

# Stereophotogrammetrische Aufnahmen für Bergbauzwecke.

Von Ing. Franz Manek,  
-ANKARA-

Es ist kein Zufall, dass die Stereophotogrammetrie seit ihrem Entstehen vor 1 und dreissig Jahren, ausser für allgemein topographische Zwecke, haeufig und mit Vorliebe auch für Bergbauzwecke angewendet worden ist.

Schon das *geologische Studium* eines Gebietes allein verlangt die besten Karten als Grundlagen, denn viele Einzelheiten, die für gewöhnliche Zwecke belanglos waeren, erlangen hier grosse Bedeutung. Je genauer das Gelaende dargestellt erscheint, desto leichter erfolgt die Orientierung im Felde und das Einzeichnen der verschiedenen Daten. Senkrechte oder überhaengende Felswaende mit dem oft gut sichtbaren Verlauf von Schichtungen und Verwerfungen, mit unzugänglichen Höhlen oder Mündungen von aufgelassenen Stollen usw. können durch stereophotogrammetrische Aufnahmen ohne weiteres genau festgelegt werden und es ist nur eine Frage des Kartenmasstabes, um diese Einzelheiten mehr oder weniger hervortreten zu lassen.

Darüber hinaus soil der Plan für *Projektierungen* verschiedenster Art, Anlage von Wegen und Gebaeden, Entwaesserungen, Kanaelen, Bachverlegungen, Tagbauen, Stollen und Schaechten, Bremsbergen, Drahtseilbahnen u. v. a. m. dienen. Bei Bergwerken, die bereits in *Betjeb* stehen, ist es hinwiederum die Darstellung

des eigentlichen gegenwaertigen Zustandes, die den Fachmann interessiert, also Lage und Form aller künstlich geschaffenen Anlag-en, Schutthalden, Terrassen bei Tagbauten, Gleisanlagen in Steinbruchbetrieben, Veraenderungen der Erdoberflaeche durch Senkungen, - Einstürze usw. Wo es sich aber darum handelt, die Veraenderungen der Erdoberflaeche innerhalb gewisser Zeitraeume zu studieren, können die photographischen Standpunkte im Gelaende dauernd versichert und die Aufnahmen dann zu beliebiger Zeit wiederholt werden.

Gleichsam als Nebenprodukt zu dem photogrammetrischen Plan können auch *perspektivische Schichtenlinien* in einzelne Bilder oder ganze Panoramen eingezeichnet werden, und es gewahrt dem Fachmanne einen hohen Genuss, mit derartigen Hilfsmitteln ausgerüstet, das Gelaende zu begehen, die ihn instandsetzen, auch die kleinsten Einzelheiten in der Natur zu berücksichtigen. Zu diesen Hilfsmitteln gehört auch ein leicht tragbares Klappstereoskop, das die sonst nur *eben* erscheinenden Bilder in räumlicher Form sehen laesst, wobei die perspektivischen Schichtenlinien nur in *ein* Teilbild eingezeichnet zu werden brauchen, um trotzdem klar hervortreten. Haeufig ist man noch einen Schritt weiter gegangen und hat in solche perspektivische Bilder die projektierten Kunstbauten einge-

**TAFEL I**  
**STEREOPHOTOGRAMMETRISCHE AUFNAHMEN FÜR BERGBAUZWECKE**  
**IN MITTELEUROPA UND DER TURKEI**

Ort	Land (Provinz)	Mineral	Auftraggeber	Ausgeführt von	Jahr	Masstab	Aufge- nommene Fläche ha	Bemerkungen
Trifail	Österr.-Ung. Steiermark	Kohle	Trifaiter Kohlenbergwerks- gesellschaft	Stereographie G. M. B. H. Wien	1913	1:1000	430	Tagbau
Ljubija	Bosnien	Eisen	Militärverwaltung		1918	1:1000	500	» (Abb. 1)
Bächental	Tirol	Ölschiefer	«Montana» - Wien		1920	1:1000	215	
Seegraben und Wartherg	Österreich Steiermark	Kohle, Eisen	Österreichische Alpine Montanges.	Stereographie G. M. B. H. München	1920	1:1000 1:2000	2 750	
Kogl	»	Kohle	Feistritzaler Bergbau-u. In- dustrie- Ges., Wien		1921	1:1000	170	
Verschiedene Orte	Deutsches Reich	Versch. Mineral.	Verschiedene Auftraggeber		1920 1936	1:250 bis 1:10000	Über 1 300	25 verschied. Aufträge (Abb. 2)
Akna-Statina	Tschechoslovakei	Steinsalz	Ministerium für öff. Arbeiten, Prag	Photogrammetrie München	1924	1:1000	2 200	(Abb. 3)
Argana-Maden	Elâziz	Kupfer	Cuivre d'Arghana Soc. Anon. Turque, Istanbul		1924 1925	1:250 bis 1:5000	2 660	Tagbau und Drahtseil- bahn-Projekt
Fethiye-Köyegiz	Muğla	Mangan	Südanatol. Bergbau A. G. (S. A. B. A. G.), München		1929	1:1000 1:5000	615 1 703	Feldarbeit: 2 Monate 68 Standpunkte
Bulgardağ	Türkei Niğde	Blei, Silber	Bergbauforschungs - (M. T. A.) Institut, Ankara	M. T. A.- Institut Ankara	1936	1:5000	1 600	(Abb. 6)
Gümüşhacıköy	Amasya	»	»		1936	1:2000	250	(Abb. 7-10)

**TAFEL II**  
**STEREOPHOTOGRAMMETRISCHE AUFNAHMEN FÜR BERGBAUZWECKE**  
**IN SPANIEN UND MAROKKO**

Ort	Provinz	Auftraggeber	Mineral	Jahr	Masstab	Aufgenommene Fläche Km <sup>2</sup>	Feldarbeit Monate	Zimmerarbeit Monate	Bemerkungen
Villablino	Leon	Sociedad Minero-Siderurgica de Ponferrada	Kohle	1920	1:5000	65	1 1/2	2 1/2	Übersichtliches Gelände, daher ergiebige Standpunkte und kurze Feldarbeit
Ponferrada (Coto Wagner)	"	"	Eisen	1921 1922	1:5000	40	2	2 1/2	Wenig übersichtlich es Gelände und Winter verzögerten die Feldarbeit
Cardena	Barcelona	Union Espanola de Explosivos. Madrid	Steinsalz	1922	1:1000	2	1/2	3	Präzisionsaufnahme, daher längere Zimmerarbeit
Mieres	Oviedo	Industrial Asturiana y Hulleras del Turon, Moreda	Kohle	1922 1923	1:10000	40	2	4	
El Hoyo	Ciudad Real	Sociedad Minero-Metallurgica de Penarroys, Puertollano	Blei	1925 1926	1:2000 1:5000	53	2 1/2	5	F.A.: 2 Arbeitspartien; Z.A.: 2 Stereoautographen
Rif (bei Melilla)	Spanisch-Marokko	Compania Espanola de Minas del Rif, Compania del Norte Africano und Compania Minera de Sotolazar	Eisen	1927	1:2000	65	3	7	F.A.: 2 Arbeitspartien; Z.A.: 2 Stereoautographen bei täglich 12 stündiger Arbeitszeit in Schichten (siehe Abb 5)

Sämtliche Aufnahmen wurden von der Sociedad Estereografica Espanola S. A. in Madrid ausgeführt.— Wo nicht anders bemerkt, handelt es sich bei den Feldarbeiten um eine Arbeitspartie mit einer Feldausrüstung und bei den Zimmerarbeiten um 1 Zeiss-Oreischen Stereoautographen.

zeichnet, wodurch man die beste Vorstellung von der künftigen Veränderung der Landschaft gewinnen konnte.:

Ohne weiter in Einzelheiten der photogrammetrischen Methoden einzugehen, bringen wir im Nachstehenden eine statistische Zusammenstellung von einigen bekannteren Arbeiten auf diesem Gebiete und bemerken nur, dass bei saemtlichen die bewaehrten Zeissinstrumente für Feld- und Zimmerarbeit zur Anwendung kamen.

In Tafel I erscheint auch die Türkei mit grösseren Arbeiten angeführt, wobei die vom Bergbau - Forschungsinstitut (Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü) ausgeführten Aufnahmen besonders zu beachten sind, da sie den Beginn einer neuen Taetigkeit auf diesem Gebiete darstellen (vergl, diese Zeitschrift 1936/3). Hierüber wird weiter unten getrennt berichtet.

Spanien wurde in Tafel II besonders behandelt, da die dortigen Aufnahmen grösseren Umfang hatten und dadurch erlauben, auf Grund der beigesetzten Arbeitsdauer Schlüsse für aehnliche, ausgedehntere Arbeiten zu ziehen. Dies ist schon aus dem Grunde möglich, weil die Gelaendeverhaelt-nisse in Spanien, Spanisch - Marokko und der Türkei im wesentlichen einander gleichen. (Für die Beistellung von Daten und Abbildungen sei an dieser Stelle den Herren Ingenieuren Miksch, Slawik und Weidinger besonders gedankt).

Ganz allgemein laesst sich sagen, dass für die Masstaebe 1: 2000 bis 1: 10.000 die taegliche Leistung bei der Feldarbeit etwa 70 ha betraegt und dass die Zimmerarbeit bei Verwendung eines Zeiss - Orel-schen Stereoautographen etwa doppelt, und bei punktwaiser Auftragung von Stereokomparatordaten aus Normalaufnahmen mindestens viermal solange dauert als die Feldarbeit. Dabei handelt es sich bei den photogrammetrischen Aufnahmen oft um schweriges Gelaende, wo die tachymetrische

Methode wegen Ungangbarkeit des Gelaendes versagt.

Um dem Fachmann eine bessere Vorstellung von den stereophotogrammetrisch gewonnenen Plaenen zu geben, folgen hier einige Ausschnitte aus solchen, die durchwegs jenes charakteristische Detail zeigen, das einen photogrammetrischen Plan sofort von einem tachymetrischen unterscheiden laest. So sind beispielsweise in Abb. 1 die Terrassen lediglich durch geometrisch genaue Schichtenlinien dargestellt, welche Aufgabe bei den meist 10 m hohen Waenden mittelst Tachymetrie nur sehr unvollkommen zu lösen gewesen waere. im selben Plan findet sich auch ein Stollen eingezeichnet (gestrichelt), der ohneweiters den Zusammenhang der verschiedenen Schaechte erkennen laest. In Abb. 2 wiederum zeigen die automatisch gewonnenen Schichtenlinien in besonders klarer Weise die frühere Lage der Gleise an. Ein aehnlicher Detailreichtum an meist unzugänglichen Stellen ist aus den Abb. 3 bis 5 zu ersehen. (Die Abbildungen befinden sich im türkischen Text)

Abb. 1. Eisenbergwerk Ljubija in Bosnien (Tagbau in Terrassen) Originalmasstab 1: 1000, Schichtenabstand 1 m.

Abb. 2. Grube Wackersdorf (Tagbau) der Bayerischen Braunkohlen - Industrie A. G. - Originalmasstab 1: 1000, Schichtenabstand 1 m.

Abb. 3. Einsturztrichter des Schachtes "Kunigunde,, in dem Steinsalzbergwerk Akna Slatina (Tschechoslowakei). - Originalmasstab 1: 500, Schichtenabstand 50 cm.

Abb. 4. Steinsalzbergwerk Cardona in Spanien. - Originalmasstab 1: 1000, Schichtenabstand 1 m (Aus "Bildmessung und Luftbildzuesen,, 1936/3).

Abb. 5. Tagbau des Eisenbergwerkes "Rif,, bei Melilla (Spanisch - Marokko). Panorama mit perspektivischen Schichten-

linien und dazugehörigem Plan. Masstab des Originalplanes 1: 2000, der Wiedergabe etwa 1: 12.000, Schichtenabstand 2 m (Aus "Bildmessung und Luftbildwesen" 1936/3).

Schon zu Beginn des Jahres 1936 hatte das MTA - Institut den Plan gefasst, die wichtigsten Bergbaugebiete stereophotogrammetrisch aufzunehmen. Als erste Arbeit wurde der *Bulgar Dağ* gewählt, wo es sich um Blei - und Silbervorkommen in einer fast unzugänglichen und wildzerklüfteten Felsregion handelt, die einen einzigen Hang -von etwa 1800 m Höhe bildet. Die Aufgabe bestand darin, eine Fläche von etwa 20 km<sup>2</sup> im Masstab 1: 5000 aufzunehmen. Schon die sorgfältig ausgeführte Triangulierung stiess auf grosse Geländeschwierigkeiten infolge der vielen Felswaende, so dass die Tachymetrie unbedingt versagt hätte. Demgegenüber war die Stereophotogrammetrie in grossem Vorteil, da die Kamera-Standpunkte auf dem gegenüberliegenden Bergrücken in einer Entfernung von 2 - 3 km ohne besondere Schwierigkeiten angelegt werden konnten.

Als Feldinstrumente verwendete man den kippbaren Feldphototheodolit TAK, sowie die besonders leichte Ausrüstung TAF, beide von Zeiss - Aerotopograph G. m. b. H. in Jena stammend. Das Entwickeln der Platten erfolgte in Bulgar Maden, wo die Arbeitspartie ihr Lager aufgeschlagen hatte. Die stereophotogrammetrische Feldarbeit dauerte insgesamt 3 Wochen, die Ausarbeitung auf einem Stereoautographen rund 7 Wochen. Eine Bild - und Pianprobe bringt Abb. 6. (Siehe Türkischen Text).

Abb. 6. Bulgar Dağ. - Landschaftsbild mit perspektivischen Schichtenlinien und Planausschnitt. - Originalmasstab 1: 5000, Schichtenabstand 5 m (Aufnahme des MTA-Institutes).

Eine zweite Aufnahme betraf das Gebiet von *Gümüşhacıköy* (Amasya), wo

ebenfalls Blei, Silber und andere Metalle auftreten. Hier handelte es sich um die verhältnismässig kleine Fläche von 250 ha, die im Masstabe 1:2000 aufgenommen wurde. Abb. 7 zeigt einen Planausschnitt und die Abb. 8 bis 10 Landschaftsbilder aus jener Gegend.

Abb. 7. *Gümüşhacıköy* (Amasya), - Planausschnitt - Originalmasstab 1: 2000, Schichtenabstand 5 m.

Abb. 8. *Gümüşhacıköy*. - Photogrammetrisches Panorama von Standpunkt 1 (Kırkinek) aus gegen SO. - 1 *Gümüşmaden*, 2 *Kale Dağ*, 3 *Kilise tepe*, 4 *Karlık tepe*, 5 *Pamukkaya*, 6 *Çileli*.

Abb. 9. *Gümüşhacıköy*. - Photogrammetrisches Panorama von Standpunkt 2 (Kırıktepe) aus gegen NO. - 1 *Saritepe*, 2 *Kale-Dağ*, 3 *Kabadere*, 4 *Kırmızıtepe*, 5 *Hacıköy*, 6 *Mersifon*.

Abb. 10. - *Gümüşmaden*. - Ansicht des Ortes, im Hintergrunde links das Aufnahmegebiet. - 1 *Kilise tepe*, 2 *Karlık tepe*, 3 *Kale-Dağ*, 4 *Kırmızıtepe*.

Die genannten ersten Aufnahmen haben in jeder Hinsicht befriedigt, insbesondere, wie schon mehrfach erwähnt, in bezug auf Schnelligkeit, Genauigkeit und Reichtum der dargestellten Formen. Wo man früher in jahrelanger Arbeit tachymetrische Aufnahmen machte, die letzten Endes doch niemals unter sich übereinstimmen konnten, wird heute mittelst Photogrammetrie ein für allemal ein endgültiger Plan hergestellt, dessen geometrische Richtigkeit allen praktischen Anforderungen genügt.

Die zu Beginn dieses Aufsatzes gebrachten Angaben und Abbildungen über ähnliche Arbeiten im Auslande betreffen nur einem kleinen Teil der bisher für Bergbauzwecke hergestellten Pläne und zeigen die Unentbehrlichkeit der Photogrammetrie auf diesem Gebiete.

Da der Gelaendecharakter in der Türkei für die Methode aeusserst günstig ist und noch zahlreiche Mineralvorkommen genau zu untersuchen sind, so hat das MTA - Institut mit der Anwendug der Photogrammetrie den einzig richtigen Weg

beschritten, um zu einem einwandfreien Planmaterial zu gelangen und es steht diesem Verfahren ausser bei der Landesaufnahme auch für technische Zwecke noch eine grosse Zukunft in der Türkei bevor.