

Studienrichtung Vermessungswesen  
Technische Universität Wien

# GEOWISSENSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Heft 9

**Felsdarstellung aus Orthophotos**

von

Wolfgang Pillewizer

Veröffentlichung des Instituts für Kartographie und Reproduktionstechnik

Geowiss. Mitt.,  
9, 1976

Wien, im Juni 1976

Studienrichtung Vermessungswesen  
Technische Universität Wien

# GEOWISSENSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Heft 9

**Felsdarstellung aus Orthophotos**

von

Wolfgang Pillewizer

Veröffentlichung des Instituts für Kartographie und Reproduktionstechnik

Geowiss. Mitt.,  
9, 1976

Wien, im Juni 1976

Herausgeber, Verleger und für den Inhalt verantwortlich:

O.Univ.Prof.Dr.phil. Wolfgang PILLEWIZER

Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der  
Technischen Universität Wien, 1040 Wien, Karlsgasse 11

Die Kosten für den Druck wurden aus Förderungsmitteln  
des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung und  
der Hochschuljubiläumsstiftung der Stadt Wien bestritten.

Einband

Fa. F. Manhardt, 1040 Wien

Offsetdruck der farbigen Beilagen:

Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der TU Wien, 1040 Wien

ÖHTUW-Vervielfältigung, 1040 Wien

Auflage: 400 Stück

Gewiss. Mitt.

9, 1976

W. P I L L E W I Z E R

Felsdarstellung aus Orthophotos

Rockrepresentation from Orthophotos

Adresse des Autors:

Adress of the author:

O.Univ.Prof.Dr. Wolfgang Pillewizer

Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik, Technische  
Universität Wien, Karls-gasse 11, Austria.

## VORWORT

Die differentielle Entzerrung von Luftbildern hat die Möglichkeit eröffnet, Orthophotos bergigen Geländes als direkte Unterlage für die Kartierung topographischer Details zu verwenden. Im Hügel- und Mittelgebirgsgelände hat sich diese Methode vor allem bei der Kartenberichtigung bereits bewährt. Im Hochgebirge treten an steilen und oft felsigen Flanken bedeutende Schwierigkeiten der Orthophotoherstellung auf. Fehlerhafte Abbildungen, wie Versetzungen an den Streifenrändern, Doppel- und Mehrfachabbildungen, Bewegungsunschärfen u. a. m. ließen den Einsatz des Orthophotos für die Kartierung solcher Hochgebirgsgebiete bisher kaum ratsam erscheinen.

Gerade in diesen Ödlandsgebieten wäre aber eine Übernahme der Fels- und Schuttstrukturen aus Orthophotos wünschenswert, weil ihre Kartierung am Stereoauswertegerät einen zu hohen, nicht tragbaren Aufwand bedeutet. Es war das Anliegen einer Forschungsarbeit, die seit dem Jahre 1973 am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der Technischen Hochschule in Wien durchgeführt wurde, die Frage zu prüfen, in welcher Weise Orthophotos felsiger Hochgebirge zur direkten Kartierung von Fels- und Schuttstrukturen eingesetzt werden können. Der erfolgreiche Verlauf dieser Forschungsarbeit, über deren Ergebnisse im folgenden berichtet wird, ist der Förderung verschiedener Stellen, insbesondere jener der Hochschuljubiläumsstiftung der Stadt Wien, der tatkräftigen Mitwirkung des Instituts für Angewandte Geodäsie (IfAG) in Frankfurt am Main und der einsatzfreudigen Mitarbeit aller Bearbeiter des Forschungsvorhabens zu danken.

Wolfgang Pillewizer

## INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung .....	5
Orthophotos als Felszeichnungsunterlage .....	7
Die Auswahl der Probegebiete .....	9
Die Herstellung der Orthophotos .....	12
Die Höhenschichtlinien der Probegebiete .....	14
Die Feldarbeiten in den Probegebieten .....	16
Felszeichnungsversuch Ochsner .....	18
Felszeichnungsversuch Feldkopf .....	21
Felszeichnungsversuch Muttekopf .....	25
Felszeichnungsversuch Totes Gebirge .....	32
Felszeichnungsversuch Habicht .....	39
Stereo-Orthophotos als Felszeichnungsunterlage.	40
Schluß .....	42
Verzeichnis der Abbildungen .....	45

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Ausführung der Felszeichnung in großmaßstäblichen Hochgebirgskarten ist eine der schwierigsten Aufgaben für den Topographen, der die Felsstrukturen im Angesicht des Geländes oder unter Betrachtung eines Stereomodells zu den stereophotogrammetrisch kartierten Höhenlinien passend eintragen muß. Wie Untersuchungen in fünf Felsgebieten österreichischer Hochgebirge gezeigt haben, kann die Felsdarstellung durch die Verwendung von Orthophotos wesentlich erleichtert werden. Denn aus Orthophotos können die Felsstrukturen unmittelbar hochgezeichnet werden, womit eine bessere Lagegenauigkeit aller Fels- und Schuttstrukturen, die größere Vollständigkeit ihrer Erfassung und eine Beschleunigung der Felszeichenarbeit erreicht wird.

## SUMMARY

The production of a rock drawing for large-scale maps of high mountain ranges is one of the most difficult tasks for the topographer; he must mark in the rock structures appropriately, considering the terrain, or taking into account a stereo model of the stereogrammetrical mapped contours. As investigations of five rock regions in high mountain ranges in Austria have shown, the representation of the rocks can be greatly facilitated by the use of orthophotos. This is due to the fact that the rock structures can be contoured directly from the orthophotos, thus obtaining a greater accuracy of position of all rock and rubble structures, a more complete concept, and precipitation in the task of rock drawing.

## INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung .....	5
Orthophotos als Felszeichnungsunterlage .....	7
Die Auswahl der Probegebiete .....	9
Die Herstellung der Orthophotos .....	12
Die Höhenschichtlinien der Probegebiete .....	14
Die Feldarbeiten in den Probegebieten .....	16
Felszeichnungsversuch Ochsner .....	18
Felszeichnungsversuch Feldkopf .....	21
Felszeichnungsversuch Muttekopf .....	25
Felszeichnungsversuch Totes Gebirge .....	32
Felszeichnungsversuch Habicht .....	39
Stereo-Orthophotos als Felszeichnungsunterlage.	40
Schluß .....	42
Verzeichnis der Abbildungen .....	45

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Ausführung der Felszeichnung in großmaßstäblichen Hochgebirgskarten ist eine der schwierigsten Aufgaben für den Topographen, der die Felsstrukturen im Angesicht des Geländes oder unter Betrachtung eines Stereomodells zu den stereophotogrammetrisch kartierten Höhenlinien passend eintragen muß. Wie Untersuchungen in fünf Felsgebieten österreichischer Hochgebirge gezeigt haben, kann die Felsdarstellung durch die Verwendung von Orthophotos wesentlich erleichtert werden. Denn aus Orthophotos können die Felsstrukturen unmittelbar hochgezeichnet werden, womit eine bessere Lagegenauigkeit aller Fels- und Schuttstrukturen, die größere Vollständigkeit ihrer Erfassung und eine Beschleunigung der Felszeichenarbeit erreicht wird.

## SUMMARY

The production of a rock drawing for large-scale maps of high mountain ranges is one of the most difficult tasks for the topographer; he must mark in the rock structures appropriately, considering the terrain, or taking into account a stereo model of the stereogrammetrical mapped contours. As investigations of five rock regions in high mountain ranges in Austria have shown, the representation of the rocks can be greatly facilitated by the use of orthophotos. This is due to the fact that the rock structures can be contoured directly from the orthophotos, thus obtaining a greater accuracy of position of all rock and rubble structures, a more complete concept, and precipitation in the task of rock drawing.

## EINLEITUNG

Seit den großen Landesaufnahmen des 19. Jahrhunderts bildet die Wiedergabe des Felsgeländes ein wichtiges Problem der topographischen Kartographie von Hochgebirgsländern. Eine meßtechnische Erfassung der Felsgebiete war allerdings mit den Verfahren der klassischen Topographie nur beschränkt oder gar nicht möglich. Trotzdem wurden damals vor allem in der Schweiz von hervorragenden Felszeichnern sehr anschauliche Fels-Kartenbilder geschaffen. Diese Felstopographen komponierten den im Gelände gesehenen Felsaufriß als Grundrißbild in jenen freien Raum hinein, der zwischen den konturierten Gratlinien und den Höhenlinienscharen des Schutt- und Almenlandes verblieb, wobei sie keinem Zwang durch Felshöhenschichtlinien unterworfen waren, die es noch nicht gab.

Die Einführung der terrestrischen und der Luftphotogrammetrie in die Hochgebirgstopographie ermöglichte die Darstellung auch des Felsgeländes durch exakte Fels-Höhenschichtlinien. Es ist bekannt, daß sich ein jahrzehntelanger Streit zwischen den Photogrammetern und den Felstopographen um die Erhaltung oder Fortlassung der photogrammetrisch gewonnenen Felshöhenlinien entspann. Heute ist dieser Zwist entschieden; die aus Luftbildern ausgewerteten Felshöhenlinien bleiben ganz oder im Steilgelände wenigstens teilweise erhalten und die Felszeichnung hat die Aufgabe, die Geometrie des Felskörpers zu ergänzen und seine geologischen und tektonischen Eigenheiten in Verbindung mit den Höhenschichtlinien anschaulich zur Darstellung zu bringen. Hierzu gibt es verschiedenartige Methoden,

von denen die Felsdarstellung der Österreichischen Landesaufnahme oder jene der Eidgenössischen Landestopographie und die Verfahren der Alpenvereinskartographie nach F. EBSTER und L. BRANDSTÄTTER erwähnt seien. Gemeinsam ist ihnen allen, daß die Felshöhenlinien die Grundlage der Felszeichnung bilden; diese wird vom Topographen im Angesicht der Natur und nach Stereobetrachtung der Luftbilder entworfen. Das ist eine schwierige Aufgabe, die viel Erfahrung und Einfühlungsvermögen in die Welt der gesteinsabhängigen Felsformen verlangt. Denn die Stereokartierung ergibt nur das Felshöhenlinienbild und die Abgrenzung der Felsgebiete, hie und da wird wohl auch eine der Felshauptkanten oder -rinnen kartiert. Alle anderen Felsstrukturen müssen ohne direkten Anhalt zu den Höhenlinien passend eingezeichnet werden, was ein hohes Maß an Übung erfordert. Theoretisch wäre es zwar möglich, bei der Stereokartierung die meisten der für die Felsdarstellung nötigen Felsstrukturen zu erfassen, was aber einen unzulässig hohen Auswerteaufwand bedeuten würde.

## ORTHOPHOTOS ALS FELSZEICHNUNGSUNTERLAGE

Da das Luftbild jene Felsstrukturen, die in der Karte wiedergegeben werden, abbildet, liegt der Gedanke nahe, sie aus einem Orthophoto direkt hochzuzeichnen, falls die Herstellung von Orthophotos aus felsigem Steilgelände überhaupt möglich sein sollte. Dabei kann keineswegs beabsichtigt sein, das Orthophotofelsbild selbst in der Karte wiederzugeben, sondern es sollte aus ihm vielmehr eine Strichfelszeichnung in einer der bisher geübten Manieren gewonnen werden.

Was könnte damit erreicht werden?

1. Eine bessere Lagegenauigkeit aller Felsstrukturen,
2. die größere Vollständigkeit ihrer Erfassung,
3. eine Erleichterung und Beschleunigung der Felszeichnenarbeit.

Es ist von vorne herein klar, daß nur großmaßstäbliche Darstellungen in den Maßstäben von etwa 1:5 000 bis 1:25 000 für eine Hochzeichnung von Felsstrukturen direkt aus Orthophotos in Frage kommen. Orthophotos des Maßstabes 1:50 000 und kleiner dürften nicht mehr viel an Felseinzelheiten erkennen lassen.

Bei der Herstellung der neuen Alpenvereinskarte 1:25 000 Hochkönig-Hagengebirge war bereits auf der verkarsteten Hagengebirgshochfläche der erfolgreiche Versuch gemacht worden, Orthophotos als Unterlage für die Vegetations-, Fels- und Schuttdarstellung zu verwenden [1]. In steilwandigeren Felsgebieten sind solche Versuche bisher nicht bekannt geworden.

Am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der Tech-

nischen Universität in Wien wurde das Forschungsvorhaben: "Felsdarstellung auf topographischen Karten mit Hilfe der Orthophototechnik" bearbeitet. An diesem Vorhaben wirkten außer den Institutsangehörigen 2 Diplomanden des Instituts und 2 Felstopographen der Österreichischen Landesaufnahme mit. Die Arbeiten wurden durch Förderungsmittel der Hochschuljubiläumsstiftung der Stadt Wien und des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung ermöglicht und sie fanden auch die Unterstützung durch das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen in Wien, durch das Institut für Angewandte Geodäsie in Frankfurt/Main und durch L. BRANDSTÄTTER, Wolfsberg.

## DIE AUSWAHL DER PROBEGEBIETE

Die Untersuchungen sollten in verschiedenartigen Felsgebieten der Österreichischen Hochalpen durchgeführt werden, wozu eine Auswahl von 5 Probegebieten getroffen wurde, die jeweils ca. 6 km<sup>2</sup> Fels- und Schuttgelände umfaßten. Die Auswahl mußte sich nach dem Vorhandensein von Felsgebieten unterschiedlicher Gesteinsart in jenen Hochgebirgen Österreichs richten, die von der Österreichischen Landesaufnahme bereits zum Zwecke der Neuherstellung der Österreichischen Karte 1:50 000 befliegen worden waren. Denn diese Luftbilder sollten der Orthophotoherstellung dienen und die aus ihnen seinerzeit ausgewerteten Höhenschichtlinien der Manuskriptkarte 1:10 000 sollten dann diesen Orthophotos unterlegt werden. Aus diesem Grunde kamen vor allem die Kalkhochplateaus östlich der Traun und die zentral- und nordalpinen Gebirgsgruppen Tirols in Frage. Das dazwischen liegende Gebiet Salzburgs und Osttirols, u. a. die ganzen Hohen Tauern, war für Zwecke der Landesaufnahme noch nicht befliegen worden und kam deshalb für die Auswahl der Probegebiete nicht in Frage. Folgende Gebiete wurden ausgewählt:

### 1. Ochsner-Kamm in den Zillertaler Alpen (Abb. 1)

O-W verlaufender Kamm im Zentralgneis mit mäßig steilen Felsflanken von 45<sup>0</sup> bis 50<sup>0</sup> Neigung und ausgedehnten Schutthalden sowie mächtigen Moränenbildungen und kleinen Restgletschern. Ochsnergipfel 3108 m, Gesamthöhenunterschied im Modell ca. 1000 m.

2. Feldkopf-Mörchner-Kamm im Zillertal (Abb.7)

Kühner, NW-SO ziehender Felskamm im Zentralgneis mit bedeutsamen Klettergipfeln (Zsigmondyspitze 3089 m). Sehr steile Felsflanken von z. T. über 80° Neigung, kleine Restgletscher, Moränen und Blockgletscher, ausgedehnte Schutthalden, von Gletschern überschlif-fene Karböden und Kar-Rückwände. Gesamthöhenunter-schied im Modell ca. 1300 m.

3. Muttekopf bei Imst (Abb.11)

Gosauschichten (Oberkreide) lagern diskordant auf gebanktem Hauptdolomit. Wechsellagerung von bituminö-sen Schiefen, Mergeln, Sandsteinen und massiven Kon-glomeratbänken. Diese Gesteine sind zu einer großen Synklinalfalte verformt und zeigen im Luftbild sehr eindrucksvolle Felsbilder. Das kluftarme Konglomerat-gestein neigt zur Bildung von Riesenblöcken. Höhen-unterschiede im Modell von über 1000 m.

4. \_\_\_\_\_ Gebirges (Abb.14)

zwischen Teulberg und Spitzmauer und nördlich die-ser beiden Gipfel. Diese fast vegetationslose Dach-steinkalkhochfläche mit ihren ausgeprägten Karster-scheinungen flankiert von 2 markanten Gipfelgraten ist charakteristisch für die Hochplateaus der nörd-lichen Kalkalpen. Ausgedehnte Flachfelsgebiete und viel Schuttbedeckung. Hochfläche in ca. 2000 m, Gipfel in 2300 bis 2400 m Höhe.

5. Habicht-Glicksgrat im Stubaital (Abb.20)

Hochmulde der inneren Mischbachgrube westlich des Habichts. N-S ziehende Felskämme (Glicksgrat, Glätterspitze 3133 m) mit Ortho- und Paragneisen des zentralen Oberostalpins. W-O streichender Biotitgneis, Schiefergneis und Glimmerschiefer, N-S gerichtete Kluftektonik. In der Mischbachgrube mächtige Schutthalden und Blockströme vor kleinen, rezenten Gletschern. Gesamthöhenunterschied im Modell 1000 m.

## DIE HERSTELLUNG DER ORTHOPHOTOS

Von der Österreichischen Landesaufnahme wurden maßhaltige Film-  
dias der Originalluftaufnahmen (1 Bildpaar je Probegebiet) beschafft  
und dazu je Modell 6 Paßpunkte samt Koordinaten. Die Luftbilder,  
durchwegs Normalwinkelaufnahmen vom Format 18 x 18 cm, haben Maß-  
stäbe zwischen 1:20 000 und 1:30 000. Nach ihnen wurden in dankens-  
werter Weise vom Institut für Angewandte Geodäsie (IfAG) in  
Frankfurt am Main Orthophotos im Maßstab 1:10 000 hergestellt. In  
der Abteilung für Photogrammetrie dieses Instituts ist ein Ortho-  
photoprojektor GZ 1 mit optischer Interpolationseinrichtung der  
Fa. Carl Zeiss, Oberkochen, für Forschungszwecke eingesetzt. Für  
die differentielle Entzerrung von Luftbildern aus steilwandigen  
Hochgebirgen sind solche Interpolationseinrichtungen erforderlich.

Das Frankfurter Gerät arbeitet im Offline-Verfahren. Von Profil-  
speicherplatten, die beim streifenweisen Abfahren des Raummodells  
am Stereo-Auswertegerät entstehen, stellt der Orthoprojektor die  
Orthophotos her, wobei ein sich je nach Hangneigung drehender Glas-  
fiberring die optische Interpolation bis zu 35° Geländeneigung  
durchführt. Es wurden Streifenbreiten von 4 mm und 1 mm Blenden-  
öffnung verwendet.

Als sehr vorteilhaft erwies es sich, daß von nur einer Profil-  
speicherplatte die Orthophotos beider Bilder eines Raummodells her-  
gestellt werden können. Denn wenn auf einem Bild Fehler in Form von  
Doppel- oder Mehrfachabbildungen auftraten, so waren sie auf dem an-  
deren Bild des Modells auf der gleichen Stelle nicht vorhanden, eine

Folge des wechselnden Einblickes in das Gelände, den die beiden Bilder bieten. Bei entsprechender Kombination aus den Orthophotos der linken und der rechten Bilder konnten dann fast ungestörte Orthophotoverhältnisse im ganzen Modell gewonnen werden. (Siehe Abb. 2, 3, 8, 9)

## DIE HÖHENSCHICHTLINIEN DER PROBEGEBIETE

Eine Felszeichnung soll heutzutage nur dann ausgeführt werden, wenn im Felsgelände gleichzeitig auch photogrammetrisch gewonnene Höhenschichtlinien zur Verfügung stehen. Sie bilden das geometrische Grundgerüst der Felsdarstellung. Wie weit sie dann in der endgültigen Karte aufscheinen, ist von der Art der ausgeführten Felszeichnung abhängig.

Die Probegebiete wurden so ausgewählt, daß in ihnen Höhenschichtlinien der österreichischen Manuskriptkarte 1:10 000 vorhanden sind. Sie waren bei der Herstellung der Österreichischen Karte 1:50 000 aus denselben Luftbildern ausgewertet worden, die auch der Orthophotoanfertigung zu Grunde lagen. Theoretisch mußten deshalb diese Höhenschichtlinien mit den Orthophotos 1:10 000 zusammenpassen. Im allgemeinen war das auch der Fall, im einzelnen traten jedoch einige Schwierigkeiten auf. Zunächst war das Einpassen der Höhenschichtlinien in die Orthophotos nicht einfach zu bewerkstelligen, da hierfür keinerlei Paßmarken vorhanden waren. Man konnte sich nur nach den im Bilde sichtbaren scharfen Kantenlinien des Reliefs und nach den entsprechenden Höhenlinienknicken richten, wobei es auch noch darauf ankam, daß beide genau den Maßstab 1:10 000 hatten. Nach einigen Versuchen gelang jedoch das Zusammenpassen zufriedenstellend.

Die Höhenschichtlinien der Manuskriptkarte wurden eigentlich für den Maßstab 1:50 000 geschaffen und können deshalb nicht alle Details enthalten, die für einen Kartenmaßstab 1:10 000 wünschens-

wert wären. Außerdem sind sie aus demselben Grund in den Strichstärken für 1:10 000 zu grob gehalten und verdecken daher zu viel vom Orthophotoinhalt.

Es war leider nicht möglich, von allen Probegebieten neue Höhenlinienauswertungen, zugeschnitten auf den Maßstab 1:10 000, anfertigen zu lassen. Es stellte sich jedoch heraus, daß eine neue, detailreiche Höhenlinienauswertung in erster Linie für das Modell Totes Gebirge benötigt wird, um diese Karstlandschaft mit ihren vielen Kleinformen richtig erfassen zu können. In den übrigen Probegebieten konnte mit den Höhenschichtlinien der Manuskriptkarte das Auslangen gefunden werden, vor allem mit Rücksicht darauf, daß ja die Felszeichnung aus Orthophotos nicht in erster Linie für den Maßstab 1:10 000 gelten soll.

Das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Gruppe Landesaufnahme, führte in dankenswerter Weise eine neue Höhenschichtlinienauswertung des Modells Totes Gebirge durch. Dabei wurde nicht nur jene Detailliertheit der Höhenlinienführung erreicht, wie sie für den Maßstab 1:10 000 in solch einem Karstgebiet erforderlich ist, sondern es wurden auch zahlreiche 10 m-Zwischenlinien eingeschaltet. Mit dieser Auswertung, die ausgezeichnet auf das Orthophoto paßt, hat die Felszeichnung dieses Gebiets eine sehr gute geometrische Grundlage erhalten.

Bei der Höhenlinienauswertung wurden auch alle wichtigen Gratlinien des Modells Totes Gebirge kartiert. Diese in richtiger Grundrißposition gezeichneten Gratverläufe sollten einer Überprüfung des Orthophotos auf allfällige Versetzungen von Gipfelpunkten dienen, wie sie bei der differentiellen Entzerrung entstanden sein können.

## DIE FELDARBEITEN IN DEN PROBEGEBIETEN

Für jede Felsdarstellung ist es unerlässlich, die Felsgebiete in der Natur aufzusuchen und ihre Strukturen im Aufrißbild der Felswände zu studieren. Dies gilt auch dann, wenn die Felsen aus Orthophotos hochgezeichnet werden sollen. Deshalb wurden sämtlich Probegebiete aufgesucht und die Wiedergabe des Felsgeländes auf den Orthophotos mit der Natur verglichen.

Auf den Luftbildern bzw. den Orthophotos wurden alle Stellen vermerkt, deren Deutung nicht von vorne herein sicher war, also z. B. die Verteilung von Vegetation und Schutt. Dabei wurden auch mit Kleinbildkameras Stereoaufnahmen der Felsflanken gemacht, um weitere Unterlagen für die Felszeichnung zu erhalten, eine Arbeitsweise, wie sie auch von den Felstopographen der Österreichischen Landesaufnahme geübt wird.

Der Einblick in die Felswände im Aufriß ist umso wichtiger, je steiler sie sind. Denn der Benützer der Karten sieht die Felsflanken im Aufriß vor sich und er erwartet auch, daß ihm die Karte ein ähnliches Felsbild bietet. Das Senkrechtluftbild steiler Felsflanken wird manchmal jene Strukturen, die z. B. für den Bergsteiger von Bedeutung sind, nur undeutlich erkennen lassen. Der Felstopograph muß deshalb auch die Aufrißansicht der Felswand kennen, um dann diese Strukturen im Rahmen der Grundrißdarstellung verdeutlichen zu können.

Die Feldarbeit des Topographen wird also durch die Verwendung eines Orthophotos keineswegs überflüssig. Es ist ein tröstlicher Gedanke, daß auch in Zukunft der Topograph das Gelände begehen wird müssen, um

die Felsstrukturen in der Natur zu studieren. Gerade für eine dem Kartenbenützer entgegenkommende Felsdarstellung ist eben Geländekenntnis unerlässlich. Zusammen mit den modernen Hilfsmitteln der Photogrammetrie - z. B. auch des Orthophotos - ermöglicht erst sie eine realistische und genaue Felswiedergabe.

## FELSZEICHNUNGSVERSUCH OCHSNER

Für dieses Probegebiet in den Zillertaler Alpen wurde eine Diplomarbeit mit dem Titel "Untersuchungen zur Felsdarstellung in amtlichen topographischen Karten mit Hilfe der Orthophototechnik" [2] vergeben, deren Bearbeitung F. BIRKNER übernahm. Er sollte Felszeichnungen in den Maßstäben 1:10 000 und 1:25 000 in zwei Ausführungen entwerfen, nämlich in der Felsdarstellungsart der Österreichischen Landesaufnahme und in jener der Eidgenössischen Landestopographie. Zunächst mußte sich der Bearbeiter mit den beiden amtlichen Felsdarstellungsmethoden vertraut machen. Für die Österreichische Methode lagen hierzu Felszeichnungen des Ochsnergebietes vor, die bereits 1960 aus den gleichen Luftbildern für den Maßstab 1:50 000 durch die Österreichische Landesaufnahme gefertigt worden waren. Bereits nach kurzer Einarbeitungszeit konnten die Felsstrukturen des Ochsnergebietes aus den Orthophotos in der vorgegebenen Weise hochgezeichnet werden, wobei wechselweise beide Orthophotos benutzt wurden, um Fehlerstellen, die bei der differentiellen Entzerrung im Steilgelände aufgetreten waren, auszuschalten (Abb. 2 und 3). Dabei mußte zusätzlich das Stereomodell unter dem Spiegelstereoskop betrachtet werden, um die Fülle der Felsstrukturen, die im Orthophoto sichtbar sind, zu ordnen und deren wichtigste für die Darstellung auszuwählen. Diese Stereobetrachtung des Geländes ist auch deshalb wichtig, weil manchmal Schattengrenzen scharfe Gratlinien vortäuschen, die gar nicht vorhanden sind und weil beide amtlichen Felsdarstellungsmethoden mit einer Schattengebung bei Lichteinfall aus NW arbeiten, während das Orthophoto gerade entgegengesetzte Beleuchtungsverhältnisse aus SO (Aufnahmezeit 9,30<sup>h</sup>)

aufweist. Die Felszeichnung erfolgte unter Anpassung an die Höhenschichtlinien, wobei das Orthophoto auch die lagerichtige Kartierung kleinerer Strukturen erlaubte, die zwischen die 20 m-Linien fallen. Fehler des Orthophotos beeinträchtigen nur an wenigen Extremstellen diese Lagerichtigkeit. An einigen Steilhängen bis zu  $63^\circ$  Neigung traten Versetzungen in der Größenordnung von 0,6 bis 0,9 mm (6 bis 9 m in der Natur) auf. An diesen Stellen waren die orthogonal kartierten Höhenschichtlinien für die Lage der Felsstrukturen von besonderer Bedeutung.

Das Orthophoto erwies sich auch als wertvoll für die Abgrenzung der Felsgebiete gegen Schnee, Geröll und Bewuchs und für die Kartierung von Einzelheiten der Schutt- und Vegetationsdecke. Entsprechend der österreichischen Felsdarstellungsmethode wurden die 20 m-Höhenschichtlinien im Fels erhalten und dort braun wiedergegeben, während für die Fels- und Schuttdarstellung ein dunkler Sepiaton gewählt wurde. Durch Kantenlinien mit wechselnder Stärke wurden Licht- und Schattenhänge des Felskörpers bei angenommener NW Beleuchtung herausgearbeitet. Die Darstellung 1:10 000 (Abb.4) bildete dann schließlich die Grundlage für eine generalisierte Felszeichnung in 1:25 000 (Abb.5). Zu berücksichtigen ist allerdings, daß in der Österreichischen Karte 1:50 000 die Felsdarstellung noch durch eine Schräglichtschummerung in drei Farben ergänzt wird. Diese schattenplastische Reliefdarstellung konnte für die Proben der Diplomarbeit nicht angefertigt werden. Das gilt auch für die Ausführung in der Felsdarstellungsmethode der Eidgenössischen Landestopographie. Denn auch dort wird die Felszeichnung

durch eine sehr markante Schattenplastik unterstützt, auf die hier verzichtet werden mußte.

Bei der Schweizer Methode werden im Fels nur die 100 m-Höhenlinien durchgeführt, die allerdings in der Kartenprobe Abb. 6 fortgelassen wurden. Die Felsdarstellung erfolgt in den amtlichen Karten der Schweiz [3] mittels waagrecht verlaufender Formlinien, durch deren verschiedenartige Strichstärke und Scharung ebenfalls Licht- und Schattenseiten herausgearbeitet werden. Kanten sind entweder durch Knicke in den Formlinien oder durch Kantenlinien angedeutet, Rinnen durch Lichtbänder.

Es war nicht Aufgabe der Diplomarbeit, eine Wertung der einen oder der anderen Felszeichnungsart vorzunehmen, vielmehr sollte nur die Brauchbarkeit des Orthophotos als Felszeichnungsunterlage in beiden Manieren erprobt werden und dieser Versuch ist erfolgreich ausgefallen, wobei betont werden muß, daß er von einem Bearbeiter ohne Erfahrungen auf dem Gebiet der Felsdarstellung stammt. Das Orthophoto ist für den weniger geübten Felstopographen sicherlich ein Mittel, um rascher als bisher zu einer lagerichtigen und anschaulichen Felszeichnung zu gelangen.

#### FELSZEICHNUNGSVERSUCH FELDKOPF

Das Probestgebiet Feldkopf-Mörchnerkamm im Zillertal wurde durch E. JIRESCH von der Technischen Universität Wien bearbeitet. Dieses Modell wurde gewählt, weil es sehr steile Felsgebiete im Kristallin aufweist und weil der Kamm ungefähr in Streifenrichtung verläuft. Es war deshalb zu erwarten, daß es in diesem Modell zu starken Doppelabbildungen kommen würde. Das ist auch eingetreten, wie das Orthophoto des rechten Bildes zeigt (Abb. 8). Vor allem im Nordteil sind sehr starke Doppel- und Mehrfachabbildungen sowie Zerhackungen von Graten, die schräg zur Streifenrichtung verlaufen, zu erkennen. Auf dem linken Bild sind diese Fehler jedoch weitgehend verschwunden, während dafür im Ostteil des linken Bildes einige kleinere Doppelabbildungen auftreten, die dem rechten Bild wiederum fehlen. Es zeigt sich, daß selbst im extremen Steilgelände mit ungünstigen Querneigungen der Hänge in bezug auf die Orthophotostreifen bei Kombination beider Orthophotos eines Modells doch brauchbare Arbeitsgrundlagen für eine Felszeichnung geschaffen werden können (Abb. 9).

Da der Bereich der optischen Interpolation nur bis  $35^{\circ}$  Hangneigung reicht, konnten die wesentlich steileren Felsflanken dieses Modells damit nicht mehr genügend erfaßt werden. Stellenweise wurden Neigungen von über  $80^{\circ}$  gemessen, die jedoch nie über die ganze Profilbreite von 4 mm (= 40 m Natur) reichen. Für ganze Profile ergaben sich dort Querneigungen von etwa  $60^{\circ}$ . Da in diesen Fällen die optische Interpolation nicht mehr ausreicht, können in jenem

Steilgelände relative Lageverschiebungen auftreten, die bis zur Breite der Orthophotostreifen (4 mm) reichen können. Praktisch wurden jedoch nur Fehler von ca. 1,3 mm beobachtet. Um diese Fehler zumindest an Gipfeln und Graten erkennen zu können, sollten bei der photogrammetrischen Höhenlinienauswertung unbedingt auch alle wichtigeren Gratkanten kartiert werden.

Im Modell Feldkopf-Mörchnerkamm sind ca. 1300 m relative Höhenunterschiede vorhanden. Diese konnten bei der differentiellen Entzerrung am Orthoprojektor nicht ganz überbrückt werden, weshalb ein kleiner Bereich der NO-Ecke des Modells, der unter 2000 m Höhe in der Tiefe des Floitengrundes liegt, nicht ausgewertet wurde.

Dieses Modell wurde zu Vergleichszwecken auch an die Firma Carl Zeiss nach Jena geschickt, wo am Topocart-Orthophotozusatz ebenfalls ein Orthophoto hergestellt wurde. Es zeigt für den Mittelteil, wo Doppelabbildungen und Versetzungen kaum auftreten, die gleiche Qualität wie jenes, das am GZ 1 gefertigt wurde.

Für das Probegebiet am Feldkopf liegt bereits eine Felsdarstellung in der Österreichischen Karte 1:50 000 vor; sie wurde um 1960 aus denselben Luftbildern abgeleitet, die jetzt auch für die Orthophotoherstellung dienen. Unter Berücksichtigung, daß sie für den Maßstab 1:50 000 bearbeitet wurde, ist diese Felszeichnung außerordentlich vollständig und sie wurde bei der Überprüfung mit dem Orthophoto weitgehend bestätigt. Sie ist vollständiger und auch besser als die Felsdarstellung in der Alpenvereinskarte von 1932, die von H. ROHN bearbeitet worden war. Es zeigt sich deutlich, daß dort manchmal die terrestrisch-photogrammetri-

schen Aufnahmen nicht ausreichten, um in alle Felsflanken Einsicht zu gewinnen und diese Lücken konnten dann vom Felstopographen im Gelände nicht immer geschlossen werden. Dies trifft z. B. für den Gipfel 3028 m südlich vom Feldkopf zu, der in der Alpenvereinskarte als gebänderte Felspyramide dargestellt wird, während ihn die amtliche Landeskarte und die Orthophotoauswertung als Gipfel mit zweiseitigen Schutthängen wiedergeben.

Im Südteil des Modells konnten plattige Felsstrukturen sehr gut aus dem Orthophoto hochgezeichnet werden, die ohne dieses Hilfsmittel wohl kaum zu erfassen gewesen wären. In mehr massigen Felsbau der Steilgipfel war der Wert des Orthophotos hingegen geringer. Aber auch dort konnten wichtige Felsstrukturen - verzweigte Rinnensysteme - erkannt und kartiert werden, die in Aufrißbildern derselben Flanken nicht zu erkennen sind. Im Steilgelände treten, wie oben erwähnt wurde, einige Fehler der Orthophotoabbildung auf, die aber an Hand der Höhenschichtlinien korrigiert werden konnten. Auch hier erwies das Orthophoto seinen besonderen Wert bei der Kartierung von Einzelheiten des Schutt- und Moränengeländes, das von vielen Einzelfelsen durchsprengt ist. Je flacher das Gelände ist, umso günstigere Abbildungsverhältnisse zeigt das Orthophoto.

Natürlich erfolgte auch hier die Kartierung unter ständiger Benützung des Stereomodells, das im Spiegelstereoskop betrachtet wurde. Die dort als wichtig erkannten Strukturen wurden zunächst ohne Unterlage der Höhenschichtlinien aus dem Orthophoto auf Transparentfolie hochgezeichnet und diese Bleistiftvorzeichnung wurde dann bei der Reinzeichnung an die Höhenschichtlinien angepaßt. Die

Felszeichnung geschah unter Anlehnung an die Methode der Österreichischen Landesaufnahme mit Betonung der Kammlinien und der Schattenseiten (Abb.9). Ein vollständiges Felsbild ergibt sich nur, wenn auch die Höhenschichtlinien mitgedruckt sind; von der wünschenswerten Anfertigung einer Schummerung mußte auch hier abgesehen werden. Gezeichnet wurde im Maßstab 1:10 000 jedoch ausgerichtet auf den Maßstab 1:25 000 (Abb.10).

#### FELSZEICHNUNGSVERSUCH MUTTEKOPF

In diesem Probegebiet wurde der 1000 m unterhalb des Gipfels (2727 m) liegende Talgrund im NW bei der Orthophotoherstellung nicht mit entzerrt, weil der Höhenbereich des Orthoprojektors nicht ausreichte. Für dieses sehr formenreiche Felsgebiet wurde durch W. MIKLAU vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen in Wien eine Felszeichnungsprobe 1:10 000, generalisiert auf den Maßstab 1:25 000, angefertigt. Seine ausführlichen Erläuterungen hierzu werden auszugsweise wiedergegeben:

"Gezeichnet wurde mit Folientusche auf aufgerauhtem Astralon über einer Kontaktkopie des Orthophotos im Auflicht. Dem Orthophoto wurden vorher noch die Höhenschichtlinien der Manuskriptkarte 1:10 000 angeglichen. Als unerlässlich erwies sich die gleichzeitige stereoskopische Betrachtung von Kontaktkopien desselben Modells mit dem Spiegelstereoskop, um die im Orthophoto enthaltenen Strukturen aus Hell- und Dunkel auch richtig interpretieren und hochzeichnen zu können (Abb. 11).

Die Darstellung der Felsen erfolgte in einer Manier, die sich eng an die derzeit im Maßstab 1:50 000 beim Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen übliche Methode anlehnt. Diese ist allerdings im Maßstab 1:25 000 nicht bedingungslos und ohne Veränderungen zu verwenden. Man denke nur an die unverhältnismäßig große Verschiebung von der Wiedergabe der bedeutenden Felskantenlinien zu Gunsten der exakten und reichlichen Darstellung charakteristischer Felsstrukturen beim Übergang in den größeren Maßstab. Des-

halb wurde die Felszeichnungsmethode der Österreichischen Landesaufnahme in Hinblick auf eine exaktere Strukturwiedergabe modifiziert. Allerdings wurde auch im kleineren Detail niemals das Prinzip verlassen, den Raumeindruck darstellbarer Felskörper durch eine gedachte NW-Beleuchtung zu erzielen.

Durch die Betonung kleiner, charakteristischer Felsstrukturen verliert das Felsbild zwangsläufig an Plastik der Großformen, was jedoch durch eine geschickte Schummerung ausgeglichen werden könnte. Es ist sinnlos, durch übermäßige Über- und Unterbetonung die exakte Felswiedergabe zu verfälschen, weil die Übersicht im großen Maßstab nicht mehr von so großer Bedeutung ist.

Die besonderen Vorteile der Verwendung von Orthophotos als Grundlage der Felszeichnung liegen auch hier wieder in der exakten und lagerichtigen Wiedergabe flachliegender Felsstrukturen. Es ist klar, daß derart charakteristische Felsbilder, wie am Muttekopf, die sich durch die Inhomogenität des Gesteins und durch eine interessante Tektonik erklären, auch durch eine exakte und anschauliche Felszeichnung dargestellt werden sollen. Eine kartographische Darstellung, die sich in routinierter Weise auf eine symbolhafte Wiedergabe der Felsgebiete beschränkt, kann den anspruchsvollen Benutzer der Karte in keiner Weise befriedigen. Die Bedeutung der Orthophotobenützung liegt also u. a. darin, daß sie nicht nur die lagerichtige Darstellung erkannter Felsstrukturen garantiert, sondern daß sie auch jeder gesetzten Felsschraffe sozusagen ihren Sinn gibt. Daß es hiedurch im günstigsten Fall zu einer bisher nie erreichten Homogenität, Aussagekraft und Übereinstimmung mit dem Höhen-

schichtlinienbild kommen kann, wird jedermann einleuchten (Abb. 12 und 13).

Ein weiterer Vorteil dieser Methode liegt im weitgehenden Wegfall der Stereoauswertung des Grundrisses solcher Gebiete. Es wird nicht nur die subjektive Auffassung des mit dem Gelände nicht vertrauten Auswerters ausgeschaltet, sondern auch die Schwierigkeit vermieden, die darin besteht, daß keine befriedigende Vorschrift gefunden werden kann, wie die im Stereomodell des Autographen vom Auswerter erkannten Felsstrukturen vollständig und nach ihrer Bedeutung unterschieden dem Felszeichner vermittelt werden können. Die zeitraubende Stereoauswertung von Felsdetails entfällt also überhaupt, was ganz dem angestrebten Prinzip entspricht, Auswahl-, Entscheidungs- und andere Überlegungsvorgänge vom Gerät wegzubringen.

Schon durch die Auswahl des Gebietes Muttekopf-Fundais wurde auf die technische Möglichkeit des Orthophotos Rücksicht genommen. Die darzustellenden Felsgebiete liegen zumeist flach oder im günstigsten Winkel zum Bildhauptpunkt, so daß auch dank der optischen Interpolationseinrichtung der größte Teil des Gebietes innerhalb der gegebenen photographischen Auflösungsschärfe verzerrungsfrei wiedergegeben wird. Nur im Norden, wo auch das Gelände den in Kalkhochalpen häufig vertretenen Kettencharakter annimmt, treten Doppelabbildungen, Bewegungsunschärfen und Umklappungen so stark auf, daß stellenweise die Brauchbarkeit des Orthophotos praktisch nicht mehr gegeben ist. Hilft an solchen Stellen auch die wechselweise Verwendung beider Orthophotos eines Modells nicht, so wird man Bil-

der mit günstigerer Lage des Bildhauptpunktes heranziehen müssen.

Trotz des im wesentlichen als gelungen zu bezeichnenden Versuches Muttekopf und des noch zu besprechenden Versuches Totes Gebirge, darf an der Tatsache nicht vorbeigesehen werden, daß diese beiden Gebiete für einen großen Teil der Kalkhochalpen nicht repräsentativ sind. Auch mit den modernsten technischen Möglichkeiten hergestellte Orthophotos werden in den steilwandigen Kalkkettengebirgen nur mit großen Einschränkungen sinnvoll zu verwenden sein.

Als besonders störend wurde trotz Kontrastausgleich das Vorhandensein von Schlagschatten in den Nordhängen und der Effekt der Überstrahlung an den stark von Sonne beschienenen Südhängen empfunden. Wohl wurde dieser Nachteil durch die wechselseitige Verwendung je eines kräftig und eines schwach belichteten Papierabzuges teilweise behoben. Doch gibt es, allerdings in erträglichem Maße, einige Stellen, wo aus dem Orthophoto kaum mehr etwas zu erkennen war und die Strukturen auf konventionelle Weise aus dem gleichzeitig betrachteten Stereomodell in den Schichtenplan übertragen werden mußten. Jedoch auch dies dürfte auf Grund benachbarter erkennbarer Details im Orthophoto leichter durchzuführen sein.

Es wurde bereits festgestellt, daß die Stereoauswertung des Grundrisses solcher Modelle, die später als Orthophotos hergestellt werden, weitgehend entfallen kann. Es empfahl sich daher, zu untersuchen, ob die Grundrißauswertung nicht überhaupt unterlassen werden könnte und deshalb wurde auch die Erkennbarkeit der übrigen Situationlinien im Orthophoto überprüft.

Kulturgrenzen. Es zeigte sich, daß Latschenfelder im unbeschatteten Gelände befriedigend, im beschatteten jedoch kaum zu erkennen sind. Die Abgrenzung von Schuttkörpern gegenüber Vegetationsboden machte im ganzen Modell unverhältnismäßig große Schwierigkeiten. Auch die in diesem Gelände so charakteristischen und durchaus darstellungswürdigen Blockkonfigurationen sind aus dem Orthophoto nur schwer erkennbar. In diesem Modell liegt es z. B. auch daran, daß zur Zeit der Befliegung in den Nordflanken eine dünne Neuschneeschichte vorhanden war, was in Hochgebirgsflugaufnahmen häufig vorkommt.

Als Ergebnis der Prüfung kann festgestellt werden, daß auf eine, wenn auch stark reduzierte Stereoauswertung des Grundrißes nicht verzichtet werden kann. Sie ist notwendig zur lagerichtigen Kartierung wichtiger Gratlinien, um, wie besprochen, Fehler der differentiellen Entzerrung feststellen zu können und zur sicheren Festlegung von Schutt- und Vegetationsgrenzen.

Erkennungshindernisse wie Schatten, Überstrahlung und Verschleierung durch Neuschneebeleg werden bei Stereobetrachtung zum Teil kompensiert. Es wurde deshalb folgender Versuch unternommen: Auch für das Modell Muttekopf-Fundais waren zwei verschiedene Orthophotos desselben Modells angefertigt worden und zwar wurde einmal das rechte Bild und einmal das linke Bild als Orthophoto abgebildet. Naturgemäß ergibt die Betrachtung dieser beiden Orthophotos mit einem Spiegelstereoskop den Eindruck einer vollkommenen Ebene in der jedoch die Strukturen des Geländes als nicht entzerrter Rest,

sozusagen als Rauigkeiten, aufscheinen. Es wurde nun versucht, über einem der Orthophotos bei gleichzeitiger Stereobetrachtung unter Beziehung des unbedeckten zweiten, die jetzt besser erkennbaren Strukturen auf eine Folie hochzuzeichnen. Obwohl dieser Versuch mangels genügender Übung teilweise misslang, konnten auf diese Art doch einige schlecht sichtbare Geländeteile besser hochgezeichnet werden!"

W. MIKLAU hatte bereits früher für das vorliegende Gebiet eine Felszeichnung im Maßstab 1:25 000 für die Österreichische Karte 1:50 000 nach konventioneller Methode hergestellt, wobei kein Orthophoto zur Verfügung stand. Der Vergleich der beiden Felsdarstellungen ergab Unterschiede, die sich einfach dadurch erklären lassen, daß im kleineren Maßstab 1:50 000 mehr auf die schattenplastische Betonung der Hauptkämme und des Großreliefs Wert gelegt werden mußte. Weiters wurden dort viele Felsformen vereinfacht und gar nicht so sehr in der Absicht wiedergegeben, größtmögliche Lagetreue einzuhalten, sondern in übersichtlicher Form das Wesentliche zu bringen. Nur in relativ wenigen Fällen kann ein kritisches Auge auch für die Darstellung 1:50 000 eine berechtigte und notwendige Verbesserung aus dem Vergleich mit der genaueren Probe 1:25 000 verlangen.

Abschließend äußerte sich W. MIKLAU zur Brauchbarkeit der Orthophotos als Felszeichnungsunterlage vom praktischen Standpunkt her folgendermaßen: "Man muß selbstverständlich den Aufwand, den eine Verwendung von Orthophotos als Grundlage für die Felszeichnung auf

technischem und organisatorischem Gebiet verursacht, ganz generell in Beziehung zur Dringlichkeit des Wunsches setzen, ein derartig exaktes Felsbild zu erhalten. Das heißt, wenn man der Meinung ist, daß eine exakte und überall echte Informationen gebende Felszeichnung notwendig ist, was für großmaßstäbliche Hochgebirgskarten zweifellos zutrifft, so ist diese Methode mit den genannten Einschränkungen sicherlich sehr brauchbar."

## FELSZEICHNUNGSVERSUCHE TOTES GEBIRGE

Das Probegebiet Totes Gebirge wurde von R. HÖLBLING im Rahmen seiner Diplomarbeit "Untersuchungen zur Felsdarstellung in Alpenvereinskarten mit Hilfe der Orthophototechnik" bearbeitet [4], wozu er folgende Erläuterungen gab:

"In der Diplomarbeit war die Aufgabe gestellt, die Felsen eines Testgebietes im Toten Gebirge unter Zuhilfenahme des entsprechenden Orthophotos in den Manieren Fritz Ebsters, der für den Österreichischen und Leonhard Brandstätters, der für den Deutschen Alpenverein arbeitet, zu zeichnen. Nach entsprechender Einarbeitung in die Darstellungsmethoden dieser beiden Felstopographen wurde bei einer sorgfältigen Feldbegehung Aussagekraft von Luftbild bzw. Orthophoto systematisch überprüft und stellenweise ergänzt. Dies gelang weitgehend mittels photographischer Aufnahmen und einiger Handzeichnungen. Zu den photographischen Aufnahmen ist zu sagen, daß man bei geeigneter Aufstellung stereoskopisch betrachtbare Bildpaare erzielen kann, es ist jedoch nicht immer einfach, die günstigste Tageszeit und damit die besten Lichtverhältnisse im Aufnahmegebiet zu erreichen. Handskizzen haben den Vorteil, daß man bei ihrer Anfertigung weniger von der Tageszeit abhängig ist und sie können jedenfalls auch in einer zweckdienlich generalisierteren Form ausgeführt werden; störend ist freilich der vergleichsweise große Zeitaufwand. Insgesamt wurden lediglich 5 % der darzustellenden Fläche im Orthophoto als nicht befriedigend lesbar empfunden. Es waren dies vor allem Schlag- und Eigenschattengebiete (Abb. 15).

Nach erfolgter Feldbegehung konnte die häusliche Ausarbeitung, d.h. die Hochzeichnung des Probegebietes in der jeweiligen Manier über dem Orthophoto erfolgen. Dabei wurde festgestellt, daß für den Darstellungsversuch in der Manier Brandstätters im Maßstab 1:10 000 die auf den selben Maßstab vergrößerten, für die Österreichische Karte 1:50 000 ausgewerteten Schichtenlinien zu sehr generalisiert waren.

Die Arbeit konnte jedoch alsbald mit neuen, im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen ausgewerteten Präzisionsschichtlinien durchgeführt werden. Mit Paßmarken auf dem neuen Schichtenplan konnte nun auch das Orthophoto auf seine Lagerichtigkeit untersucht werden, wobei im Probegebiet Totes Gebirge, da extreme Hanglagen fehlen, keine Abweichungen zwischen Schichtenplan und Orthophoto festgestellt werden konnten, die größer als die Zeichengenauigkeit gewesen wären. Es wurde also ein nahezu vollkommener Einklang zwischen allen Schichtlinienflexuren oder -knicken und der aus dem Orthophoto abzulesenden Fels- oder Schuttstruktur festgestellt; dadurch ergab sich, hatte man den Schichtenplan genau über dem Orthophoto eingepaßt, ein geradezu plastischer Effekt, da die Geometrie der Schichtenlinien in natürlicher Weise durch die Kanten und das Schattenbild des Orthophotos ergänzt wurde.

Die Zeichenarbeit erfolgte mittels folgender Anordnung:

Auf dem Durchleuchtetisch lag das Orthophoto, über dem eine transparente Zeichenfolie geklebt war. Knapp links daneben war das Luftbildpaar unter dem Spiegelstereoskop eingepaßt. Wenige

Sekunden waren lediglich nötig, um den im Spiegelstereoskop gewonnenen Raumeindruck, nach Identifizierung des jeweiligen Details im Orthophoto, sofort in der Hochzeichnung festzuhalten.

Der Versuch ohne Orthophotos zu arbeiten zeigte allzudeutlich, wie wichtig das Orthophoto war, da beim Übergang vom stereoskopischen Einblick zur Zeichnung, in der als einzige Grundlage Höhenschichtenlinien bestanden, große Lageunsicherheiten und daher auch ein wesentlich größerer Zeitaufwand registriert werden mußten.

Auf Ratschlag L. BRANDSTÄTTERS wurde die Arbeitsweise in folgender Form festgelegt: Die Anordnung von Orthophotos, Zeichenfolie, Spiegelstereoskop blieb dieselbe, das jeweilige Tagespensum wurde jedoch in zwei Etappen bewältigt. Zunächst wurde im ständigen Wechsel zwischen stereoskopischem Einblick und Betrachtung des Orthophotos über letzterem die sogenannte Manuskriptkarte mit Bleistift gezeichnet. Sie enthielt alle wesentlichen Kanten, die Grenzlinien, die Schuttdarstellung und die charakteristisch angedeutete Gefügezeichnung. Hernach wurde die soweit gediehene Manuskriptkarte noch mittels hochgezeichneter Höhenschichtenlinien der Präzisionsauswertung vervollständigt. Man durfte für diesen ersten Arbeitsabschnitt etwa drei Stunden Arbeitszeit veranschlagen. Hätte man das Pensum größer gewählt, so wäre das Gedächtnis für einige Details der Manuskriptkarte wohl nicht ausreichend gewesen. Die Manuskriptkarte sollte im zweiten Arbeitsabschnitt Grundlage der mit Tusche oder Negropak auszuführenden Federzeichnung sein, wobei es klarerweise rationeller ist, die darzustellenden Formationen im Gedächtnis zu behalten und nicht wie im ersten Arbeitsabschnitt laufend das Spiegelstereoskop zu be-

nutzen. Es fiel anfangs sehr schwer, eine Vielzahl von Formen soweit im Gedächtnis zu behalten, daß sie auf Grund der Manuskriptkarte ohne weiteres Hilfsmittel noch nach ein paar Stunden in eine Reinzeichnung von gesteigerter Deutlichkeit und Aussagekraft hätten umgesetzt werden können. Das Problem löste sich jedoch durch abermalige Verwendung des Orthophotos: Es war möglich, das Orthophoto unter Manuskript- und Reinzeichnung zu legen und bei eingeschaltetem Durchleuchtungstisch die Zeichnung der Manuskriptkarte im ursächlichen Zusammenhang mit dem Inhalt des Orthophotos zu sehen; betrachtete man dieselbe Anordnung im Auflicht, so blieben lediglich die Manuskriptkarte und die Reinzeichnung sichtbar.

Es lag nahe, den Versuch zu unternehmen, gänzlich auf die Manuskriptkarte zu verzichten und ihre Aufgabe dem Orthophoto zu übertragen. Dies war allerdings erst nach einiger Übung möglich und zudem wurde auch festgestellt, daß diese Vorgangsweise wohl kaum in jenen Bereichen möglich wäre, wo die Brandstätter'sche Manier eine strenge Formanalyse gebietet und das Skelett des Felskörpers erst erarbeitet werden muß. In flacherer Hanglage bei günstigen Belichtungsverhältnissen können jedoch zweifellos alle wichtigen Formationen einfach entsprechend der Darstellungsmanier hochgezeichnet werden (Abb. 16).

Bei dem Darstellungsversuch in der Ebster'schen Manier war dieses Problem von vornherein nicht gegeben, da, anders als bei Brandstätter, auf ein peinlich genaues Abstimmen der Schichtenlinienflexuren mit der Felszeichnung nicht geachtet werden brauchte. Die Felszeichnung erfolgte in beiden Arbeitsproben der Ebster'schen

Manier also in direkter Hochzeichnung über dem Orthophoto. Das Orthophoto stellte im Falle Brandstätter eine ausgezeichnete Unterlage dar; für die Arbeit in Ebster'scher Manier erschwerte es jedoch bisweilen die dort verlangte Art der flächenfüllenden, lediglich charakterisierenden Felszeichnung, da es dem Auge immer wieder Details bot, die einfach weggelassen werden müssen, will man eine verwirrend dichte und unübersichtliche Zeichnung vermeiden." (Abb. 17 u. 18)

Über die Verwendbarkeit des Orthophotos zur Felstdarstellung bildete sich R. HÜBLING im Rahmen seiner Diplomarbeit folgende Meinung:

"Das Orthophoto ist ein zu den bisherigen Unterlagen des Felszeichners hinzutretender Behelf. Von der Qualität des Orthophotos wird es letztlich abhängen, welcher Platz ihm in Zukunft eingeräumt werden muß. Der enorme Detailreichtum, den das Orthophoto bietet, wird die Frage: "Was stelle ich in meiner Karte dar?" kraß ausgedrückt ins Gegenteil verkehren: "Was lasse ich in meiner Karte weg?" Zusammen mit der durch das Orthophoto erreichbaren Lagegenauigkeit wird das Orthophoto dem Felstopographen helfen, in kürzerer Zeit detailliertere und genauere Gebirgskarten herzustellen. Es wird hierbei möglicherweise auch zu überlegen sein, inwieweit nicht eine auf die Möglichkeit des Hochzeichnens aus Orthophotos zugeschnittene Felstdarstellungsmethode entwickelt werden muß. Was die Notwendigkeit einer Feldbegehung anbelangt, wird das Orthophoto sicher keine Revolution bringen, da es inhaltlich ja genau so gut oder schlecht wie ein gewöhnliches Luftbild ist, und allein auch die Eintragung von Wegen und Markierungen der Feldbegehung bedarf.

Für den Anfänger stellt das Orthophoto eine entscheidende Start-

hilfe dar, die ihm erlaubt, schon nach kurzer Anlernzeit detailreichere Karten zu zeichnen, als es manche der stellenweise informationsarmen und nach herkömmlicher Methode entstandenen Alpenvereins-Karten sind. Fehlendes graphisches Talent, gewissenhaftes Arbeiten und topographische Erfahrung kann das Orthophoto sicher nicht ersetzen, zweifellos aber wird es helfen, die hohen Anforderungen, denen sich der heutige Gebirgstopograph gegenüber sieht, in einer Weise zu vermindern, daß möglicherweise sogar ein erweiterter Personenkreis für diesen Beruf in Frage kommen kann."

Im Anschluß an den Bericht von R. HÜBLING sei eine weitere Felsdarstellung desselben Gebietes besprochen, die A. LEINER vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen nach dem Orthophoto aus dem Toten Gebirge im Maßstab 1:25 000 angefertigt hat. A. LEINER blickt auf jahrzehntelange Erfahrungen als Felstopograph bei der Österreichischen Landesaufnahme zurück. Er hat die Felszeichnung für die neue Karte 1:50 000 des Toten Gebirges - natürlich damals ohne Orthophoto - bearbeitet und war mit diesen Erfahrungen geradezu dafür prädestiniert, dort auch die Verwendung eines Orthophotos als Felszeichnungsunterlage zu prüfen.

Die von ihm angefertigte Felsdarstellung 1:25 000 spricht durch ihren Inhaltsreichtum für sich. A. LEINER betont, daß durch die Verwendung des Orthophotos größte Lagegenauigkeit in der Wiedergabe aller Felsstrukturen erzielt wurde, wobei die Strukturen vor allem im flacheren Gelände sehr gut sichtbar sind. Im Steilgelände und in den großen Schattenpartien muß unbedingt das Stereoskop mit zu Hilfe genommen werden, um noch Einzelheiten wie Geröll oder Bewuchsgrenzen

erkennen zu können. Auch terrestrische Skizzen sind dort unerlässlich (Abb. 19).

Er macht auch auf die schon oben erwähnte Differenz in der Beleuchtungsrichtung zwischen Orthophoto und österreichischer Felsdarstellungsmethode aufmerksam und regt an, für die Wiedergabe der Felsen eventuell eine neutrale, senkrechte Beleuchtung zu wählen, während die Großformen des Reliefs die Schräglichtbeleuchtungsschummerung behalten sollten. Schließlich betont A. LEINER, wie auch schon W. MIKLAU, daß für den Maßstab 1:50 000 die Verwendung eines Orthophotos als Felszeichnungsunterlage nicht zielführend sei, weil hier infolge der notwendigen starken Generalisierung die Lagegenauigkeit der Felsstrukturen doch nicht mehr erhalten werden könne.

Es ist bemerkenswert, daß für das Probegebiet "Totes Gebirge" Felsdarstellungen aus Orthophotos in den Maßstäben 1:10 000 und 1:25 000 nach den Manieren von Brandstätter, Ebster und nach der amtlichen österreichischen Methode angefertigt werden konnten. Daraus ist wohl zu schließen, daß Orthophotos im flachen Kalkfels eine besonders gute Grundlage für die lagegenaue und vollständige Wiedergabe der Felsstrukturen sind.

## FELSZEICHNUNGSVERSUCH HABICHT

Auch im nicht zu steilen Kristallin ist das Orthophoto vorteilhaft als Felszeichnungsunterlage zu verwenden. Das zeigt die Bearbeitung des Probegebietes Habicht-Glicksgrat im Stubaital. Das Probegebiet weist zwei N-S verlaufende Felskämme auf, deren Steilheit nicht so groß ist wie am Feldkopf, sondern eher an die Verhältnisse im Ochsner-Gebiet erinnert. In der dazwischen liegenden oberen Mischbachgrube breiten sich ausgeprägte Blockgletscher, Moränen und Schutthalden aus, deren Wiedergabe aus dem Orthophoto ebenfalls zu prüfen war. Ähnlich wie im Ochsner-Gebiet treten auch hier geringe Doppelabbildungen an N-S verlaufenden Steilhängen auf, die sich jedoch auf den Orthophotos beider Bilder des Raummodells gegenseitig ausschließen, so daß mit deren wechselseitiger Benützung Felsen- und Schuttstrukturen hochgezeichnet werden konnten (Abb. 20).

Die Bearbeitung übernahm R. HÖLBLING, der eine Fels- und Schuttzeichnung in der Manier L. Brandstätters im Maßstab 1:10 000 anfertigte. Die Hochzeichnung erfolgte in der von ihm oben geschilderten Weise unter ständiger Stereobetrachtung des Raummodells, welches ausgezeichneten Einblick in die Felsflanken bot, da hier keine so stark beschatteten Nordhänge auftreten wie etwa im Probegebiet "Totes Gebirge". Die aus der Österreichischen Manuskriptkarte 1:10 000 zur Verfügung stehenden Höhenschichtlinien wurden zusammen mit der Kantendarstellung in zuschärfender Manier hochgezeichnet, so daß sich ein harmonisches Bild der Geometrie des Felskörpers durch Höhenschichtlinien, Kanten- und Gefügezeichnung ergab. Besonders gut und lagerichtig konnten die Schutt- und Moränenmassen aus dem Orthophoto entnommen werden. Die Ausführung dieser Kartenprobe 1:10 000 erforderte 25 Stunden Arbeitszeit (Abb. 21).

## STEREO-ORTHOPHOTOS ALS FELSZEICHNUNGSUNTERLAGE

Die Felszeichnungsversuche in den 5 Probegebieten 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 Benutzung 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.

R. HÖBLING beschrieb diese Arbeitsweise eingehend bei der Schilderung des Felszeichnungsversuches "Totes Gebirge". Auch bei der Bearbeitung der anderen Probegebiete wurde in ähnlicher Weise vorgegangen.

Eine Verbesserung dieser Arbeitsweise wird sich ergeben, sobald Stereo-Orthophotos der Felsgebiete verfügbar sein werden. Erfahrungen, die mit Stereo-Orthophotos nicht felsiger Gebiete gemacht wurden, lassen erwarten, daß auch in Felsgebieten Stereo-Orthophotos zur räumlichen Betrachtung und zur Hochzeichnung der gewünschten Strukturen

gleichzeitig 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 Orthophotomodell 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 wahrscheinlich die Felszeichnung aus Orthophotos wesentlich erleichtern und beschleunigen.

Zur Zeit der Abfassung dieses Forschungsberichtes waren noch keine Stereo-Orthophotos aus Felsgebieten verfügbar. Für ein solches Gebiet aus dem Raum der Hohen Wand, südlich von Wien wurden jedoch am Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen aus einem Luftbildpaar des Maßstabes 1:18 000 sowohl eine Analogauswertung der Höhenschichtlinien als auch eine digitale Datenerfassung mit Magnetbandregistrierung für die Anfertigung von Stereo-Orthophotos vorgenommen. Diese werden am Wild-Avioplan OR 1 mit dem Softwarepaket SORA-St hergestellt und mit ihrer Hilfe sollen dann Versuche zur Felstdarstellung aus Stereo-Orthophotos durchgeführt werden.

## SCHLUSZ

Einleitend wurde darauf hingewiesen, daß im Rahmen dieser Forschungsarbeit zu untersuchen war, ob durch die Verwendung von Orthophotos die Felsdarstellung auf topographischen Karten verbessert und erleichtert werden könne, wobei

1. eine bessere Lagegenauigkeit der Felsstrukturen,
2. die größere Vollständigkeit ihrer Erfassung und
3. eine Erleichterung und Beschleunigung der Felszeichenarbeit erreicht werden sollte.

Für Maßstäbe 1:10 000 bis 1:25 000, wie sie als Hochgebirgskarten der Landesaufnahme und für Touristenzwecke weit verbreitet sind, kann das Orthophoto im Flachfels- und auch im nicht zu stark geneigten Steilfelsgebiet als Felszeichnungsunterlage eingesetzt werden, wenn folgendermaßen vorgegangen wird:

1. Orthophotoherstellung an Geräten mit optischer Interpolation,
2. Herstellung der Orthophotos sowohl des linken als auch des rechten Bildes eines Modells, um möglichst günstige Lagen des Hauptpunktes zum Gelände zu erhalten,
3. Felderkundungen an Hand des Orthophotos und Anfertigung von terrestrischen Ansichtsskizzen oder -photos.
4. Ständige Benützung des Stereoskops während der Felszeichnungstätigkeit, um Strukturen im Orthophoto richtig zu deuten und auszuwählen. Dies wird in Zukunft durch die Verwendung von Stereo-Orthophotos wahrscheinlich erleichtert werden können.

Für kleinere Kartenmaßstäbe (1:50 000 und kleiner) lohnt sich die Verwendung eines Orthophotos bei der Felszeichnung nicht, weil die damit erzielbare Lagegenauigkeit und Vollständigkeit der Felsstruk-

turen infolge der notwendigen starken Generalisierung solcher Karten nicht ausgenützt werden kann.

Für die Maßstäbe 1:25 000 und größer ist sie jedoch von Bedeutung; da alle Bearbeiter der Kartenproben auf die mit dem Orthophoto erreichbare Lagegenauigkeit und Vollständigkeit der Felszeichnung und auf deren gute Übereinstimmung mit den Höhenschichtlinien hingewiesen haben, können die Punkte 1 und 2 - bessere Lagegenauigkeit und größere Vollständigkeit - als erfüllt betrachtet werden.

Punkt 3: Die Erleichterung und Beschleunigung der Felszeichnungsarbeit betrifft zunächst einmal das von W. MIKLAU hervorgehobene weitgehende Weglassen der Grundrißauswertung im Fels am Stereoauswertegerät, sobald ein Orthophoto benützt werden kann. Dies wird sich zukünftig durch Verwendung von Stereo-Orthophotos noch verbessern lassen. Die rein zeichnerische Erleichterung und Beschleunigung kommt weniger für Experten dieser Methode sondern wohl in erster Linie für ungeübte Felszeichner oder überhaupt für Anfänger in der Felstopographie in Frage. Daß für Diplomanden das Orthophoto eine entscheidende Starthilfe war und daß sie ohne Orthophoto kaum eine lagerichtige, vollständige und anschauliche Felszeichnung zu Stande gebracht hätten, wurde ja mehrfach betont.

Das Orthophoto ist sicherlich nicht das alleinige Hilfsmittel des Felstopographen der Zukunft. Legt man aber Wert auf exakte und vollständige Felstdarstellungen in großmaßstäblichen topographischen Karten, so wird man wohl am Orthophoto nicht mehr vorüber gehen können und das umso weniger, da es dem jungen Topographen schneller als bisher den Zugang zu einer erfolgreichen Felszeichnungstätigkeit eröffnen kann.

LITERATUR

- (1) Finsterwalder, Rüd.: Zur Aufnahme der Alpenvereinskarte  
"Hochkönig-Hagengebirge".  
Alpenvereins-Jahrbuch 1972, Herausgegeben  
v. D.u.Ö. Alpenverein, München, Innsbruck 1972
- (2) Birkner, F.: "Untersuchungen zur Felsdarstellung in amt-  
lichen topographischen Karten mit Hilfe der  
Orthophototechnik".  
Diplomarbeit am Institut für Kartographie  
und Reproduktionstechnik, T.U. Wien 1974
- (3) Knöpfli, R.: "Die Felsdarstellung in amtlichen Karten und  
Plänen der Schweiz".  
Eidgenössische Landestopographie Wabern-Bern 1970
- (4) Hölbling, R.: "Untersuchungen zur Felsdarstellung in Alpen-  
vereinskarten mit Hilfe der Orthophototechnik".  
Diplomarbeit am Institut für Kartographie und  
Reproduktionstechnik der T.U. Wien 1974

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

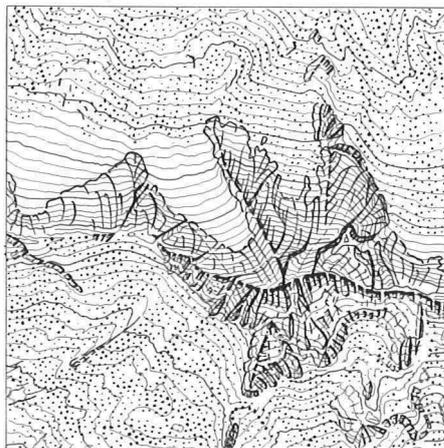
SEITE

1: Ochsner 3107 m aus der Gunggl	45
2: Orthophoto Ochsner 1:10 000, rechtes Bild	45
3: Orthophoto Ochsner 1:10 000, linkes Bild	51
4: Felszeichnung Ochsner 1:10 000, Manier Österr. Landesaufnahme	53
5: Felszeichnung Ochsner 1:25 000, Manier Österr. Landesaufnahme	47
6: Felszeichnung Ochsner 1:10 000, Manier Eidgenöss. Landestopographie	55
7: Westgrat Feldkopf gegen Rotkopf	57
8: Orthophoto Feldkopf 1:10 000, rechtes Bild	59
9: Orthophoto Feldkopf 1:10 000, linkes Bild mit aufgedruckter Felszeichnung	61
10: Felszeichnung Feldkopf 1:25 000	57
11: Orthophoto Muttekopf 1:10 000	63
12: Felszeichnung Muttekopf 1:10 000	65
13: Felszeichnung Muttekopf 1:25 000	67
14: Teublberg 2327 m im Toten Gebirge von NO	69
15: Orthophoto Totes Gebirge 1:10 000	71
16: Felszeichnung Totes Gebirge 1:10 000, Manier Brandstätter	73
17: Felszeichnung Totes Gebirge 1:10 000, Manier Ebster	75
18: Felszeichnung Totes Gebirge 1:25 000, Manier Ebster	69
19: Felszeichnung Totes Gebirge 1:25 000, Manier Österr. Landesaufnahme	77
20: Orthophoto Habicht 1:10 000, linkes Bild	79
21: Felszeichnung Habicht 1:10 000	81



**Abbildung 1**

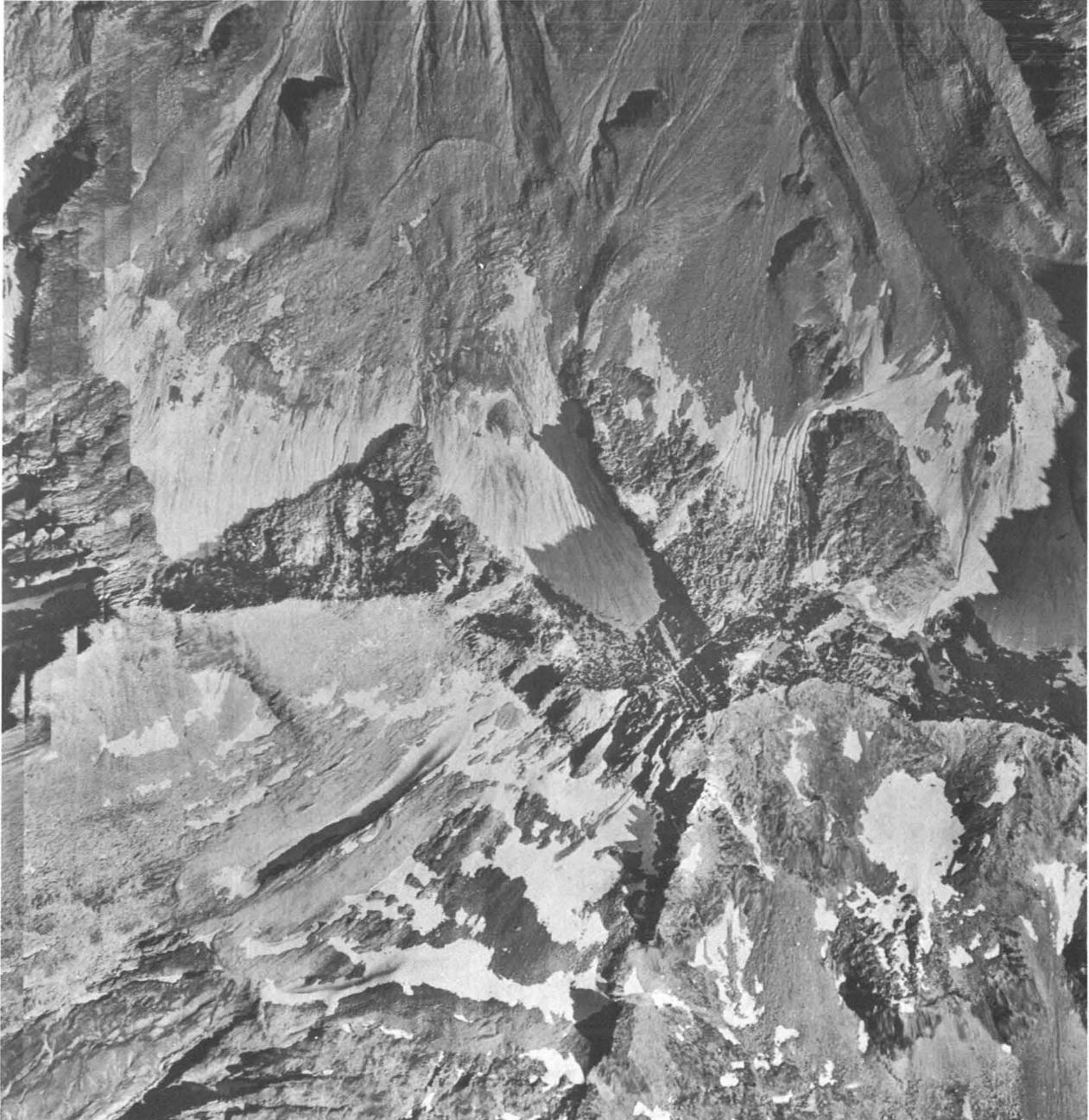
Ochsner 3107 m, Zillertaler Alpen aus der Gunggl.  
Aufnahme E. JIRESCH



**Abbildung 5**

Generalisierte Felszeichnung 1:25 000  
des Ochsnergebietes in Manier der  
Österreichischen Landesaufnahme.

Zeichnung F. B I R K N E R  
(Diplomarbeit am Institut für Kar-  
tographie und Reproduktionstechnik  
TU Wien)



**Abbildung 2**

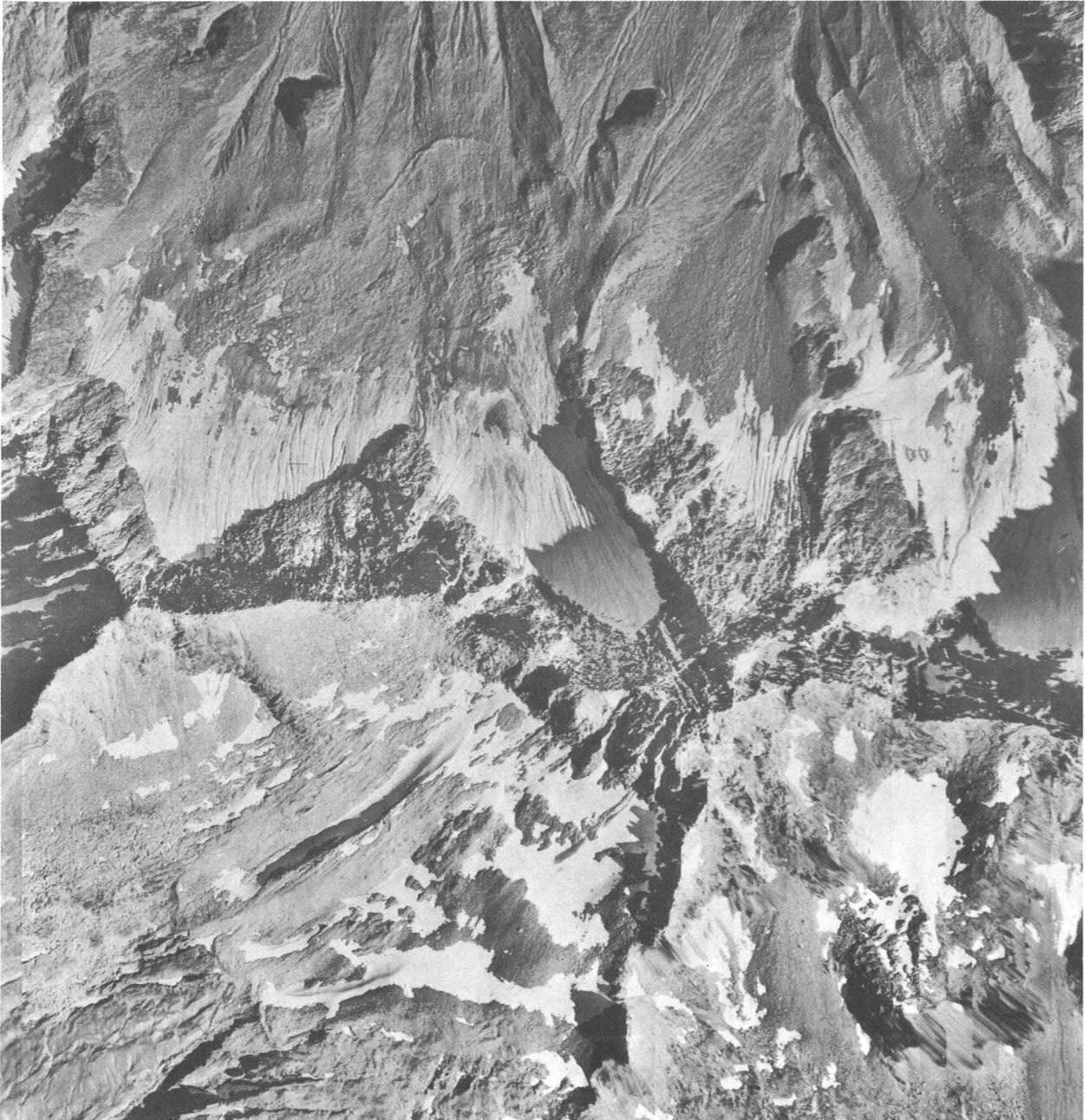
Orthophoto Probegebiet Ochsner 1:10 000

Rechtes Bild mit fehlerhafter Abbildung am westlichen Bildrand.

Vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes für Eich-und Vermessungswesen (Landesaufnahme) in Wien;  
G.ZI. 60.809/76

Orthophotoherstellung im Institut für Angewandte Geodäsie Frankfurt/Main am Orthoprojektor GZ 1 mit optischer Interpolation.

Streifenbreite 4 mm, Blendenbreite 1 mm.

**Abbildung 3**

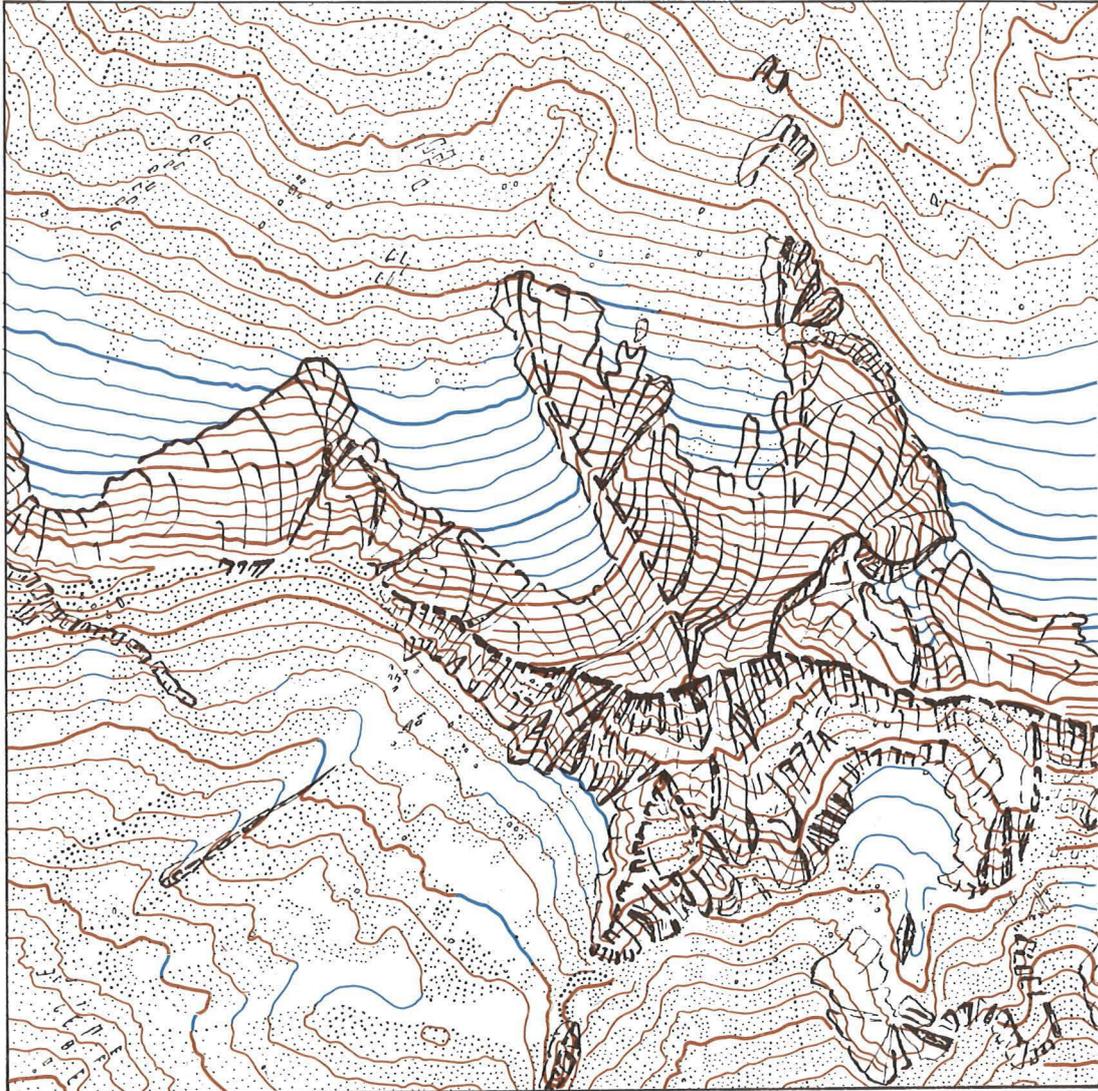
Orthophoto Probegebiet Ochsner 1:10 000

Linkes Bild mit fehlerhafter Abbildung am östlichen Bildrand.

Vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme) in Wien;  
G.ZI. 60.809/76

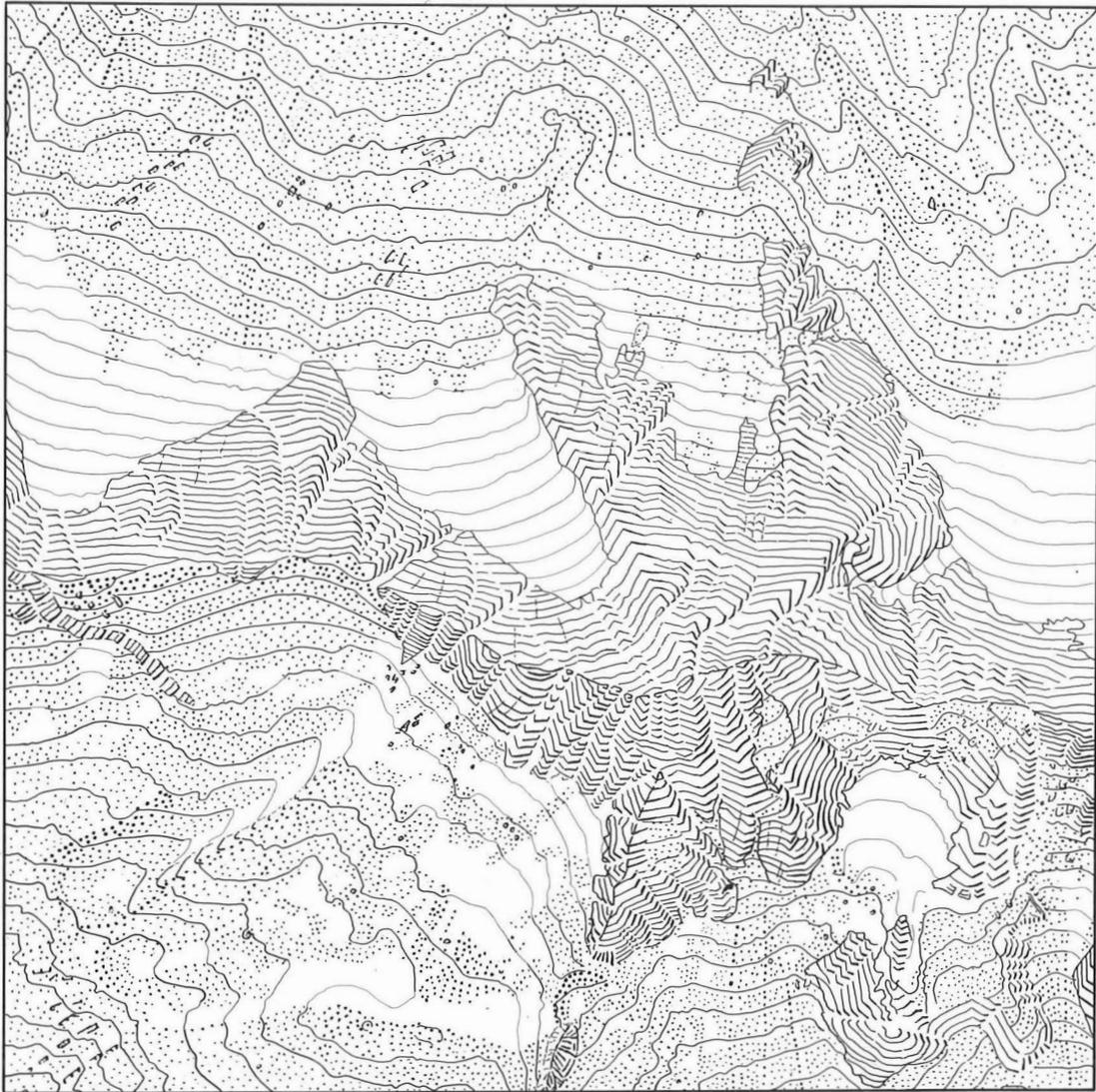
Orthophotoherstellung im Institut für Angewandte Geodäsie Frankfurt/Main am Orthoprojektor GZ 1 mit optischer Interpolation.

Streifenbreite 4 mm, Blendenbreite 1 mm.



**Abbildung 4**

Felszeichnung Ochsengebiet im Maßstab 1:10 000 in Manier der Österreichischen Landesaufnahme.  
Zeichnung F. B I R K N E R (Diplomarbeit am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik TU Wien)



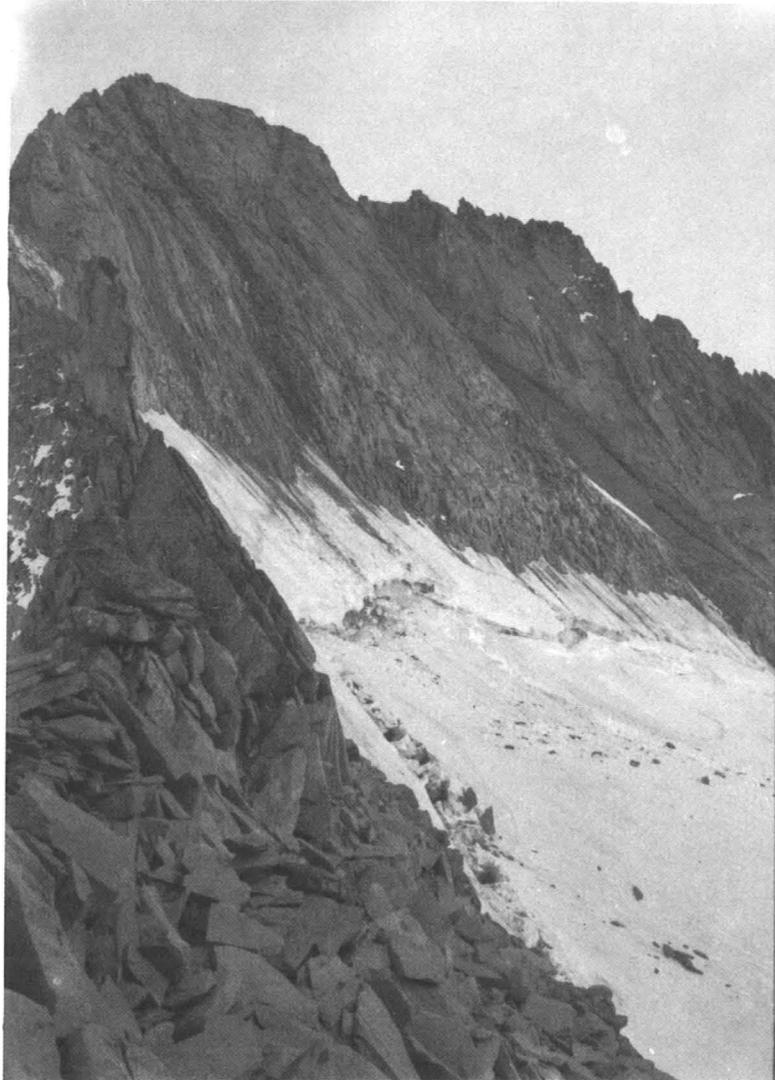
**Abbildung 6**

Felszeichnung Ochsenberge im Maßstab 1:10 000 in Manier der Eidgenössischen Landestopographie.  
Zeichnung F. B I R K N E R (Diplomarbeit am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik TU Wien)

**Abbildung 7**

Blick vom Westgrat der Zsigmondy Spitze in den Zillertaler Alpen gegen Rotkopf

Aufnahme E. JIRESCH

**Abbildung 10**

Felsdarstellung Feldkopf 1:25 000 nach einem Orthophoto

1:10 000 in Manier der Österreichischen Landesaufnahme.

Zusammendruck mit den Höhenschichtlinien der amtlichen Karte

1:50 000.

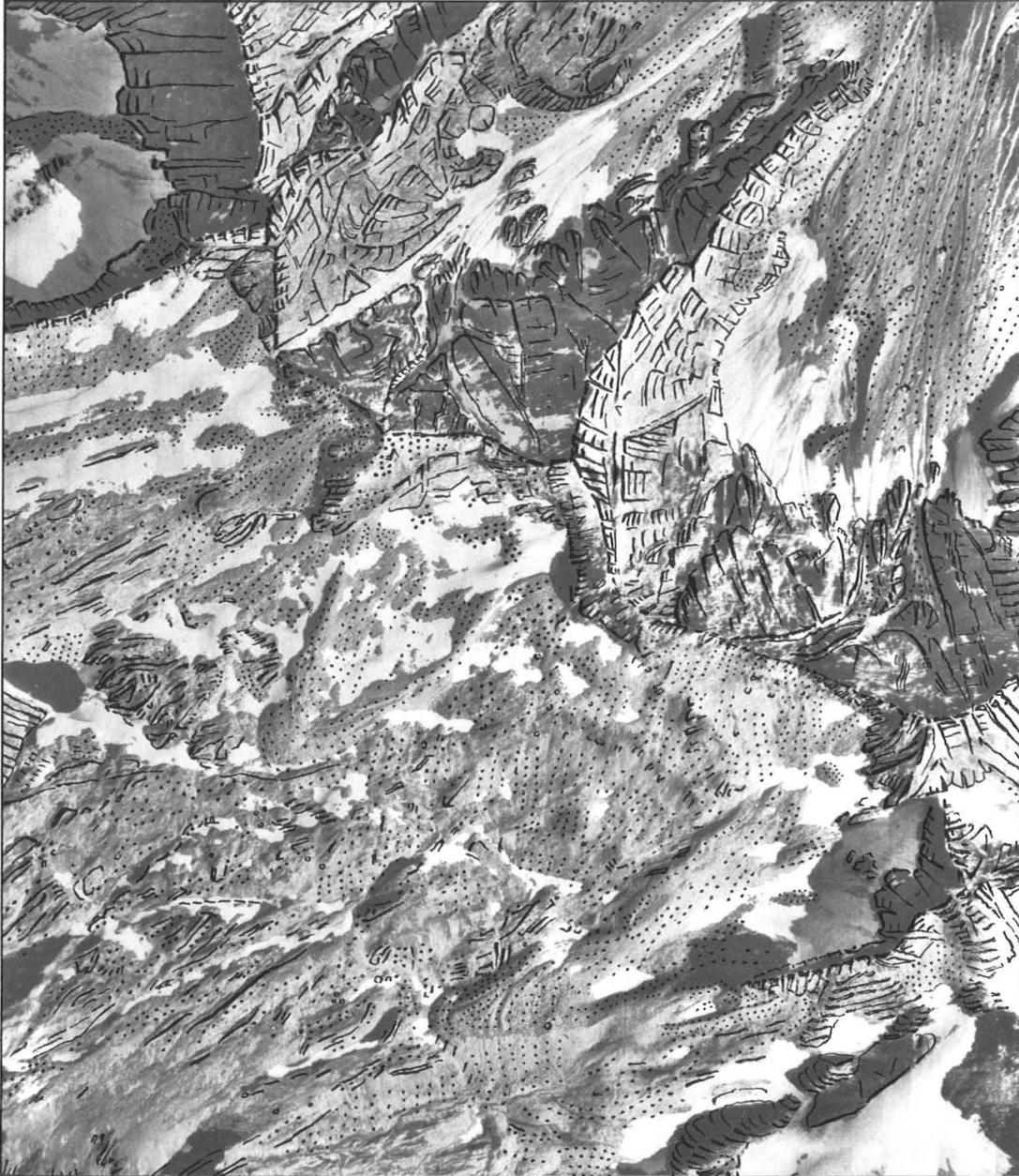
Zeichnung E. JIRESCH.

**Abbildung 8**

Orthophoto Probegebiet Feldkopf 1:10 000  
Rechtes Bild mit fehlerhafter Abbildung im Nordteil.

Vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme) in Wien;  
G.Zl. 60.809/76

Orthophotoherstellung im Institut für Angewandte Geodäsie Frankfurt/Main  
am Orthoprojektor GZ 1 mit optischer Interpolation.  
Streifenbreite 4 mm, Blendenbreite 1 mm.



**Abbildung 9**

Orthophoto Probegebiet Feldkopf 1:10 000  
 Linkes Bild ohne Fehlerstellen mit eingepaßter Felszeichnung  
 in Manier der Österreichischen Landesaufnahme.  
 Zeichnung E.JIRESCH.

Vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme) in Wien;  
 G.ZI. 60.809/76

Orthophotoherstellung im Institut für Angewandte Geodäsie Frankfurt/Main  
 am Orthoprojektor GZ 1 mit optischer Interpolation.  
 Streifenbreite 4 mm, Blendenbreite 1 mm.

**Abbildung 11**

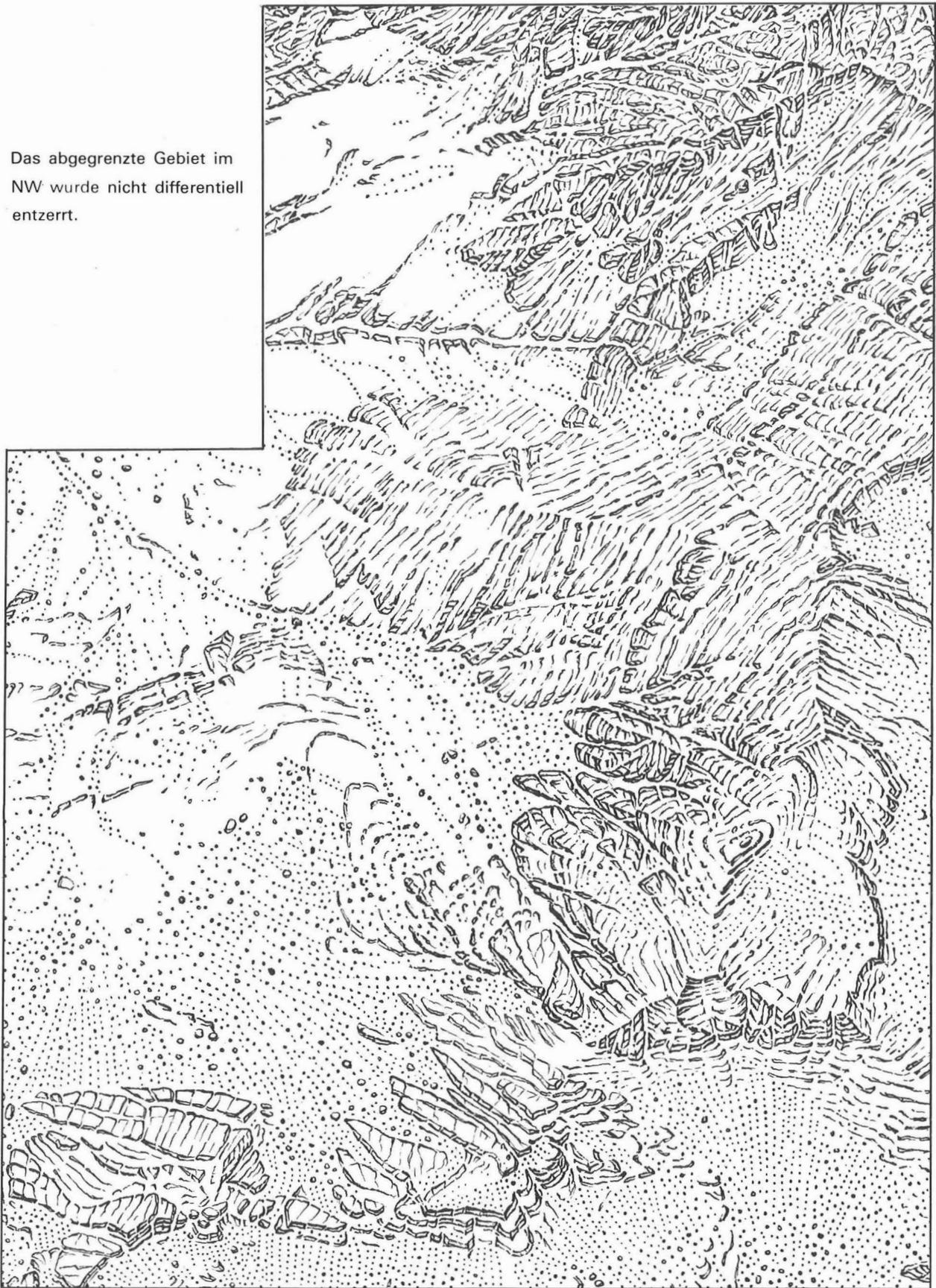
Orthophoto Probegebiet Muttekopf 1:10 000

Vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme) in Wien;  
G.Zl. 60.809/76

Orthophotoherstellung im Institut für Angewandte Geodäsie Frankfurt/Main am Orthoprojektor GZ 1 mit optischer Interpolation.

Streifenbreite 4 mm, Blendenbreite 1 mm.

Das abgegrenzte Gebiet im  
NW wurde nicht differentiell  
entzerrt.



**Abbildung 12**

Zeichnung W. MIKLAU.

Felszeichnung Muttekopf 1:10 000 nach dem Orthophoto der  
Abbildung 11 in Manier der Österreichischen Landesaufnahme.



**Abbildung 13**

Felsdarstellung Muttekopf 1:25 000 nach Orthophoto 1:10 000.  
Zusammendruck mit den Höhenschichtlinien der amtlichen Karte  
1:50 000.

Zeichnung W. MIKLAU.



**Abbildung 14**

Temlberg im Totes Gebirge von Nordosten

Aufnahme A. LECHNER



## Felsdarstellung anhand eines Orthophotos

Gebiet: Totes Gebirge (Temlberg) Manier: Ebster

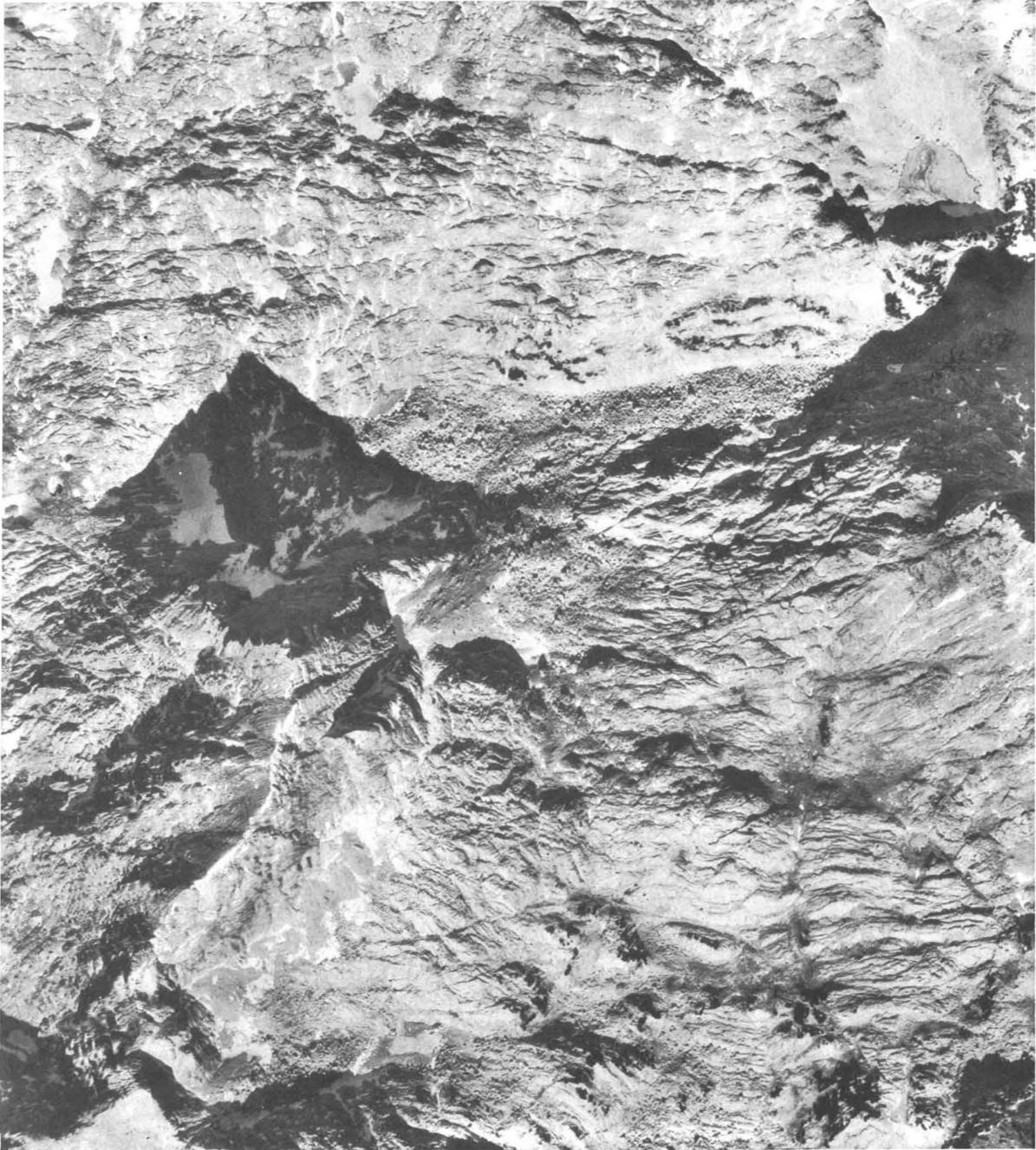
Zeichnung: Reinhard Hölbling

Maßstab 1: 25 000

0 m 200 400 600 800 1000

Diplomarbeit am Institut für  
Kartographie und Reproduktionstechnik  
TH Wien 1974

**Abbildung 18**



**Abbildung 15**

Orthophoto Totes Gebirge 1:10 000

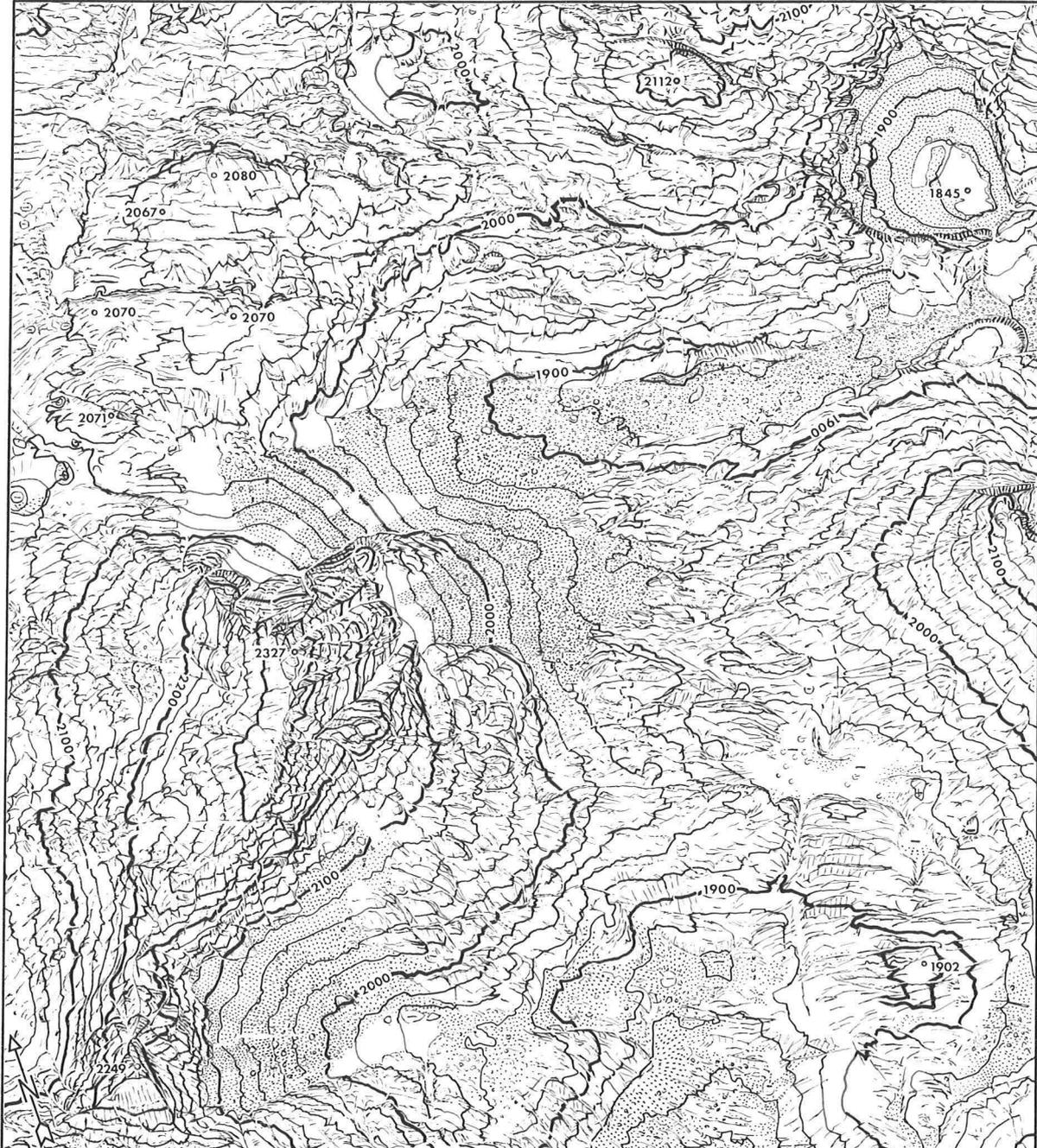
Vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme) in Wien;  
G.ZI. 60.809/76

Orthophotoherstellung im Institut für Angewandte Geodäsie Frankfurt/Main am Orthoprojektor GZ 1 mit  
optischer Interpolation. Streifenbreite 4 mm, Blendenbreite 1 mm.

## Felsdarstellung anhand eines Orthophotos

Gebiet: Totes Gebirge (Temlberg)

Manier: Brandstätter



Zeichnung: Reinhard Hölbling

Diplomarbeit am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik TH Wien 1974

**Abbildung 16**

Maßstab 1:10 000

# Felsdarstellung anhand eines Orthophotos

Gebiet: Totes Gebirge (Tembelberg)

Manier: Ebster



0 m 100 200 300 400 500

Zeichnung: Reinhard Hölbling

Diplomarbeit am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik TH Wien 1974

**Abbildung 17**

Maßstab 1:10 000



**Abbildung 19**

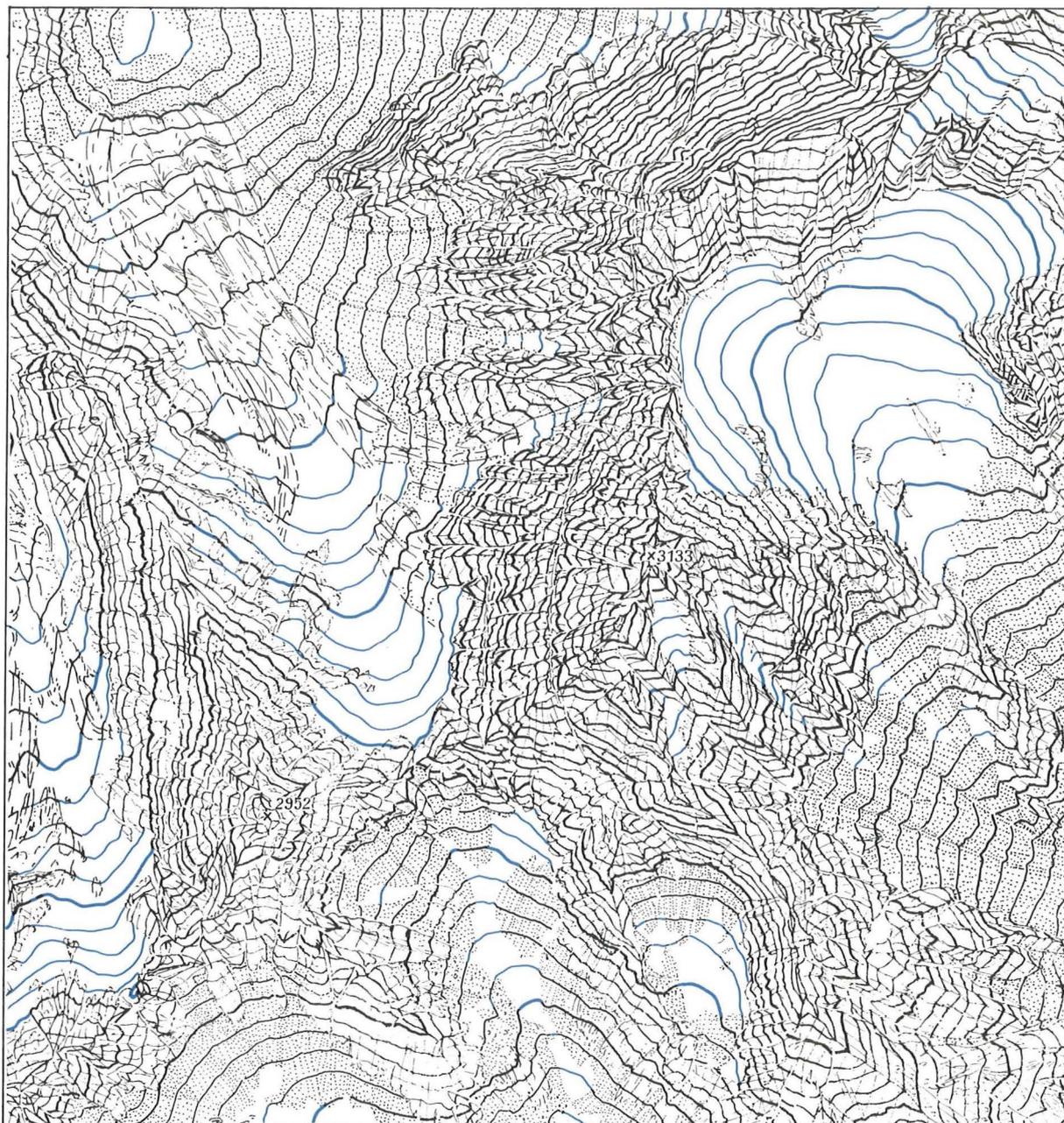
Felsdarstellung anhand eines Orthophotos vom Toten Gebirge  
Maßstab 1:25 000 in Manier der Österreichischen Landesaufnahme.  
Zeichnung A. LEINER.

**Abbildung 20**

Orthophoto Probegebiet Habicht 1:10 000

Vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes für Eich-und Vermessungswesen (Landesaufnahme) in Wien;  
G.Zl. 60.809/76

Orthophotoherstellung im Institut für Angewandte Geodäsie Frankfurt/Main am Orthoprojektor GZ 1 mit  
optischer Interpolation. Streifenbreite 4 mm, Blendenbreite 1 mm.



**Abbildung 21**

Felsdarstellung des Probegebiets Habicht 1:10 000 in Manier Brandstätter  
Zeichnung R. HÖBLING.

Bisher erschienen:

- Heft 1 Kolloquium der Assistenten der Studienrichtung Vermessungswesen 1970 - 1973, Dezember 1973
- Heft 2 EGGER-PERDICH-PLACH-WAGENSOMMERER, Taschenrechner HP 45 und HP 65, Programme und Anwendung im Vermessungswesen, März 1974
- Heft 2a EGGER-PERDICH-PLACH-WAGENSOMMERER, Special Edition in English of Vol. 2, Pocket Computer HP 65, Programs for Surveying Engineering, Juli 1974
- Heft 2 EGGER-PERDICH-PLACH-WAGENSOMMERER, Taschenrechner HP 45 und HP 65, Programme und Anwendung im Vermessungswesen, 2. verbesserte Auflage, November 1974
- Heft 3 Kolloquium der Assistenten der Studienrichtung Vermessungswesen 1973 - 1974, September 1974
- Heft 4 EGGER-PALFINGER-PERDICH-PLACH-WAGENSOMMERER, Tektronix-Tischrechner TEK 31, Programmbibliothek für den Einsatz im Vermessungswesen, November 1974
- Heft 5 K, LEDERSTEGER, Die horizontale Isostasie und das isostatische Geoid, Februar 1975
- Heft 6 F. REICHHART, Katalog von FK4 Horrebow-Paaren für Breiten von  $+30^{\circ}$  bis  $+60^{\circ}$ , Oktober 1975
- Heft 7 Arbeiten aus dem Institut für Höhere Geodäsie, Dezember 1975

In Kürze erscheint :

- Heft 8 Veröffentlichungen des Instituts für Photogrammetrie zum XIII. Internationalen Kongreß für Photogrammetrie, Helsinki 1976, Juli 1976