassen. Er benötigte 24 Stunden. Nach Vorliegen des Stereoorthophotos desselben Gebietes wurde die Kartierung wiederholt und zwar unabhängig von der ersten; zwischen beiden Kartierungen lagen 2 Monate. Mit Hilfe des Stereoorthophotos dauerte die zweite Kartierung nur noch 8 Stunden und außerdem war sie vollständiger; bei der ersten nicht stereoskopischen waren trotz aller Mühe einige Häuser übersehen worden. Ähnliche Beschleunigungen werden sich sicherlich auch bei der Kartierung von Fels- und Schuttstrukturen aus Stereoorthophotos ergeben.

Zu 4) Höhenschichtlinienkorrektur und -verdichtung mit Hilfe des Stereoorthophotos:

Das Stereoorthophoto eröffnet erstmals die Möglichkeit, ein Raummodell samt orthogonal kartierten Höhenschichtlinien zu betrachten. Denn der Auswerter am Stereogerät höherer Ordnung sah ja bisher dort keineswegs die Höhenschichtlinien. Wozu kann diese Kombination: Stereoorthophoto + Höhenschichtlinien dienen? Bei der Analogauswertung von Höhenschichtlinien entsteht in flacheren Gebieten eine Unsicherheit des Linienverlaufs, die zu oftmals unwirklichen, nicht der Natur entsprechenden Geländeformen führt. R. FINSTERWALDER [4] wies eindringlich auf diese "differentielle Unsicherheit" des Höhenschichtlinienverlaufs hin und verlangte eine nachträgliche Berichtigung an Hand des stereoskopisch gesehenen Raummodells. Da dieses zur Zeit R. FINSTERWALDERS noch nicht orthogonal herzustellen war, machte solch eine "freihändige" Berichtigung doch erhebliche Schwierigkeiten und mußte geomorphologisch geschulten Personen vorbehalten bleiben.

Nun kann man die Höhenschichtlinien nach Paßpunkten genau auf das Stereoorthophoto einpassen, wobei man die Linien auf einer Folie stehen hat, die man über das von unten durchleuchtete Orthophotodia legt und mit Hilfe des Stereopartners sieht man dann das Raummodell samt Höhenschichtlinien. Beilage Nr. 1 *) zeigt das Stereoorthophoto Hohe Wand 1:10 000 als Anaglyphenbild. Das Orthophoto samt eingepaßten, analog ausgewerteten Höhenschichtlinien wurde rot und der Stereopartner grün eingedruckt. Mit solch einem Stereoorthophoto ist es nun einfach, die differentiellen Unsicherheiten der Analogauswertung zu beseitigen.

Aber nicht nur diese können damit korrigiert werden. In Österreich stehen für die Anfertigung von Luftbildkarten 1:10 000 zwar die Höhenschichtlinien der Manuskriptkarte 1:10 000 vom größten Teil des Bundesgebietes zur Verfügung, diese sind jedoch mit ihrer 20 m-Äquidistanz für die Landeskarte 1:50 000 geschaffen worden. Für manche Zwecke sind sie im Maßstab 1:10 000 zu wenig detailliert; an Hand der stereoskopisch gesehenen Geländeformen im Stereoorthophoto können die Höhenschichtlinien so verbessert werden, daß sie eine dem Maßstab 1:10 000 entsprechende Detailliertheit erreichen. Weiterhin kann man auch mit der nötigen Genauigkeit Zwischenlinien interpolieren, also z. B. 10- oder 5-m Linien, wobei man einfache Stereometermessungen durchführen muß. Dies ist auch von Bedeutung für die Gewinnung der Höhendarstellung in den Raumplanungsunterlagen 1:5 000 von Österreich.

Bekanntlich können Höhenschichtlinien nicht nur analog, sondern auch aus dem digitalen Geländemodell gewonnen werden. Diese automatisch hergestellten Linien können ebenfalls auf das Stereoorthophoto gelegt und mit ihm zusammen betrachtet werden. Damit ist dann eine allfällige Verbesserung und Anpassung der Linien an das Stereomodell möglich. All diese Möglichkeiten hat erst das Stereoorthophoto eröffnet.

*) In Tasche am Ende des Heftes samt Anaglyphenbrille

Zu 5) Raumplanungsunterlage:

Ein unter dem Spiegelstereoskop betrachtetes Stereoorthophoto mit aufgepaßten Höhenschichtlinien stellt sicherlich eine hervorragende Raumplanungsunterlage dar. Ist schon das Luftbildmodell für den Raumplaner unentbehrlich, wie nützlich kann ihm erst ein orthogonales Modell mit Höhenschichtlinien für Planungsaufgaben in Berggebieten sein! Während der Tagung konnten 2 Stereoorthophotos 1:10 000 unter dem Spiegelstereoskop als orthogonale Raummodelle betrachtet werden, denen die Höhenschichtlinien angepaßt waren. In einem Fall wurden sie speziell für dieses Gebiet neu ausgewertet (siehe Beilage Nr. 1 Hohe Wand), im anderen Fall wurden die vorhandenen Höhenschichtlinien der Manuskriptkarte 1:10 000 verwendet.

Zu 6) Gesamte Kartenherstellung aus Stereoorthophotos:

Die Kartenherstellung aus Luftbildern bergigen Geländes war bisher nur jenen Stellen vorbehalten, die über Stereoauswertegeräte höherer Ordnung verfügten und die auch das notwendige Fachpersonal dafür hatten. Das Stereoorthophoto eröffnet aber nun einem weiteren Personenkreis die Möglichkeit hierzu, wobei z. B. an die Herstellung von Touristenkarten, Stadtplänen und Raumplanungsunterlagen gedacht wird. Es ist nur mehr der Besitz eines Spiegelstereoskops mit Stereometermeßeinrichtung erforderlich, um aus einem Stereoorthophoto zunächst den gesamten Kartengrundriß als Strichzeichnung zu gewinnen. Für die Höhendarstellung wird man sich vorhandener Höhenschichtlinien etwa der Österreichischen Manuskriptkarte 1:10 000 bedienen, die nach dem unter Pkt. 4) beschriebenen Verfahren gegebenenfalls verdichtet werden können, wozu dann die Stereometer-Meßeinrichtung benötigt wird. Man kann sich vorstellen, daß auf diese Weise großmaßstäbliche Touristenkarten oder Orientierungspläne von Gebirgssiedlungen relativ einfach gewonnen werden können, wobei diese Arbeit dezentralisiert am Ort der Kartendarstellung selbst geschehen kann, weil ja kein großer Geräteaufwand mehr erforderlich wäre.

Zu 7) Verbesserung, Beschleunigung und Dezentralisierung der Kartenberichtigungsarbeiten

Aus allem, was bisher gesagt wurde, ergibt sich die Möglichkeit, auch die Kartenberichtigungsarbeiten durch den Einsatz von Stereoorthophotos zu verbessern. Der günstigste arbeitstechnische Weg hierfür muß erst erprobt werden, doch kann man sich jetzt bereits folgende Arbeitsweise vorstellen:

Unter der Annahme, daß ein Stereoorthophoto des Gebietes im Maßstab 1:10 000 als Filmdia vorliegt, wird man die zu berichtigende Karte ebenfalls auf 1:10 000 vergrößern und von der Vergrößerung eine Blaukopie auf Astralon-Rückseite anfertigen. Man legt diese Blaukopie auf das von unten durchleuchtete Stereoorthophotodia und paßt die beiden Darstellungen nach Paßpunkten übereinander. Man sieht nun die Veränderungen des Orthophotos gegenüber der Karte, markiert die wegzufallenden Strichelemente auf der Blaukopie und zeichnet auf ihr den neuen Grundriß, gleich generalisiert für den Kartenmaßstab, mit Bleistift ein. Gegebenenfalls wird ein Feldvergleich durchgeführt und anschließend kann die überarbeitete Blaukopie mit Tusche an den Berichtigungsstellen ausgezeichnet werden. Die markierten Stellen werden in den Originalsituationsfolien entfernt und dann kann die neue Situation nach Verkleinerung der überzeichneten Blaukopie im Ätzgravurverfahren mit der alten Situation vereinigt werden.

Die Erleichterung der Berichtigungsarbeit ist dadurch gegeben, daß altes und neues Situationsbild zusammen gesehen werden und daß direkt auf dem Stereoorthophoto hochgezeichnet werden kann, was z. B. besondere Bedeutung für die Kartierung der zahlreichen neuen Güterwege in den Berggebieten haben wird. Dabei werden die unter den Punkten 1, 2 und 3 genannten Vorteile der Benützung von Stereoorthophotos zur Grundrißkartierung wirksam.

Da keine Stereoauswertegeräte höherer Ordnung benötigt werden, läßt sich die Kartenberichtigungsarbeit dezentralisieren, d. h.

In der Nähe des Berichtigungsgebietes ausführen, was für die sicherlich notwendige Feldüberprüfung der Luftbildauswertung von Bedeutung wäre. Es ist wohl anzunehmen, daß gerade bei der Kartenberichtigung das Stereoorthophoto in Zukunft eine wichtige Rolle spielen wird.

Soviel sei über den Gebrauch von Stereoorthophotos zur Kartenherstellung und -berichtigung gesagt. Vieles sind erst Gedanken, die noch in der Praxis ausgeführt und erprobt werden müssen. Doch jetzt bereits läßt sich erkennen, daß mit dem Stereoorthophoto eine neue Qualität der topographischen Luftbildkartierung erreicht werden dürfte.

Literatur:

- 1 Pillewizer, W.: "Felsdarstellung aus Orthophotos". Geowiss.Mitteilungen Heft 9, 1976, Veröffentlichung des Instituts für Kartographie und Reproduktionstechnik Studienrichtung Vermessungswesen TU Wien. 83 S, 21 z.T. mehrfarbige Abbildungen
- 2 Kraus, K. (Herausgeber): Veröffentlichungen des Instituts für Photogrammetrie zum XIII. Internationalen Kongreß für Photogrammetrie Helsinki 1976. Geowiss.Mitteilungen Heft 8, 1976, Studienrichtung Vermessungswesen TU Wien. 7 Aufsätze, 135 S., 20 Abbildungen
- 3 Beck, W.: "Herstellung topographischer Karten 1:10 000 auf photogrammetrischem Weg". Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, Sonderheft, Verlag des Instituts für Angewandte Geodäsie, Frankfurt/M. 1976. 65 S, 10 Abb., 20 Tabellen, 20 Anlagen
- 4 Finsterwalder, R.: "Photogrammetrie"
2. Auflage, Berlin 1952 Walter De Gruyter u. Co, S. 288 ff