

Photogeologische Karte eines Teiles der Goldberggruppe

(Hohe Tauern)

Geologische Luftbildinterpretation I

Von **Herwig F. Holzer**¹⁾

(Mit Tafel III)

Zusammenfassung

Einleitenden Bemerkungen über Photogeologie, Methodik, Instrumente und einem geschichtlichen Rückblick folgen Hinweise auf die Anwendungsmöglichkeiten in Österreich. Es wird über die beiliegende photogeologische Karte, über die Ergebnisse der Photointerpretation sowie ergänzende Feldbeobachtungen berichtet. Da das Studium von Luftbildern die geologische Feldarbeit wesentlich erleichtern kann, wird eine weitgehende Verwendung der Luftphotos empfohlen.

Summary

The article presents a brief review of photogeology, its methods and instruments. Since at present approximately 75% of Austria's territory is covered by aerial photographs, the use of air photos as valuable tool for all branches of geologic work is emphasized. According to the climatic conditions in Austria, photogeological methods will render best results in the higher regions of the Alps. Some explanatory remarks on the photogeological map of Goldberggruppe are followed by the results of field investigations of the terrane in question.

I. Allgemeines

Flugwesen, Aufnahmekameras, photographische Technik, photogrammetrische Instrumente und Methoden sind in den letzten Jahren rasch weiterentwickelt und immer mehr verfeinert worden. Luftbilder sind in vielen Ländern zu einem unentbehrlichen Hilfsmittel in der Hand des Geologen geworden. Die wirtschaftliche und wissenschaftliche Bedeutung der Luftphotographie für geologische Fragen und Anwendungsgebiete aller Art ist zahllosen, in der Literatur verstreuten Berichten zu entnehmen. Heute besitzen viele technische Unternehmungen, Ölfirnen, geologische Landesanstalten usw. eigene Arbeitsstellen, welche die geologische Auswertung von Luftphotos durchführen. Die Bedeutung der Luftbildinterpretation wird durch die Tatsache unterstrichen, daß erstmals beim Internationalen Kongreß für Photogrammetrie in Washington 1952 eine eigene Kommission für Photointerpretation eingesetzt wurde, u. zw. zu den Themen:

- a) Bestandsaufnahme der natürlichen Hilfsquellen, soweit sie dem Luftbild zugänglich sind,
- b) Fragen des Ingenieurbauwesens,
- c) Militärische Luftbildinterpretation.

¹⁾ Adresse des Verfassers: Geologische Bundesanstalt, Wien 3.

Moderne Luftbilder geben dem Geologen die Gelegenheit, große Geländeauschnitte in Muße zu betrachten und zu studieren, und damit die Möglichkeit, regionale Zusammenhänge zu erkennen, welche im Felde oft nur schwer und mit großem Zeitaufwand zu gewinnen sind. Details, die im Terrain leicht übersehen werden, treten im Luftphoto oft erstaunlich klar hervor. Gelände, das zu Fuß schwierig erreichbar ist, liegt im stereoskopischen Modell offen vor dem Auge des Betrachters. Das meist mühselige Aufsuchen von Aufschlüssen in Waldgebieten kann mit Hilfe des Luftbildes wesentlich erleichtert werden. Mit Hilfe geeigneter photogrammetrischer Methoden können auch sehr genaue Messungen durchgeführt werden. Die aus dem Luftbilde beziehbaren geologischen Informationen wechseln nach Quantität und Qualität in verschiedenem Ausmaß und sind von vielen Faktoren, in erster Linie von der Geländebeschaffenheit selbst, abhängig. Luftbilder haben eine sehr vielfältige Verwendungsmöglichkeit. Allerdings muß betont werden, daß sie niemals die Feldarbeit selbst voll ersetzen können, wohl aber ein wertvolles Hilfsmittel darstellen. Geologische Interpretation von Luftphotos sollte jeder Feldarbeit vorangehen, und während dieser sowie nachher Anwendung finden. Auf alle Fälle müssen die aus den Bildern gewonnenen Daten im Felde überprüft werden, da Fehlinterpretationen möglich sind.

Definition. Im englischen Sprachraum wird für unseren Arbeitsbereich der Ausdruck „photogeology“ verwendet. H. Roscoe (1953) definiert photogeology (in freier Übersetzung!) als die Anwendung von Photointerpretation im Hinblick auf die Lösung geologischer Probleme. Es wird häufig zwischen einfachem Photo-Lesen und Photo-Interpretation unterschieden. Z. B. wird jedermann auf einem Luftbild eine Straße als solche erkennen: Photo-Lesen. Eine verlässliche Bestimmung von Art, Ausmaß, Konstruktion usw. dieser Straße auf Grund verschiedener, aus dem Luftbild ablesbarer Daten, und mit Hilfe bestimmter Methoden und Erfahrungen: Photo-Interpretation. Im deutschen Schrifttum wurde der Ausdruck „Photogeologie“ unseres Wissens erstmals von R. Helbling (1948) angewendet.

Im folgenden möge unter Photogeologie die Anwendung von Photointerpretation für die Zwecke geologischer Forschung verstanden werden.

Methodik, Instrumentelles. Es ist hier nicht der Platz, eine Einführung in Luftphotographie und Photogrammetrie zu geben. Das ist in jedem einschlägigen Werk nachzuschlagen. Einige Hinweise über Methodik und Instrumentelles aber dürften für den der Materie fernstehenden Fachkollegen am Platze sein, wobei wir uns auf die dem Geologen in Österreich offenstehenden Möglichkeiten beschränken wollen.

Unser Staatsgebiet ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt zu rund zwei Dritteln „geflogen“ (Karte 1:500.000 „Luftbilddeckung“ des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen). Es liegen über diesen Raum vertikale Luftbilder (schwarz-weiß, Negativformat 18×18 cm) in einem Bildmaßstab von annähernd 1:20.000 vor (Maßstab: eine Funktion von Flughöhe und Brennweite der Aufnahmekamera). Die Bilder können natürlich beliebig vergrößert werden. Kopien werden in Hochglanz oder matt ausgeführt. An und für sich sind die glänzenden Kopien für die Zwecke der Interpretation geeigneter. Sollen hingegen Eintragungen auf den Bildern gemacht werden, empfiehlt sich die matte Ausführung.

Das in letzter Zeit in Dienst gestellte Vermessungsflugzeug läßt hoffen, daß in naher Zukunft das gesamte Bundesgebiet durch Luftbilder gedeckt sein wird. Die Kopien sind unter gewissen einschränkenden Bedingungen käuflich, d. h., geologische Arbeiten könnten in Hinkunft stets unter Zuhilfenahme dieser Bilder erfolgen.

Für geologische Zwecke werden auch anderswo meist vertikale Schwarzweiß-Photos verwendet. In den USA. z. B. finden auch Schräg-Aufnahmen sowie (oft speziell für geologische Zwecke hergestellte) Farbphotos Anwendung.

Vertikale Luftbilder werden gewöhnlich so gemacht, daß eine im Flugzeugkörper starr angebrachte Reihenmeßkammer in regelmäßigen Intervallen exponiert wird. Die Kamera-Achse darf nicht mehr als höchstens 3 Grad von der Vertikalen abweichen. Die Auslösemomente werden, je nach Flughöhe und Brennweite des Objektivs (und damit Maßstab) so gewählt, daß zwei aufeinander folgende Aufnahmen einander zu etwa 60% überdecken. Ein einzelnes Luftbild (für den Ungeübten ein etwas ungewohntes Abbild der Erdoberfläche) kann bereits vom Geologen verwendet werden. Auch können die Bilder zu Mosaiks zusammengesetzt werden. Großes Gewicht sei dabei auf die Feststellung gelegt, daß bei stereoskopischer Betrachtung ungleich mehr aus den Luftbildern herausgelesen werden kann. Innerhalb der oben genannten 60prozentigen Überdeckung eines Photopaars ist mit Hilfe einfacher Geräte — Linsen- oder Spiegel-Prismenstereoskope — ein dreidimensionales Modell des Geländeabschnittes zu sehen. (Für Geländearbeit besonders geeignet das Taschenstereoskop der Firma Zeiss-Aerotopograph/München). Das Raummodell weist eine Reliefübertreibung auf, welche aus dem weiten Abstand der Kamera-Auslösepunkte, verglichen zum menschlichen Augenabstand, resultiert. Die stereoskopische Übertreibung verdeutlicht besonders feine Strukturen und Geländeunterschiede, was für die Interpretation von Nutzen ist. Daß damit auch eventuell sichtbares Schichtfallen übertrieben wird, ist klar. Bei einiger Übung jedoch läßt sich dieses annähernd richtig einschätzen, kann auch mit Hilfe von Zusatzgeräten gemessen werden.

Man muß sich vor Augen halten, daß Luftbilder eine radiale, und nicht eine orthographische Projektion darstellen. Das heißt, wir können die aus den Bildern entnommenen geologischen Daten nicht ohne weiteres in die Karte übertragen. Dies kann mit Hilfe der zeichnerischen Radialtriangulation oder mit Radialschlitz-Triangulation erfolgen. Beide Methoden sind ziemlich zeitraubend, geben aber bei sorgfältiger Durchführung Resultate, die durchaus unterhalb der für geologische Karten annehmbaren Fehlergrenzen liegen. Bei größeren Arbeiten, vor allem, wenn Messungen erforderlich sind, finden photogrammetrische Instrumente Verwendung. Das einfachste Gerät ist das jedem besseren Stereoskop beigegebene Stereometer. Den Bedürfnissen der Photointerpretation entsprechen besonders die in letzter Zeit von Zeiss herausgebrachten Geräte Luftbildumzeichner und Stereopret. Photogrammetrische Instrumente, wie das Zeiss'sche Stereotop, oder solche höherer Ordnung, wie Kelsh-Plotter, Multiplex, Stereoplanigraph und andere kommen für unseren engeren Rahmen wohl nicht in Betracht, zumal viele dieser Geräte Glasdiapositive der Luftbilder verwenden.

Zur Verwendung der Luftbilder des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen ist noch zu sagen: Die Flugrichtung der Bildstreifen ist, wie allgemein üblich, in der Regel Ost—West. Die geographische Lage der Bilder kann leicht aus den von obigem Amt ausgegebenen Kopien der Karte 1 : 50.000 entnommen werden, auf welchen die Hauptpunkte der Photos mit entsprechender Numerierung eingetragen sind. Die annähernde Nordrichtung der Bilder ist an dem auf der Rückseite der Kopien aufgedruckten Stempel des Amtes leicht erkennbar — die Schriftzüge verlaufen Ost—West.

Zur Interpretation. Bei stereoskopischer Betrachtung eines Bildpaares haben wir ein verkleinertes, dreidimensionales Modell eines Geländeausschnittes vor uns. Dieses zeigt sehr viele den Erdwissenschaftler interessierende Daten, die auch in der besten topographischen Karte nicht enthalten sein können. Da wir bei der Interpretation nicht das Objekt selbst, sondern ein Modell desselben untersuchen, ist ein sofortiges Nachprüfen nicht möglich. Wir sind damit in erster Linie auf das Erkennen bzw. Wiedererkennen geologischer Gegebenheiten angewiesen. T. Hagen (1950) schreibt: „Photo-Interpretation verlangt vom Interpreten neben Zeit und Muße die Fähigkeit, feine Nuancen in den Bildern zu erkennen. Es liegt in der Natur der Sache, daß nicht am konkreten Objekt geforscht oder gar gemessen werden kann, sondern nur an seinem Modell. Und auch bei diesem führen oft einige (meist vage erkannte) Gesetzmäßigkeiten dazu, sich vom Aufbau des Objekts eine bestimmte Vorstellung, eine Idee, zu machen. Die praktische Aufgabe der Interpretation ist dann nur das Herausfinden von Beweisen, die entweder diese Idee zur Gewißheit erhärten oder sie zunichte machen. Im letzteren Falle muß eine neue Idee geboren und bewiesen werden. Oft finden sich die Beweise für eine Idee gar nicht auf demjenigen Bild, das die ersten Anhaltspunkte für diese Idee gegeben hat. Wenn beispielsweise in einem bestimmten Luftbild das Relief und die Pflanzendecke andeuten, daß möglicherweise eine Antiklinale vorliegen könnte, so wird der Interpret in der vermuteten Streichrichtung suchen, bis er irgendwo auf benachbarten Bildern deutliche Schichtköpfe oder gar eine Schichtumbiegung .. findet“.

Der Photogeologe wird selbstverständlich umso mehr aus den Bildern ablesen können, desto größere Geländeerfahrung er besitzt.

Es ist im allgemeinen leicht, auf Luftbildern die Form eines Objekts zu erkennen, nicht aber den Stoff, aus dem es besteht. Meist kann aus der Ersteren auf den Letzteren geschlossen werden. Z. B. weisen die verschiedenen Verwitterungsformen auf die petrographische Natur des Gesteins hin. Von entscheidender Bedeutung ist die geomorphologische Wertigkeit der Gesteine. Weiters sind Geländeform, Vegetation, Farbunterschiede des Gesteins, Feuchtigkeitsgrad, Strukturen und anderes Ausgangspunkte für die Interpretation. Aufgabe der Photogeologie ist die Darstellung von lithologischen Grenzen, die Kartierung von Lockermassen und Anstehendem, von Verwerfungen und Bruchlinien, das Erkennen von Strukturen, glazialen Erscheinungen. Weiters die Untersuchung der Landformen, des Gewässernetzes, der Vegetationsgrenzen und anderes mehr. Auf diesbezüglichen Studien können geologische und geomorphologische Folgerungen für größere Gebiete aufbauen. Wichtig

ist die möglichst detaillierte zeichnerische Darstellung, da man hierbei zur Zusammenfassung bzw. Trennung von Einheiten gezwungen ist.

Mancherorts ist man darangegangen, sogenannte Interpretations-„Schlüssel“ anzulegen. Diese sollen dem Bearbeiter bei der Bestimmung fraglicher Objekte helfen, vor allem, wenn das zu studierende Gelände aus irgendwelchen Gründen schwer oder nicht zugänglich ist. Interpretations-Schlüssel sind neben schriftlichem Material Luftbildsammlungen von im Gelände studierten und gut bekannten Vergleichsobjekten. Als Beispiel denke man sich eine Sammlung von Bildern rezenter Vulkangebiete, die von eingearbeiteten und mit dem Terrain vertrauten Geologen interpretiert und beschrieben sind. Solche Luftbilder können bei der Bearbeitung anderer Vulkangebiete wertvolle Vergleichsmöglichkeiten liefern.

Historisches. Da keine eigene Zeitschrift für Photointerpretation besteht, ist ein Überblick über die vorhandene Literatur nur schwer zu gewinnen. Vieles findet sich in der von der „American Society of Photogrammetry“ herausgegebenen, seit 1935 bestehenden Zeitschrift „Photogrammetric Engineering“. Andere Beiträge erscheinen gelegentlich in den Veröffentlichungen des U. S. Geological Survey und in verschiedenen Erdöl- und Bergbauzeitschriften. In deutscher Sprache ist die „Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin“ sowie „Luftbild und Luftbildmessung“ zu erwähnen. Das Schriftenverzeichnis auf Seite 34 enthält eine kleine Auswahl aus den in verschiedenen Zeitschriften verstreuten photogeologischen Arbeiten.

Wenn wir von Berichten absehen, in welchen Erdwissenschaftler ihre Eindrücke anlässlich eines Fluges wiedergeben (z. B. W. T. Lee: The face of the earth as seen from the air), so finden wir, daß etwa ab 1920 Geologen begannen, Luftbilder für ihre Forschungen zu verwenden, u. zw. zunächst nur als Einzelbilder oder Mosaiks. Bahnbrechend waren die mit Hilfe einfacher Geräte durchgeführten photogeologischen Arbeiten der B. P. M. in Neuguinea (1935—1937), bei welchen 35.000 Quadratmeilen schwierigst begehbaren Terrains studiert wurden und wichtige Ergebnisse erzielt werden konnten. Seit dieser Zeit findet der photogeologische Arbeitszweig in steigendem Maße Anwendung.

Eine sprunghafte Entwicklung setzte mit Ende des zweiten Weltkrieges ein, hauptsächlich infolge der in dieser Zeit entwickelten Methoden und Instrumente. Im deutschsprachigen Schrifttum sind die grundlegenden Arbeiten der Schweizer R. Helbling (1938, 1941, 1948) und T. Hagen (1948, 1950) hervorzuheben. Die in Deutschland während des letzten Krieges durchgeführten Arbeiten sind zum größten Teil nicht veröffentlicht. In Österreich wurden in allerletzter Zeit Luftbilder in geringem Ausmaß für geologische Arbeiten herangezogen, sowohl für technische wie auch für wissenschaftliche Projekte (G. Horninger, O. Schmidegg, W. Senarclens-Grancy).

Ausbildung. Kurse in Photogeologie gehören gegenwärtig in vielen Ländern zur regulären Ausbildung des Geologen. Übungen im stereoskopischen Sehvermögen, Skizzieren und Interpretieren des Bildinhaltes sind leicht in den Lehrplan einzubauen und entsprechen den Bedürfnissen der Praxis.

II. Anwendungsmöglichkeiten in Österreich

Verfasser dieser Zeilen ist seit etwa zwei Jahren mit photogeologischen Arbeiten beschäftigt. Es sei hier gestattet, auf Grund der bisherigen Erfahrungen und der allerdings noch lückenhaften Kenntnis österreichischer Luftbilder eine Meinung über die Anwendungsmöglichkeit zu äußern. Ohne Zweifel ist unser Raum infolge der meist dichten Besiedlung und Vegetation kein ideales Gebiet für photogeologische Arbeiten, verglichen mit ariden Zonen oder den vegetationsarmen Gebieten des Nordens. Am aussichtsreichsten sind jene Gebiete unseres Landes, in denen man mit geringer Pflanzendecke zu rechnen hat, im wesentlichen also die Hochregionen unserer Alpen. An und für sich muß die Vegetationsdecke nicht unbedingt hinderlich für das Erkennen der geologischen Situation sein, wie Beispiele aus den Regenwäldern Indiens zeigen. Oft bildet nämlich eine ungestörte Vegetation die geologischen Strukturverhältnisse in erstaunlicher Genauigkeit ab. Störend ist das Pflanzenkleid in erster Linie dort, wo jahrhundertlang durchgeführte Kultivierungsmaßnahmen die ursprünglichen Boden- und Vegetationsunterschiede verwischt haben. Am wenigsten erfolgversprechend sind demnach die stark bebauten Tertiärgebiete und große Teile der Flyschzone. Hier werden die Luftbilder nur spärliche geologische Daten erbringen, können aber als Kartierungsbehelf bei der Aufschlußsuche und zur Fixierung von Beobachtungspunkten gute Dienste leisten. Ähnliches gilt voraussichtlich für den Raum der Böhmisches Masse, worüber uns aber zur Zeit noch keine Erfahrungen vorliegen. Theoretisch wäre zu erwarten, daß sich Störungslinien oder Grenzen zum Tertiär unschwer erkennen lassen werden. Im alpinen Raum ergeben Bilder in Zonen, die von Sedimentgesteinen aufgebaut sind, bessere Ergebnisse als Gebiete, die aus Kristallin bestehen. Massige oder bankige Kalke, Dolomit, Mergelbänder usw. sind bei einigermaßen guten Aufschlußverhältnissen leicht zu erkennen und zeichnerisch darstellbar. Im Metamorphikum sind Gesteinsunterschiede (z. B. Amphibolite — Glimmerschiefer) nur schwer zu deuten. Gesteine mit gleicher geomorphologischer Wertigkeit sehen im Luftbild im allgemeinen auch gleich aus. Gesteine, wie Zentralgneis und Hüllschiefer lassen sich allenfalls noch recht gut auseinanderhalten. Dabei spielt die persönliche Erfahrung des Bearbeiters keine geringe Rolle.

Sehr deutlich kommen Brüche und Störungslinien zur Abbildung. Sie sind auf den Luftphotos in einer die Geländeaufnahme weit übersteigenden Genauigkeit kartierbar. Ebenso können Lockermassen, wie Moränen, Schuttkegel und anderes mit geringer Mühe und in detaillierter Form ausgedehnt werden. Dies wird von seiten der Aufnahmsgeologie begrüßt werden, da die Geländeaufnahme gerade der letztgenannten Bildungen meist recht zeitraubend und wenig reizvoll ist.

In Summe läßt sich sagen, daß das Luftbild ein wertvolles Hilfsmittel für geologische Arbeiten darstellt. Die vielseitige Verwendbarkeit liegt auf der Hand, soll jedoch weder über- noch unterschätzt werden.

III. Zur photogeologischen Karte eines Teiles der Goldberggruppe

Interpretation. Beiliegende Karte könnte als Beispiel für die Anwendung photogeologischer Methoden im Metamorphikum der Zentral-

alpen dienen. Hierzu sind einige Hinweise nötig. Es konnte von vornherein nicht erwartet werden, in den Hohen Tauern mit Hilfe der Luftbilder geologisch-petrographische Ausscheidungen zu machen. Wie die Karte zeigt, erfolgten solche auch nur in sehr angenähertem Maße. Wir haben nachstehend eine Art Gerippe einer geologischen Karte vor uns, welches noch der eigentlichen Feldaufnahme bedarf und nur das aus den Luftbildern zu entnehmende Oberflächenbild wiedergibt. Immerhin glauben wir sagen zu können, daß der mit einer solchen Karte ins Gelände gehende Geologe viel Zeit und Mühe ersparen kann. Die Linienführung der verschiedenen Ausscheidungen ist u. E. n. recht detailliert und wohl auch genauer, als sie mit der herkömmlichen Aufnahmestechnik in schwierigem Gelände erfolgen kann. Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß die beiliegende Karte in wenigen Wochen ungestörter Winterarbeit am grünen Tisch hergestellt werden kann. Die Bearbeitung der Bilder ist außerdem eine gute Vorbereitung der eigentlichen Feldarbeit.

Die Goldberggruppe in den östlichen Hohen Tauern wurde deshalb gewählt, weil hier die geologische Kartierung durch Herrn Prof. Dr. Ch. Exner vor dem Abschluß steht und die photogeologische Karte eventuell für die Arbeiten von Prof. Exner verwendet werden kann. Unsere Karte umfaßt ein Areal von ungefähr 70 km^2 . Ausgewertet wurden die Luftbilder D 833—843, D 1377—1364 und D 1549—1563 des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, insgesamt 40 Bilder. Die Photos wurden nach Eintragen der Haupt-, Hilfs- und Grundkontrollpunkte unter einem Wild-Spiegelstereoskop ausgearbeitet, das sich als vorzüglich verwendbares Interpretationsstereoskop erwies. (Man hat genügend Raum zum Zeichnen, völlige Bewegungsfreiheit der Zeichenhand, gute optische Eigenschaften.) Anzuraten ist der Gebrauch einer Zeiss'schen Bildträgerplatte mit Haftmagneten. Von einem direkten Eintragen der geologischen Beobachtungen auf die Photos wurde aus bestimmten Gründen abgesehen. Das Zeichnen erfolgte auf Ultraphan-Folie (0.10, matt). Es muß hiebei auf möglichst genaue und saubere Linienführung Wert gelegt werden. Die Interpretation wurde in die topographische Karte (Vergrößerung von Blatt 154/3 und 4 der Karte 1 : 25.000 auf 1 : 10.000) zum Teil mit Hilfe des Zeiss'schen Luftbildumzeichners, zum Teil nach phototechnischer Maßstabsveränderung der Zeichnung auf dem Lichttisch übertragen. Dies ist bei den starken Reliefunterschieden unseres Gebietes mit einigen Schwierigkeiten verbunden (dem Fach-Photogrammometer werden solche Methoden höchst ungenau erscheinen). Nun, einerseits läßt sich die auf den Kartenmaßstab gebrachte geologische Zeichnung mit Hilfe der Grundkontrollpunkte, dem Gewässernetz und orographischen Daten im engen Rahmen recht gut in die topographische Karte einpassen. Andererseits reicht die Genauigkeit geologischer Linienführung naturgemäß nie an die Genauigkeit topographischer Meßtechnik heran, geschieht doch oft das Zeichnen einer Linie nur nach bestem Ermessen des Geologen.

Im folgenden eine kurze Beschreibung der Ergebnisse der Interpretation, welche zunächst ohne Kenntnis des Terrains durchgeführt wurde.

Anstehendes: Beiderseits des Großen Fleißtales deuten die in den Wänden der Gjaidtroghöhe bzw. auf den Bänken sichtbaren Schichtköpfe auf ein Abtauchen der hier gut geschieferten Gesteine gegen W.

An den westschauenden Hängen des Hocharn und seines südlichen Vorgipfels, gegen das Fleißkees zu, sind zwei Gesteinseinheiten deutlich zu erkennen. Die tieferen, bankigen Gesteine (Zentralgneis) fallen flach unter die die Gipfelpartie bauenden Hüllschiefer. Im Bereich des Hocharnkeeses der Karte sind viele, vom Eis freigewordene Felsflächen zu beobachten. Beiderseits des Kleinen Fleißtales, im Raum Gosim K.—Gjaidtrog—höhe, und in den Richardswänden fallen die Hüllschiefer nach NW, bzw. SE ein. Im Luftbild gewinnt man den Eindruck eines aufgeschnittenen, gegen Westen abtauchenden Gewölbes. Die Schichtköpfe in den steilen Nordwänden des H. Sonnblicks deuten auf S bis SW-Fallen. Überhaupt ist das Gebiet zwischen H. Sonnblick—Goldberg Tauern K.—Duisburger Hütte durch auffallend viele, eng gescharte, NW-streichende Strukturelemente charakterisiert, die im einzelnen im Luftphoto zunächst nicht klar zu deuten sind. Die Schieferserien im Gebiet des Sandkopf fallen generell nach SW, darunter erscheinen im Gebiet der Tröger Alm—Hinter der Brettwand Zentralgneise in relativ flacher Lagerung. Lineare, NW-streichende Strukturelemente sieht man im Umkreis der Zirknitzscharte. Hier zeichnen sich auch langgestreckte, NW-streichende dunkle Gesteinszüge ab, vermutlich Amphibolite.

Störungslinien sind im Luftbild überaus klar zu erkennen. Generell sind zwei Richtungen ausgeprägt: NNW—SSE und NNE—SSW. Vorherrschend ist die NNW-Richtung. Eine kleine Bruchstafel durchsetzt das Felsgelände N des Großen Fleiß-Keeses. Die Ostflanke von Hocharn—Grieswies Schwarzkogel sowie der Raum südlich Kolm-Saigurn weist mehrere, mehr oder minder parallel streichende, NW-gerichtete Brüche auf. Bruchscharen treten ferner im Gebiet SW und NE des Zirmsees auf, sie sind hier eng gestaffelt, ebenso wie E des H. Sonnblicks, am Hang gegen den Grieswies Tauern. Die von Kolm-Saigurn gegen SE streichenden Brüche lassen sich auch im Umkreis des Wilh. Arlt-Hauses erkennen. Parallel dazu verläuft die Bruchstafel im Raum NW Goldberg Tauern, die offenbar im Gebiete SE des Wurtenkeeses ihre Fortsetzung hat. Ein regelmäßiges Netz von Fäulenzonen durchsetzt das Terrain Tröger Alm—Tröger Wände—Hinter der Brettwand—Brettsee—Goldbergspitze. Das in den Photos beispielhaft deutlich abgebildete Bruchsystem ist streng linear in NNW, bzw. NNE-Richtung angeordnet.

Insgesamt treten in unserem Raum zwei Zonen stärkerer Bruchzerstückung hervor. Die eine zieht vom Großen Fleißkees nach SE über Zirmsee—Brettscharte—Brettsee in Richtung Großsee. Die zweite verläuft weiter östlich, vom Grieswies Schwarzkogel über Kolm-Saigurn—Goldberg Tauern gegen die Duisburger Hütte.

Locker Massen. Sie können im untersuchten Raum überall gut abgegrenzt werden. Die kartenmäßige Erfassung von Schuttfeldern, Bergsturz-Blockmassen und Moränen ist mit Hilfe der Photos leicht durchzuführen. Daß die verschiedenen Moränenwälle infolge der stereoskopischen Reliefübertreibung besonders deutlich hervortreten, braucht nicht betont zu werden. Die zeitliche Einstufung der Moränen erfolgt am besten im Feld, könnte aber auch bei entsprechender Erfahrung bereits auf den Bildern erfolgen.

Feldbegehungen *).

Wie bereits berichtet, erfolgte die geologische Bearbeitung unseres Raumes durch Herrn Prof. Dr. Ch. Exner. Die Feldbegehungen waren deshalb auf das Ziel gerichtet, in erster Linie die aus den Photos entnommene Grenzziehung nachzuprüfen und die verschiedenen Störungszonen im Terrain aufzusuchen. Etwa vier Wochen Aufnahmezeit wurden auf die Begehung des Raumes zwischen Sandkopf—Hocharn—Strappel—ebenspitze verwendet. Es ergab sich, daß die photogeologische Karte in Hinblick auf die Abgrenzung von Anstehendem und Lockermassen zufriedenstellend ist, wobei die Linienführung in den meisten Fällen detaillierter ist, als bei der Feldaufnahme erreicht werden kann. Dies gilt insbesondere für die Darstellung der Bruchlinien und Moränenwälle.

Strukturelle Einzelheiten, die aus den Luftbildern abgelesen wurden, decken sich mit dem Feldbefund. Da diese jedoch im Rahmen der Untersuchungen Exners liegen, braucht hier nicht darüber berichtet zu werden. Die auf der Karte gezeichneten Störungslinien wurden im Felde überprüft. Sie erwiesen sich als Scharen von Harnischflächen, als Zerrüttungszonen im Gestein, als Mylonitbildungen. Sehr oft wurde Verquarzung beobachtet. Besonders im Gebiet zwischen Sandkopf—Rotem Mann und Rojacher—spitze—Goldberg Tauern trifft man eine große Anzahl von Quarzgängen, die teilweise vererzt sind, und auf welchen (meist mittelalterliche) Bergbaue umgingen. Beinahe jede hier in den Luftbildern erkennbare Störungszone zeigt Abbauspuren, mehr oder minder verfallene Schächte und Stollen, Pingen, sowie Ruinen ehemaliger Berghäuser mit Schlacken- und Haldenresten. Eventuelle lagerstättenkundliche Studien in diesem Raum sollten zweckmäßigerweise an Hand der Luftphotos erfolgen. Die im Felde gemessenen Kluftgassen, Brüche und Harnische stehen in der Regel seiger bis steil. Die weiter oben genannten linearen Parallelstrukturen zwischen Zirknitzscharte—Duisburger Hütte erwiesen sich im Felde als Scharen von Klüften, welche parallel zu den dortigen Falten- und Streckungsachsen verlaufen. Sie können nach der Terminologie von B. Sander als be-Klüfte bezeichnet werden.

Hinweise für die Karte:

Bei „Anstehendem Fels“ wurden drei Ausscheidungen getroffen, u. zw. je nach Erkennbarkeit im Luftbild:

- a) Massige, bankige, undeutlich geschieferte Gesteine: Zentralgneis.
- b) Deutlich dünnstufige Gesteine: Schieferhülle.
- c) Anstehendes, dessen Natur auf den Bildern nicht klar erkennbar ist.

Die Zeichnung der Schuttfelder und -kegel gibt vergrößert die Fließ-, bzw. Gleitrichtung des Schuttes an. Die einzelnen Bruchlinien und Störungszonen sind aus technischen Gründen mit größerer Strichdicke dargestellt, als ihrer Mächtigkeit im Terrain entspricht. Überhaupt hat die Karte durch die Übertragung vom Photomaßstab auf den Maßstab 1 : 20.000 eine gewisse Vergrößerung erfahren. Manche Details mußten weggelassen, da sie auf 1 : 20.000 nicht mehr darstellbar waren.

*) Während des Aufenthaltes im Felde erfreute ich mich der fachlichen und alpinistischen Führung durch Herrn Prof. Dr. Ch. Exner, wofür ich an dieser Stelle herzlichen Dank sagen möchte.

Die zeichnerische Endausfertigung der Karte lag in den bewährten Händen von Herrn J. Kerschhofer (Leiter der Zeichenabteilung der Geol. B. A.)

IV. Schriftenverzeichnis.

(Auswahl an photogeologischen Arbeiten)

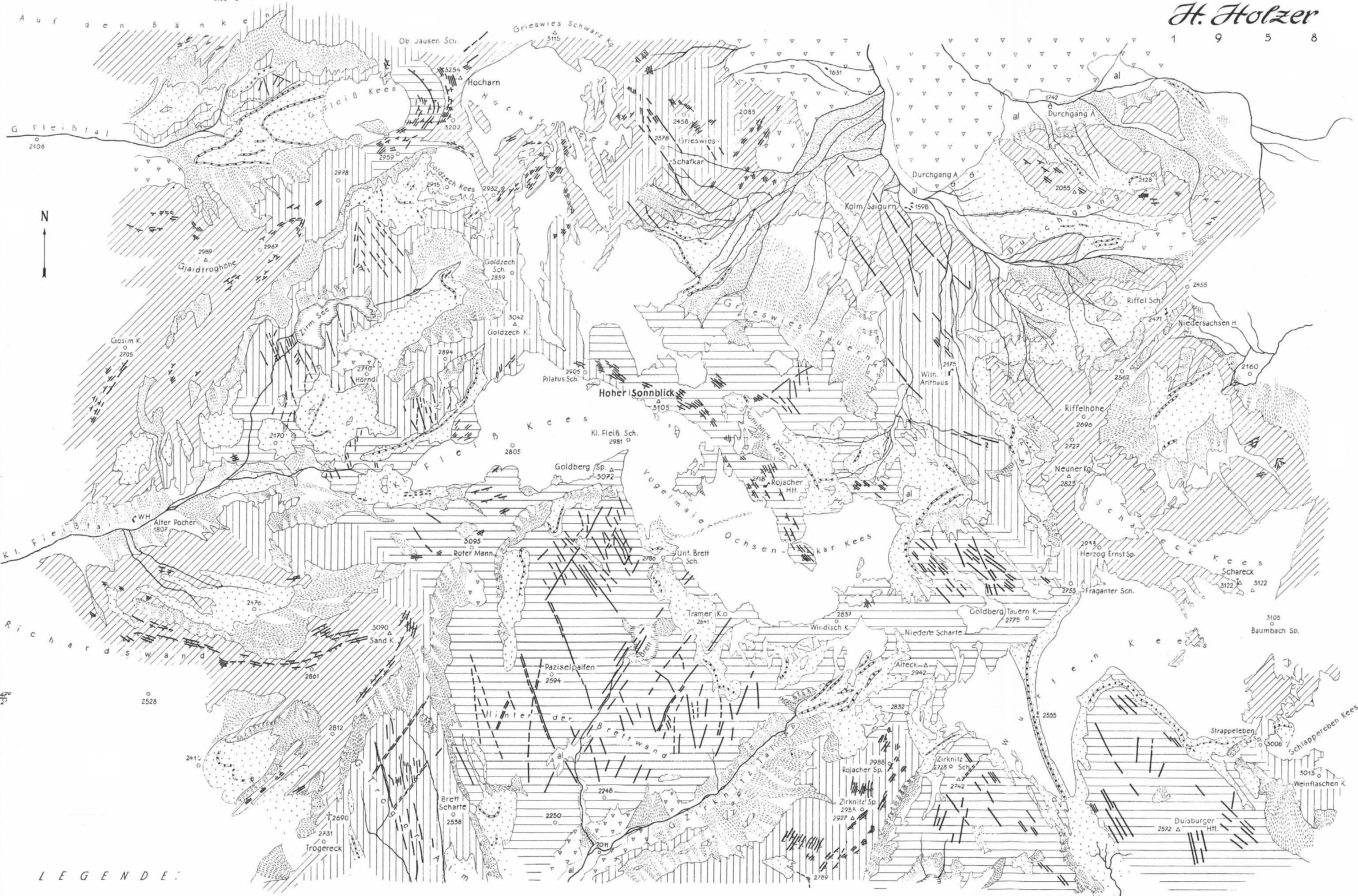
- Anderson Robert L. (1954): Status of photo interpretation in petroleum geology. Geol. Soc. Amer. Bull. v. 65, no. 12, p. 1391.
- Bobek H. (1941): Luftbild und Geomorphologie. „Luftbild u. Luftbildmessung“ no. 20, Berlin.
- Brundall L. & Wengerd S. A. (1949): Education in Photogrammetry and Photogeology. Discussion Forum. Photogr. Eng. vol. XV, no. 4.
- Desjardins Louis (1950): Techniques in Photogeology. Amer. Ass. Petr. Geols. Bull. vol. 34, p. 2284—2317.
- Eliel, L. T. (1928): Putting wings on the geologist's mule. „Oil & Gas Journ.“ vol. 27, no. 22, p. 122.
- Elliot D. H. (1952): Photogeologic interpretation using photogrammetric dip calculation. Calif. Div. of Mines, Calif. Spec. Report 15, San Francisco.
- Finsterwalder R. (1952): Photogrammetrie. Berlin.
- Fischer W. A. (1954): The use of aerial photographs in geologic mapping. Photogr. Eng. vol. 20, no. 1, p. 176—177.
- Grantham D. R. (1953): Aerial photography, vegetation and geology. Mining Magaz. vol. 88, no. 6, p. 329—336.
- Hagen T. (1950): Wissenschaftliche Luftbildinterpretation. Geographica Helvetica no. 4, p. 209—276.
- Hagen T. (1950): Moderne Kartierungsmethoden — Photogeologie. „Neue Zürcher Zeitung“ no. 1038 (19) vom 18. 5. 1950.
- Helbling R. (1938): I. Die Anwendung der Photogrammetrie bei geologischen Kartierungen. II. Zur Tektonik des St. Galler Oberlandes und der Glarneralpen. Beitr. geol. Karte d. Schweiz, N. F. 76. Liefg.
- Helbling R. (1948): Photogeologische Studien, im Anschluß an geologische Kartierungen in der Schweiz, insbesondere der Tödikette. Hrsg. im Auftrag d. Eidgen. Techn. Hochschule in Zürich, mit Beiträgen von C. F. Baeschlin, H. Harry und J. Krebs. Art. Inst. Orell Füssli, Zürich.
- Holzer H. (1957): Über Photogeologie. Montan-Rundschau, H. 2, p. 30—31, Wien.
- Lee Willis T. (1922): The face of the earth as seen from the air. Amer. Geogr. Soc. Spec. Publ. no. 4, New York.
- Lundahl Arthur C. (1954): Review and prospectus of photogeology and photogeography. Geol. Soc. Amer. Bull. vol. 65, no. 12, pt. 2, p. 1395—1396.
- Manual of Photogrammetry. Sec. ed. (1952): published by American Society of Photogrammetry.
- Photogrammetric Engineering. Symposium on trends and needs in photogeology and photo interpretation (1949), vol. 15, no. 4.
- Ray Richard C. (1956): Photogeologic procedures in geologic interpretation and mapping. U. S. Geol. Survey Bull. 1043 A, Washington.
- Ray R. C. & Fischer W. A. (1957): Geology from the air. „Science“ vol. 126, no. 3277, p. 725—735.
- Schwidefsky K. (1954): Grundriß der Photogrammetrie, 5. Aufl., Teubner, Stuttgart.
- Selected Papers on Photogeology and Photo Interpretation. Committee on Geophysics and Geography Research and Development Board. Washington 25, April 1953.
- Smith H. T. U. (1950): Progress and problems in photogeology. Photogr. Eng. vol. 16, no. 1, 1.
- Troll C. (1943): Methoden der Luftbildforschung. Sitz.-Ber. europ. Geographen zu Würzburg 1942, Leipzig.
- Volger K. (1953): Fortschritte der Photogeologie — Von der Interpretation zur Messung. Erdöl & Kohle, vol. 6, p. 309—313.

Bezüglich der geologischen Literatur über unser Gebiet sei auf das umfassende Schriftenverzeichnis in Ch. Exner: „Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Gastein“ (Verl. Geol. Bundesanstalt Wien 1957) hingewiesen.

PHOTOGEOLOGISCHE KORTE EINES TEILES DER GOLDBERGGRUPPE (Hohe Tauern)

J. Holzer

1 9 5 8



LEGENDE:

Anstehendes:

- Zentralgneise
- Schieferhülle
- Anstehendes, Gestein i. Luftbild nicht klar erkennbar

Lockermassen:

- Moränen
- Moränenwälle
- Moränenwälle, schlecht erhalten
- Bergsturzhalden
- Schuttfächer

Strukturen:

- Talböden u. Schwemmland
- Eisfelder
- Schichtköpfe
- Brüche

RUN : D 833 - 843 , D 1377 - 1364 , D 1549 - 1563

Maßstab
1 : 20.000

