

Literaturhinweise

1. FINSTERWALDER, R.: Topographisch-morphologische Kartenproben; Zeitschr. f. Vermessungswesen, 1959/2, Stuttgart.
2. FINSTERWALDER, R.: Die Alpenvereinskartographie und die ihr dienenden Methoden; Sammlung Wichmann, Band 3, Berlin 1935.
3. KINZL, H.: Alpenvereinskarte Dachsteingruppe; Jahrbuch des Österr. Alpenvereines 1958.
4. BLUMER, W.: Zur Frage der Felsdarstellung; Schweizerische Zeitschr. f. Vermessungswesen und Kulturtechnik 1932.
5. BLUMER, W.: Die Felsdarstellung mit Höhenkurven und Schraffen; „Die Alpen“, 1954/6.
6. KRAISSL, W.: Topographisches Felszeichnen; Der Schweizer Geograph 1930, Verl. Kümmerly u. Frey, Bern.
7. KRAISSL, W.: Das Karrenfeld als Formtyp in der Gebirgskarte; Schweizer. Zeitschr. f. Vermessungswesen u. Kulturtechnik, Jänner 1933.
8. SCHNEIDER, K.: Felsisohypsen auf neuen Landeskarten der Schweiz; Schweizer. Zeitschr. f. Vermessungswesen und Kulturtechnik, Sept. 1934.
9. BERTSCHMANN, S.: Probleme der Gebirgsblätter der Landeskarte 1:25 000; Schweizerische Bauzeitung, Aug. 1953.
10. EBSTER, F.: Zur Felszeichnung und topographischen Geländedarstellung der neuen Alpenvereinskarten; Alpenvereinskartographie, Sammlung Wichmann, Band 3, Berlin 1935.
11. IMHOF, E.: Gelände und Karte (Seite 98); Rentsch-Verlag Zürich 1950.
12. EBSTER, F.: Die Hochgebirgskarte — Gedanken und Überlegungen zur Karte Chomolongma-Mount Everest; Zeitschr. f. Vermessungswesen 1958/4, Stuttgart.
13. LEHMANN, O.: Die Gründe gegen die Beibehaltung einer Felszeichnung auf der künftigen topographischen Karte der Schweiz; Petermanns Geographische Mitteilungen 1931.
14. *Geological Survey*: Topographische Karten der USA, Maßstab 1:48 000 und 1:62 500.
15. GRONWALD, W.: Topographisch-morphologische Kartenprobe 1:25 000, Blatt 1, Küstendünen; Nachrichten des Reichsvermessungsdienstes, Berlin 1942.
16. BRANDSTÄTTER, L.: Exakte Schichtlinien und topographische Geländedarstellung; Sonderheft 18 der Österr. Zeitschrift für Vermessungswesen, Wien 1957.
17. RATHJENS, C.: Tagung des Arbeitskreises „Topographisch-morphologische Kartenproben“ in Wiesbaden 1958; Erdkunde, Band XII/4, Bonn 1958.
18. NEUGEBAUER, G., R. FINSTERWALDER und C. RATHJENS: Die Kartenprobe Eiszerfall-(Kesselfeld-)Landschaft bei Secon 1:25 000; Zeitschr. f. Vermessungswesen, 1959/2, Stuttgart.
Anm. d. Verf.: Die interessante, mit beigelegte Karte 1:10 000 „Die Landschaft von Secon“ enthält 2-m-Schichtlinien, Kantenzeichnung und Schrägschummerng.
19. FINSTERWALDER, R.: Zu den Schichtlinien der Deutschen Karte 1:25 000; „Die Erde“, Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, Heft 1, 1951/52.
20. LUCERNA, R.: Fazettierung; Petermanns Geographische Mitteilungen 1931.
21. WAGNER, G.: Rund um Hochifen und Gottesackergebiet; Verlag der Hohenloheschen Buchhandlung, Rau, Öhringen 1950.
22. MÜLLER, H.: Deutschlands Erdoberflächenformen — Eine Morphologie für Kartenherstellung und Kartenlehre; Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart, 1941.
23. BECK, W. (JORDAN-EGGERT-KNEISSL): Handbuch für Vermessungskunde, Band Ia; Metzlersche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1957.
24. RATHJENS, C.: Geomorphologie für Kartographen und Vermessungsingenieure; Kartographische Schriftenreihe, Astra-Verlag, Lahr/Schwarzwald 1958.
25. Musterblatt für die Topographische Karte 1:25 000; Reichsamt für Landesaufnahme, Berlin 1939.
26. Musterblatt für die Deutsche Grundkarte 1:5000; Niedersächsisches Landesvermessungsamt, Hannover 1955.
27. HEISSLER, V.: Möglichkeiten und Vorschläge für die Verwendung und Weiterentwicklung der Deutschen Grundkarte 1:5000 (S. 43ff); Niedersächsisches Landesvermessungsamt, Hannover 1949.
28. Handbuch für die topographische Aufnahme der Deutschen Grundkarte (S. 63f.); Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Stuttgart 1956.

ZUR GEOLOGIE UND MORPHOLOGIE DES IFENGEBIRGSSTOCKES (ALLGÄU)

Erläuterungen zur topographisch-morphologischen Kartenprobe VI 3:

Alpiner Karst und Bergsturz

Paul SCHMIDT-THOMÉ

Mit 8 Abbildungen

Summary: On the Geology and Morphology
of the Hohe Ifen

In the area of the Hohe Ifen the geological conditions are particularly conducive to Alpine karst formation. The rock affected, the Helvetic *Schrattenkalk* (lapiés limestone, lower Cretaceous: Apt), which is on an average about 100 m. thick, lies on a base of clayey-marley *Drusberg-Schichten*, which impedes the draining away of the karst water and gives rise to rock falls of the *Schrattenkalk* which, if other conditions are also suitable, slides down on this surface. The area is moderately folded;

denudation on the whole has gone only as far down as the *Schrattenkalk*, which now provides the dominant note of the landscape of this mountain massif. Morphology and structure agree with each other harmoniously.

Stretches with horizontal stratification between the individual anticlines have been particularly affected by karst formation because *Schrattenkalk* there gives rise to plateaux. The prominent karst features found are *Karrenfelder* (lapiés fields) and *Karregassen* (lapiés lanes), and they follow regularly shaped systems of cracks and fissures. Dolines occur only at lower altitudes beneath the upper limit of forest.

Since the karst features are no more than a few metres in size, they cannot be shown by the 20 m. contour lines. However, as the sample map VI 3 shows, the karst features could be represented surprisingly clearly by using additional rock line drawing and the kantographic method.

A. Vorbemerkung

Das Gebiet des Gottesacker-Plateaus wurde seinerzeit von mir als Kartenprobe „Alpiner Karst“ für den Arbeitskreis Topographisch-Morphologische Kartenproben*) vorgeschlagen, da die Karstformen und ihre Beziehungen zum geologischen Untergrund samt seinen tektonischen Strukturen dort in eindrucksvoller Weise in Erscheinung treten. Daher bestand Aussicht, den mit dem Karst verbundenen Formenschatz, soweit es sich um Großformen handelt, im topographischen Kartenbild zur Darstellung zu bringen.

Die Gesteinsentwicklung im Ifen-Bereich, die durch eine Wechselfolge von mächtigen reinen Kalken und tonigen Mergelschiefen gekennzeichnet ist, hat zu mehreren Bergstürzen geführt, deren Kartendarstellung ebenfalls reizvoll erschien.

Von den seit Kriegsende über das Ifen-Gebiet durchgeführten geologischen Arbeiten werden die wichtigsten genannt. G. WAGNER (1950) hat die geologischen und morphologischen Verhältnisse „Rund um Hochifen und Gottesackergebiet“ in Wort und Bild treffend dargestellt.

Von 1952 bis 1954 nahm P. LANGE eine Spezialuntersuchung der „Geologie des Kleinen Walsertales“ vor, die auf meine Anregung das gesamte Ifenmassiv mit umfaßt. In der gleichen Zeit unternahm ich selbst Spezialuntersuchungen im Ifen-Gebiet. J. LIEDHOLZ und A. SCHNEIDER führten Studien über die „Geologie des südlichen Teiles von Balderschwang im Allgäu“ und die „Geologie der Berge zwischen Breitach und Stillach im Allgäu“ durch. K. CRAMER schloß in den Jahren 1957 und 1958 eine Untersuchung der „Geologie des Mahd-Tales“ und über den „Karst des Gottesacker-Gebietes“ ab. Die neueren stratigraphischen Erkenntnisse über den gesamten Bereich hat F. BETTENSTAEDT (1958) zusammengefaßt. Eine karstkundliche Monographie über „Das Hölloch bei Riezlern im Kleinen Walsertal“, in welcher die geologischen, speleologischen, meteorologischen und biologischen Verhältnisse im nördlichen Bereich des Gottesacker-Plateaus mit erfaßt sind, ist als wissenschaftliches Alpenvereinsheft in Druckvorbereitung. An der Monographie, deren Herausgabe in meinen Händen lag, haben neun Verfasser mitgewirkt.

B. Der geologische Aufbau und seine Beziehungen zum Karst des Ifen-Gebietes

Der Ifen-Gebirgsstock im Westen von Oberstdorf, der im Hohen Ifen mit 2230 m gipfelt und im Gottesacker-Plateau eine mittlere Höhe von ca. 1800 m aufweist, gehört zur tektonischen Ein-

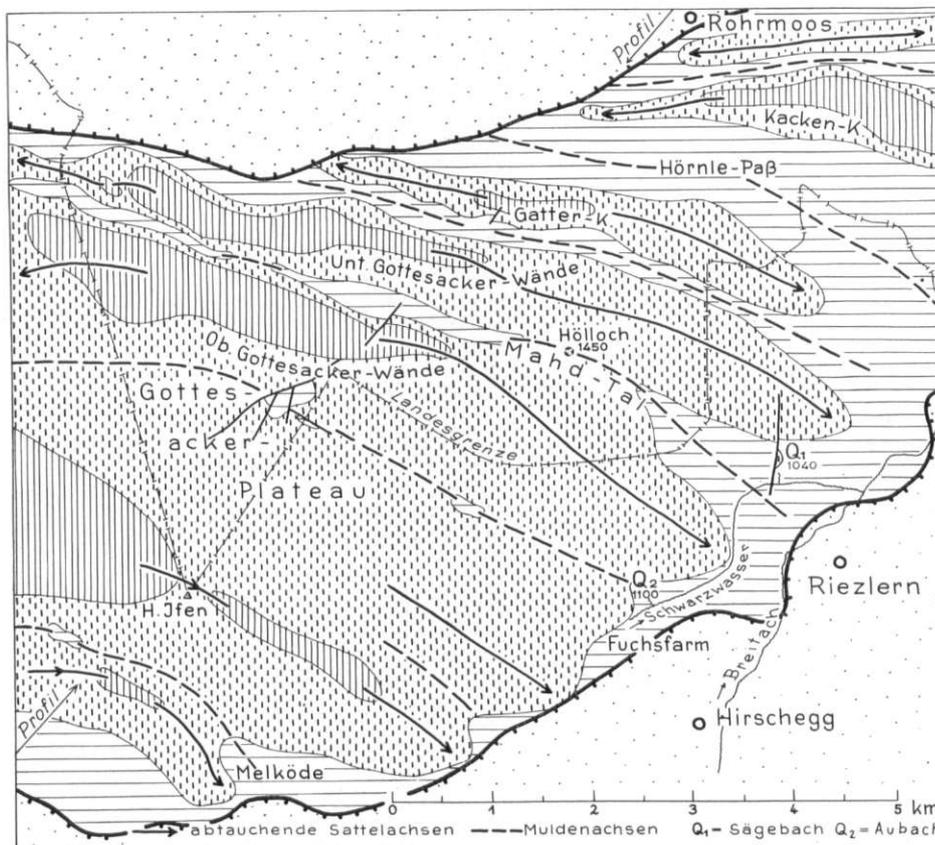


Abb. 1: Die Faltenstrukturen im Helvetikum des Ifen-Gebirgsstockes (nach P. Lange 1955/56 und eigenen Beobachtungen).

Zeichenerklärungen s. Abb. 2.

heit des sog. Helvetikums im nördlichen Alpenrandbereich. Dieses zieht in 10 bis 15 km Breite von der Ostschweiz her über Vorarlberg bis in das westliche Allgäu herein. Von da ab nach Osten taucht es unter die ostalpinen Strukturen und bleibt auf den Alpen-Nordrand beschränkt; es verbirgt sich östlich des Grüntens als meist nur einige 100 m schmale Zone in den komplizierten Alpenrandstrukturen.

Das Helvetikum kann gewissermaßen als Vertreter der nördlichen Kalkalpen in der Schweiz gelten. In seinem Bereich sind vorzugsweise Gesteine der Jura- und Kreideformation zur Ablagerung gekommen. Schon darin unterscheidet es sich von den zur tektonischen Einheit des Ostalpins gehörigen eigentlichen Nördlichen Kalkalpen, deren Entstehung vorwiegend in die Trias-Formation fällt. Die Allgäuer Alpen im Süden von Oberstdorf bestehen aus solchen ostalpinen Trias-Dolomiten und -Kalken und sind sowohl dem Entstehungsraum als auch den tektonischen Großstrukturen nach vom Ifen-Helvetikum streng zu trennen (s. Abb. 5). Diese Trennung kommt darin zum Ausdruck, daß sich zwischen das Helvetikum und das Kalkalpin der Ostalpen die Flyschzone einschaltet, deren Schichtenablagerung ebenfalls vorzugsweise in die Kreidezeit fällt.

Mächtige Serien reiner Kalke innerhalb des Helvetikums bilden das morphologische Gerippe des Ifen-Stockes. Besonders der „Schrattenkalk“ ist für die Herausbildung des alpinen Karst günstig gewesen und hat in der Schweiz davon seinen Namen erhalten (s. u.).

I. Gesteinsaufbau und Oberflächenablagerungen

Im Ifen-Helvetikum herrschen Gesteine der Kreide-Formation vor. Alttertiär ist von der Oberkreide nicht überall leicht zu trennen und findet sich meist außerhalb des hier betrachteten Bereiches im Flysch (Abb. 1—4).

Die Drusberg-Schichten (Unterkreide: Barrême) und örtlich auch daruntergelegene tiefere Kieselkalke und Mergel (Valendis — Hauterive) sind die ältesten, zutage tretenden helvetischen Gesteinsserien (s. Abb. 1—4). Die riesige zirkusartige Talausträumung des Tiefen Ifen schließt diese untersten Kreideserien des Ifen-Bereiches in mächtigen Wandfluchten und Steilhängen auf (s. Abb. 8). Vorherrschend sind dünnstriefrige Tonmergel, welche das Hauptgestein der Drusberg-Schichten ausmachen. Sie sind wasserundurchlässig. Ihre Mächtigkeit beträgt ca. 200 m. Für die Herausbildung der besonderen Karstwasserhältnisse (s. S. 192) sind sie als Karstwasser-Stauer von Bedeutung.

Schrattenkalk (Apt). Die Basis des Schrattekalkes geht ohne scharfe Grenze aus den obersten Drusberg-Mergeln hervor, derart, daß sich zunächst einzelne mächtigere Kalke von Schrattekalk-Habitus einschalten, ehe die geschlossene Schrattekalk-Serie beginnt. Diese besteht aus 80—100 m mächtigen, klobig-dickbankigen Kalcken und bestimmt das Landschaftsbild des gesamten Ifen-Gebirgsstockes. Denn der Schrattekalk nimmt den überwiegenden Teil der Gebirgsoberfläche ein (vgl. Abb. 3 und 4). Bei flacher Lagerung herrscht Plateaucharakter vor, bei steiler Lagerung können markante Gipfel und Grate entstehen, z. B. am Torkopf (Abb. 2; ferner Abb. 4, Profil 1). Überall, wo die Abtragung bis auf die weichen Mergelserien der tieferen Unterkreide hinunterreicht, kommt es am Rande des Schrattekalk-Plateaus ebenfalls zu schroffen Felswänden, welche den Schrattekalk in seiner gesamten Mächtigkeit aufschließen und für die Hochgebirgsformen des Ifen-Gebietes bezeichnend sind. Die schiefe Kalkplatte des Ifen-Gipfels (Abb. 6) gehört ebenso hierher wie die Oberen und Unteren Gottesackerwände oder die Felsabstürze am Tiefen Ifen (Abb. 7 und 8).

Der Schrattekalk (Schratten = Karren) ist ein reiner, organismenreicher Kalk, dessen Hoch-

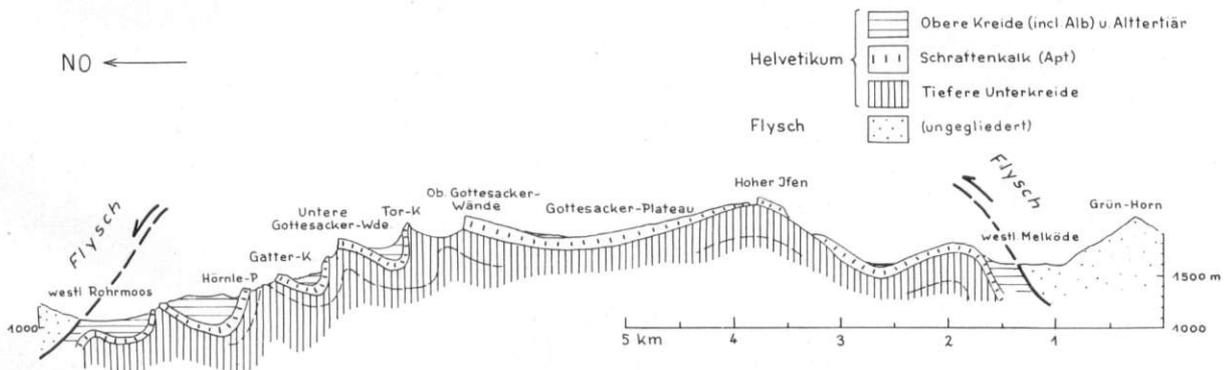


Abb. 2: Geologisches Querprofil durch das Helvetikum des Ifen-Gebirgsstockes.

plateaus eine intensive Verkarstung aufweisen. Der alpine Karst im Ifen-Gebiet ist an die Verbreitung des Schrattekalkes gebunden (Abb. 3, 4, 7 und 8). Es ist bemerkenswert, daß dort, wo die jüngeren helvetischen Kreidesteine über dem Schrattekalk der Abtragung zum Opfer gefallen sind, die ursprüngliche Schrattekalkmächtigkeit bei flacher Lagerung annähernd erhalten geblieben ist: infolge der starken Verkarstung hat der Flächenabtrag im Bereich der Schrattekalk-Obergrenze haltgemacht (s. u., Seite 189).

Brisandstein (Gault i. w. S.). Ein glaukonitischer Quarzsandstein mit kalkigem Bindemittel ist im Bereich des Gottesacker-Plateaus über dem Schrattekalk stellenweise vor der Abtragung bewahrt geblieben. Das ist besonders bei der Gottesacker-Alpe, der Schneiderküren-Alpe und der Mahdtal-Alpe der Fall. Dort lagert auf dem Schrattekalk die sandig entwickelte höhere Unterkreide, die bei der Verwitterung bräunlich verlehmt. Bezeichnenderweise findet sich dann inmitten des Karstes eine stärkere Bodendecke, die von Almen eingenommen wird. Eine kalkfliehende Vegetation ist für diesen Bereich bezeichnend. — Die Mächtigkeit der Gaultgesteine beträgt nur 15–30 m. Ihre ehemals größere Verbreitung und indirekt auch das relativ hohe Alter der Oberflächenformen kommen darin zum Ausdruck, daß Gaultgesteins-Trümmer am Grunde mancher tiefer Karrenspalten im Schrattekalk fern von heutigen Gaultvorkommen erhalten geblieben sind. Ausnahmsweise scheinen auch dolinenartige Einbrüche zur Bewahrung der Gaultgesteine vor der Abtragung geführt zu haben, z. B. bei der Schneiderküren-Alpe oder östlich der Gottesacker-Alpe, wo die Gaultverbreitung auf Abb. 3 stark schematisiert werden mußte.

Leistmergel (Oberkreide) sind auf die südlichen und östlichen Randgebiete des Gottesacker-Plateaus beschränkt (Abb. 4). Die weichen Kalkmergel mit hohem Tongehalt, die sich oft unter einer lehmigen Verwitterungsdecke verbergen, werden bis über 150 m mächtig.

Die bisher beschriebenen Gesteine der helvetischen Kreide: Kalkstein, Sandstein und tonige Mergel, weisen je nach Wasserdurchlässigkeit ein unterschiedliches Pflanzenkleid auf. Die wasserundurchlässigen, mergeligen Serien sind sowohl oberhalb als auch unterhalb der Waldgrenze vorzugsweise von Wiesen oder Almen eingenommen. Oberhalb der Waldgrenze (1500–1600 m) reicht auf den Kalken ein Latschengürtel bis zu über 1800 m Höhe hinauf, während die kalkarmen, sandigen Gesteine statt dessen von Erlengebüsch, Wacholder und einer geschlossenen Grasnarbe besiedelt sind. Die darübergelegene, vegetations-

freie Felsregion ist fast ausnahmslos auf Schrattekalk beschränkt.

Moränenbildungen der Würm-Eiszeit und des Spätglazials. Fast der ganze Ifen-Gebirgsstock lag während der letzten Vereisungszeit unter einer Firn- und Eiskappe, die sich mit dem Eis der Talgletscher vereinigte. Geringmächtige Grundmoränenablagerungen finden sich sowohl im hochgelegenen südlichen und westlichen Randbereich des Gottesacker-Plateaus (bei 1800–2000 m) gegen Löwental und Tiefen Ifen, als auch örtlich auf seiner östlichen Abdachung (um 1400–1500 m). Meist sind sie in tektonisch vorgezeichneten Depressionen (Faltenmulden-Kernen) auf dem Schrattekalk-Plateau erhalten geblieben. Jedesmal liegen auf ihnen kleinere Almen, wie die Mahdtal-Alpe, die Grafenküren-Alpe, die Schneiderküren-Alpe und die Fritzküren-Alpe z. T., die Ifen-Alpe u. a. (s. Abb. 7). Hinzu kommen, an karartige Nischen und Schluchten gebundene (außerhalb des Kartenbereiches meist Nord-exponierte), Lokalmoränenreste, die auf kleine, örtlich entwickelte, spätglaziale Rückzugsgletscher zurückzuführen sind. In der sog. Ifenmulde, der schluchtartigen, gegen Ost-südost gerichteten Senke im Schatten der Felsabstürze unter dem Hohen Ifen ist in 1720–1800 m Höhe ein Endmoränenkranz (Abb. 3) erhalten geblieben (top. P. 1724 m), der von dem gleichen Lokalgletscher stammt wie die Moränen der Ifenhütte (1586 m).

Spätglaziale Lokalmoränen nehmen den Talgrund des Tiefen Ifen in einer Höhenlage zwischen 1500 und 1700 m ein. Auch der ganze tiefere Bereich beiderseits des Schwarzwasser-Talbodens ist von Grundmoränen verhüllt, die auf einen würmeiszeitlichen Talgletscher zurückgehen, der sein Einzugsgebiet im Talschluß der Melköde hatte und sich im Bereich des Karten-Ostrandens mit dem mächtigen Talgletscher des Kleinen Walsertales vereinigte. Die in den tieferen Lagen unterhalb 1200 m erhalten gebliebenen Moränen sind noch der Haupt-Würmeiszeit zuzurechnen. Die von einem Schuttstreifen begleitete Felsstufe aus Schrattekalk, die am ganzen unteren Hang des Kürenwaldes entlangzieht, ist möglicherweise als linke Trogschulter des genannten Talgletschers anzusehen.

Gehängeschutt, Schuttfächer. Die steilen Hänge und Flanken der Felswände sind größtenteils von einem Mantel aus Hangschutt verhüllt, der durch Verwitterung der steilen Schrattekalkwände in spät- bis postglazialer Zeit entstanden ist. Solche Schuttfächer liegen oft auf Moränenablagerungen, sind also jünger als jene, auch soweit es sich um spätglaziale Rückzugsmoränen handelt. Diese mächtigen Schuttbil-

dungen sind das Ergebnis starker physikalischer Verwitterung im Spätglazial und frühen Postglazial, als die vielfach übersteilten Geländeformen eisfrei geworden waren.

Bergsturz. Auf dem Südhang des Hohen Ifen sind zwei größere Bergstürze niedergegangen (s. Abb. 3). Der westliche der beiden, der bei ca. 2000 m Höhe am Fuß der Ifen-Felsplatte wurzelt, hat in etwa 1700 m Höhe auf dem steilen, ohnedies schuttbedeckten, mittleren Südhang des Hohen Ifen haltgemacht. Ein beträchtlich größeres Ausmaß besitzt der östliche Bergsturzkegel, welcher am Ostende der Ifen-Gipfelplatte in 1900 m Höhe einsetzt, den Talgrund des Schwarzwasser-Tales mindestens 60 m hoch über seiner jetzigen Sohle bei rd. 1290 m (auf der Ostseite des Bergsturzes gemessen) ausfüllt und auf dem rechten, südlichen Hang des Schwarzwasser-Tales bis zu mehr als 1360 m Höhe (top. P. 1364) hinaufreicht. Dabei wurde das obere Schwarzwassertal abriegelt. Im Bereich der heute vermoorten Melköde staute sich ein See, der durch Bachschuttkegel zugeschüttet und mit einer mittleren Oberfläche von 1337 m fast verlandet ist. Zur Zeit der Frühjahrsschmelzwässer ist er noch wassergefüllt. Der Seeboden muß ursprünglich wesentlich tiefer gelegen haben, sonst ließe sich die schmale, buchtähnliche Sumpfbzone im Osten, die auf der nördlichen und südlichen Talseite von mächtigen Bergsturm Massen begrenzt wird, nicht erklären. Der Bergsturz hat sich vor Erhöhung des Talbodens bei der Melköde vom Talgrund aus noch ein beträchtliches Stück den rechten, südlichen Hang hinaufbewegt (s. Abb. 4, Oberes Profil). Er ruht auf Moränenablagerungen und ist sicherlich im Postglazial niedergegangen.

Für die Entstehung des großen Bergsturzes bei der Melköde waren die geologischen Verhältnisse denkbar günstig: Dort sind die Drusberg-Schichten, das Unterlager der Schratzenkalkplatte, hangparallel mit 25–30° gegen Südwest geneigt. Der Bergsturz hat sich auf der Grenze des Schratzenkalkes und der Drusberg-Schichten in Bewegung gesetzt (s. Abb. 4, Oberes Profil). Der Kegel hat eine Gesamtlänge von ca. 1200 m und eine mittlere Breite von ca. 600 m = 720 000 qm. Seine Mächtigkeit beträgt im Talgrund bei der Melköde mindestens 60 m, wahrscheinlich wesentlich mehr. Bei Annahme einer mittleren Mächtigkeit von nur 10 m ergeben sich daraus über 7 000 000 cbm Schratzenkalkgestein. WAGNER (1950) kommt auf anderem Weg zu ähnlichen Werten. Das entspricht einer Verlängerung der rd. 300 m breiten und ca. 100 m dicken Ifen-Felsplatte um mehr als 200 m in dem Bereich des heutigen Bergsturzes nach Süden: = ein Fünftel der gesamten, heute noch auf den

Drusberg-Schichten ruhenden Gipfelplatte des Ifen (s. Abb. 6).

Bei der Mobilisierung des Schratzenkalk-Bergsturzes, der vor seinem Absturz in „labilem Gleichgewicht“ auf den tonigen Drusberg-Schichten ruhte, haben fließerartige Vorgänge zweifellos eine beträchtliche Rolle gespielt. Die Drusberg-Schichten haben gegenüber den im Schratzenkalk nach unten sinkenden Wässern als Karstwasser-Stauer gewirkt. Die wasserdurchtränkten Grenzschichten zwischen Schratzenkalk und Drusberg-Serie wurden dadurch zu einem idealen Gleithorizont für die Felsmassen des Bergsturzes.

Talböden. Außer dem bereits im Vorgehenden besprochenen Talboden der Melköde findet sich westlich davon, oberhalb einer Felsstufe aus Schratzenkalk, im oberen Bereich des Schwarzwasser-Baches, ein ebenfalls vermoorter Talboden, dessen Oberfläche ca. 60 m höher liegt als diejenige der Melköde. Sie zeigt eine östliche Neigung und geht auf einen oberflächlich vermoorten, gegen Nordosten geschütteten Tal-schuttfächer zurück. Weitere anmoorige und fast ebene Talböden im südöstlichen Randbereich des Schwarzwasser-Tales gehen ebenfalls auf Felsriegel aus Schratzenkalk und anderen Helvetikum-Gesteinen unterhalb davon zurück, so daß der Talverlauf im Längsprofil schwach gestuft ist. Auch diese Verebnungen sind junge, postglaziale Talausfüllungen.

II. Die tektonischen Strukturen

Bei der tertiären Gebirgsbildung wurde das Ifen-Helvetikum in eine Reihe von Sätteln und Mulden zusammengefaltet, deren Faltenachsen von Westnordwest nach Ostsüdost verlaufen (Abb. 1). Die gefalteten Strukturen wurden an Längs- und Querstörungen verworfen oder seitlich verschoben. Dabei sind gesetzmäßige Störungssysteme entstanden. Mehr noch als die flacher liegenden Schichtfugen des Schratzenkalkes wurden diese vorzugsweise senkrecht stehenden tektonischen Trennungsfugen zu bevorzugten Wegen für eindringendes Oberflächenwasser und damit zu Hauptangriffslinien der Verkarstung.

Das Ifen-Massiv läßt von Rohrmoos im Norden bis zur Melköde im Süden über eine Breite von annähernd 9 km Helvetikum einen harmonischen Faltenwurf in sieben, im Fortstreichen verschieden lang aushaltende Sättel und sechs dazwischen gelegene Mulden erkennen (Abb. 2). Davon sind im Bereich der Kartenprobe VI 3 nur drei Sättel erfaßt, von denen der Ifen-Sattel der bedeutendste ist (Abb. 4). Die Reliefumkehr des Ifen-Sattels, zwischen Hohem Ifengipfel einerseits und der nur morphologisch mit Recht so

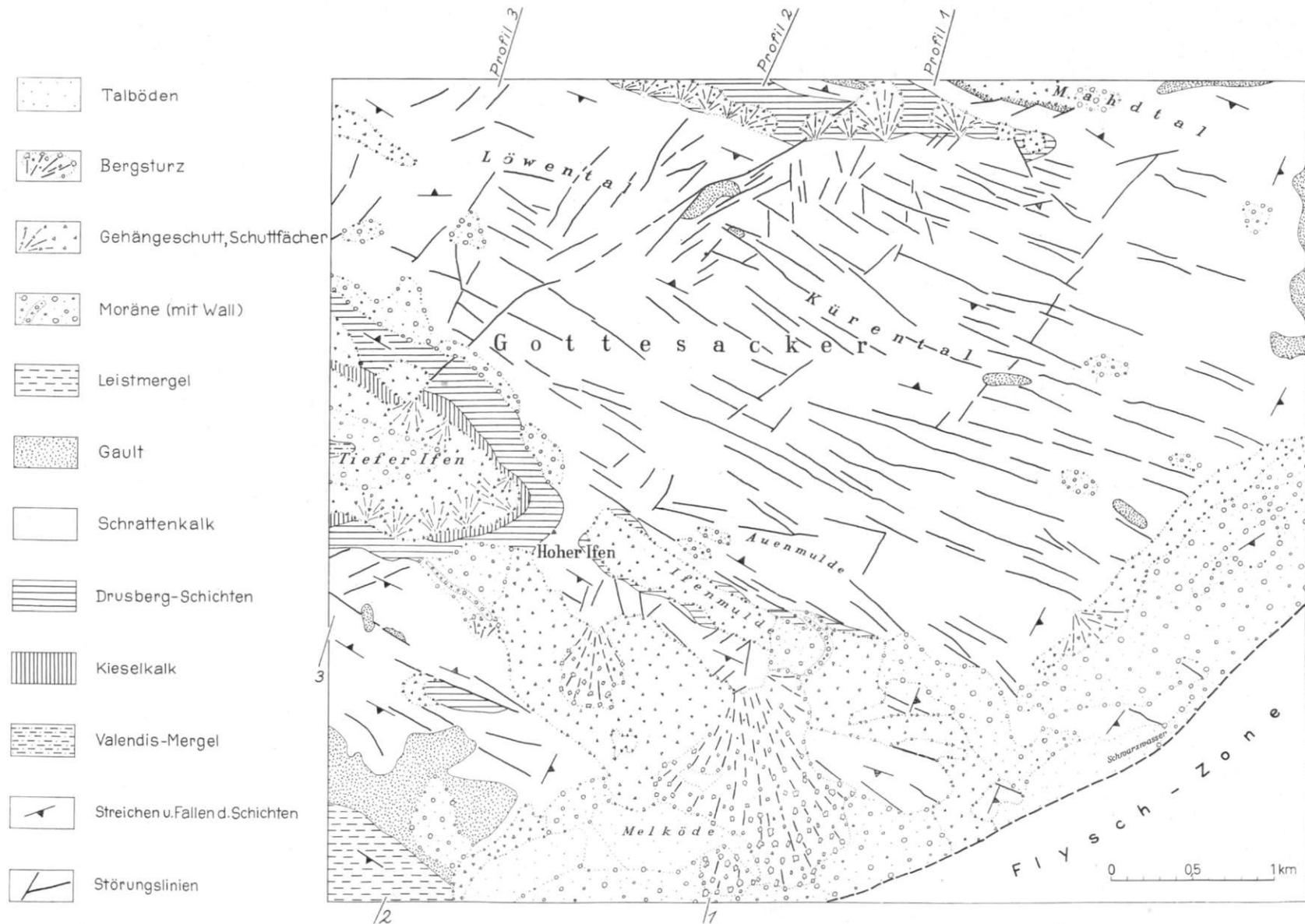


Abb. 3:

Geologisch-morphologische Strukturen des Hohen Ifen und Gottesacker-Plateaus im Bereich der Kartenprobe VI 3 „Alpiner Karst und Bergsturz am Hohen Ifen im Allgäu“ (nach P. LANGE 1955/56 und eigenen Beobachtungen).

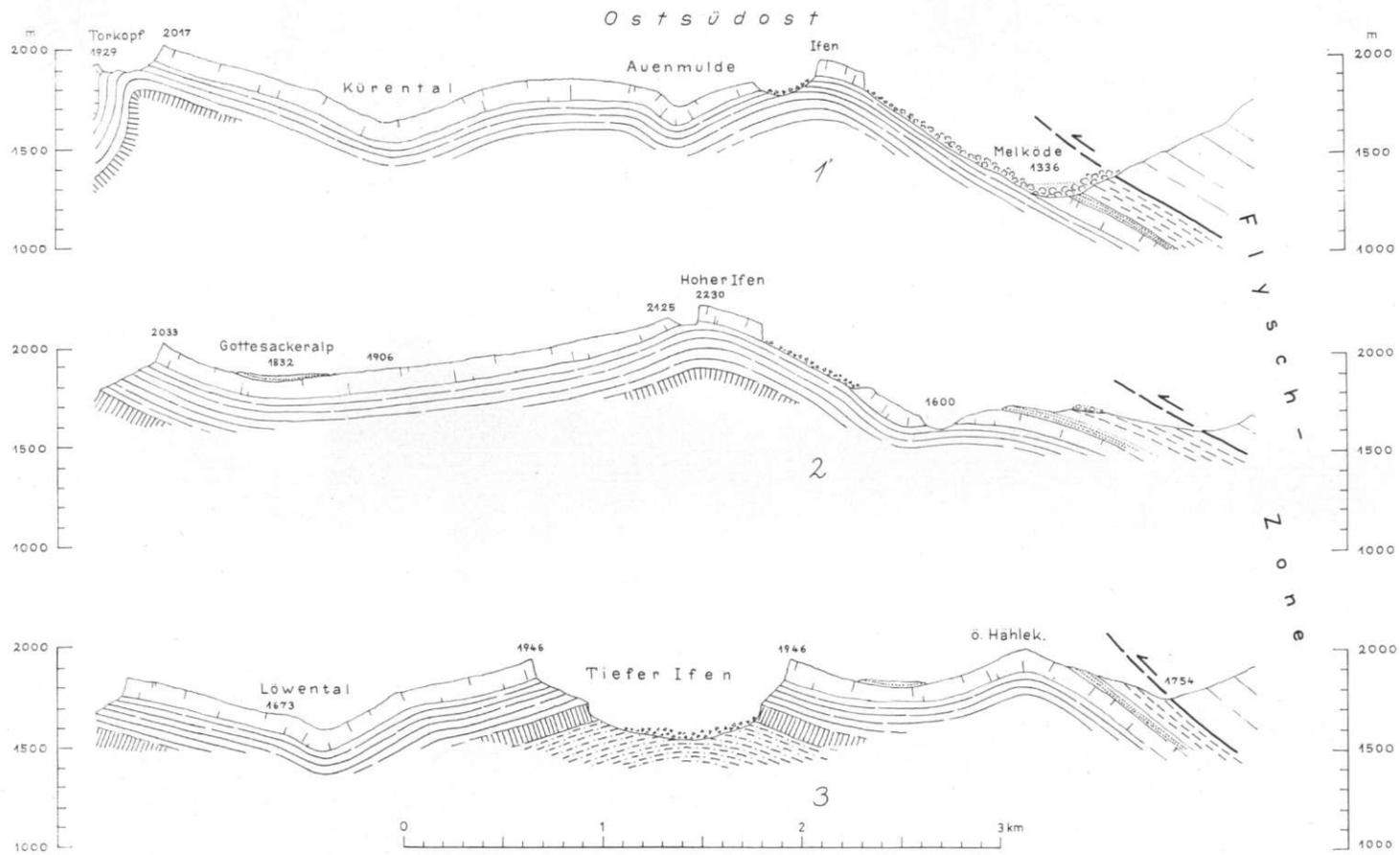


Abb. 4:

Drei geologische Querprofile durch den Bereich der Kartenprobe VI 3. Zeichenerklärungen s. Abb. 3.

bezeichneten Ifen-, „Mulde“ im Osten und Tiefem Ifen im Westen andererseits, kommt auf den Querprofilen von Abb. 4 eindringlich zur Darstellung. Weiterhin erkennt man, daß Kürental und Gottesacker-Alpe sowie das Löwental Muldenzonen entsprechen: alle drei Lokalitäten gehören einer gemeinsamen, nur schwach ausgeprägten Einmuldung der Schrattekalktafel im Bereich des Gottesacker-Plateaus an. Der Muldenkern aus sandigen und lehmig verwitternden Gault-Gesteinen ist die Ursache für das Almgelände der Gottesacker-Alpe (s. S. 184). Die topographisch-morphologisch so gleichartigen Talformen des Löwentals und des Tiefen Ifen (vgl. Abb. 4, Profil 3; ferner Abb. 8) sind strukturell gänzlich verschieden: einerseits ein durch Reliefumkehr zum Längstal gewordener Sattelscheitel,

andererseits ein als Taldepression erhalten gebliebener Muldenkern.

Abb. 1 bringt zum Ausdruck, daß die helvetischen Faltenachsen vorzugsweise gegen Südost geneigt eintauchen, aber im Bereich des Gottesacker-Plateaus bei der Landesgrenze eine Achsenkulmination aufweisen. Auch die schiefe Schrattekalk-Felsplatte des Ifengipfels (Abb. 5 u. 6), die als Sattel-Südflügel parallel zur Ifen-Sattelachse gegen Ost-südost „einschiebt“, läßt dieses Achsentauchen deutlich erkennen. Im Bereich des Schwarzwasser-Baches und des Breitach-Tales verschwinden die Helvetikumstrukturen unter dem tektonisch darauflagernden Flysch.

Der Ifen-Gebirgsstock stellt eine großartige Aufwölbung aus Einzelsätteln und -mulden dar, die im Norden, im Osten und im Süden von



Abb. 5:

Das Gottesacker-Plateau, von den Oberen Gottesacker-Wänden aus gesehen. Blick von der Gottesacker-Scharte (1967 m) nach Süden auf das verkarstete Gottesacker-Plateau, überragt von der schiefen Schrattekalk-Platte des Hohen Ifen (2230 m). In seiner scheinbaren linken Fortsetzung kommen dahinter die Flyschkämme südlich der Melköde heraus. Darüber schaut der aus Hauptdolomit der ostalpinen Trias bestehende Widderstein (2536 m) herüber. Ganz im Hintergrund die aus Hauptdolomit bestehende Mohnenfluh-Braunarlspez-Gruppe.

Der Vordergrund wird von den Karrenfeldern auf dem Südhang der Oberen Gottesacker-Wände eingenommen. Vom Beschauer weg zieht die große Horizontalstörung der Gottesacker-Scharte nach Südwest in das Plateau hinein, auf den Hahnenkopf (rechts neben dem Ifen-Gipfel) zu und ist bis zur Mitte des Plateaus als Störungslinie deutlich sichtbar.

Der nach links geneigte östliche Teil des Gottesacker-Plateaus zeigt einen weit gespannten Gewölbebau. Die östliche Hangneigung entspricht annähernd dem östlichen (nach links gerichteten) Achsentauchen. Die Längstal-depression im Bild-Mittelgrund beginnt rechts (im Westen) bei der Gottesacker-Alpe (1832 m) und zieht unter den Karrenfeldern des Vordergrundes nach links gegen die Schneiderküren-Alpe. Sie entspricht der Muldenstruktur des Löwentals und Kürentals (Abb. 4).

Die nach links (Südost) geneigten Schichtköpfe der bis 10 m mächtigen Schrattekalkbänke sind für den gesamten sichtbaren Bereich des Gottesacker-Plateaus bezeichnend und werden durch die, mit Latschen bewachsenen, Schichtköpfe deutlich markiert. (Photo Schmidt-Thomé)

darauflagerndem Flyschgestein begrenzt wird: Das Helvetikum bildet ein im Osten geschlossenes Halbfenster im Flysch, der vor seiner Abtragung als mächtige Überschiebungsdecke darüber hinweggeglitten war (vgl. Abb. 1 und 2).

Der Faltenwurf des Helvetikums wird durch den Schrattenkalk morphologisch ausgezeichnet sichtbar. Da die Helvetikumgesteine über ihm und unter ihm wesentlich weicher sind als er, ist die rd. 100 m mächtige Schrattenkalk-Serie zum Gerippe der heutigen Landschaftsformen im gesamten Ifen-Bereich geworden. Die Abtragung hat am Hohen Ifen und am Gottesacker-Plateau nach Freilegung der oberen Schrattenkalkgrenze haltgemacht. Sättel blieben, mit den oben, S. 185 genannten Ausnahmen, morphologische Hochgebiete und Mulden Taldepressionen: Die tektonischen Strukturen stehen mit den morphologischen Oberflächenformen in harmonischem Einklang (Abb. 4). Die Neigung des Schrattenkalkes zur Verkarstung, welche die Erosion durch Oberflächenabtrag unterbindet, hat die Konservierung dieses flachen Faltenwurfes besonders begünstigt (s. u.).

Die oben auf S. 185 genannten Verwerfungsstörungen, zusammen mit entsprechend verlaufenden Gesteinsklüften, ordnen sich als tektonische Kleinformen dem Großbau harmonisch

ein. Sie gehen auf einen einheitlichen Beanspruchungsplan zurück und sind annähernd symmetrisch zum Schichtenverlauf orientiert. Es lassen sich drei Hauptrichtungen bei vorzugsweise senkrechter Neigung der Störungsflächen unterscheiden: Zwei Diagonal-Störungspaare (Verlauf von Nordost nach Südwest bzw. von Nordwest nach Südost) und eine Gruppe von Längsstörungen parallel zum Schichtstreifen (Westnordwest—Ostsüdost) bilden ein genetisch zusammengehöriges Störungssystem und sind auf eine scherende, dehrende Gesteinsbeanspruchung quer zur Faltungsrichtung und zur damit verbundenen Einengung zurückzuführen. Die Flysch-Deckenüberschiebung hat diese kleinteiltektonischen Formen wahrscheinlich überprägt und verkompliziert. Der Störungsbetrag ist meistens gering oder sogar minimal.

Die große Diagonalstörung, die das Gottesacker-Plateau im Westen quert und vom Tiefen Ifen gegen den Torkopf nach Nordost zieht, ist außerhalb des betrachteten Bereiches, an der Windeck-Scharte im Norden, mit ihren Harnisch-Flächen aufgeschlossen und läßt eine nur mäßig nach Nord geneigte Strömung und damit annähernd horizontale Verschiebung des rechten, östlichen Störungsfügels gegen Norden erkennen. Ihr Südwest-Teil ist auf dem Gottesacker-Plateau als Karstgasse (s. S. 190) deutlich herauspräpariert (vgl. Abb. 1, 3 und 5).

Die tektonische Beanspruchung des Schrattenkalkes und die Herausbildung von Störungen und

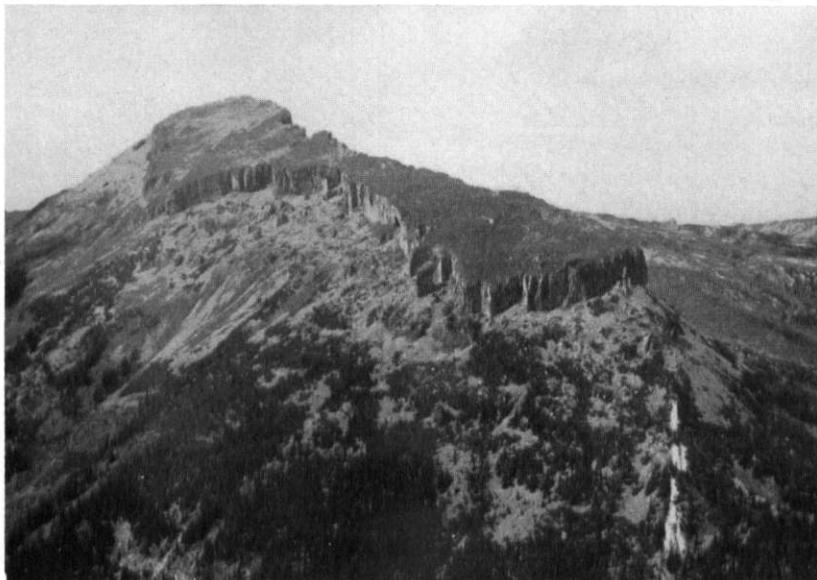


Abb. 6:

Der Gipfelbereich des Hohen Ifen, von Südosten gesehen.

Der Beschauer steht auf dem Waldmendinger Horn (1998 m), einem Flyschgipfel auf der Südseite der Melköde. Die schiefe Schrattenkalk-Platte des Ifen-Gipfelbereiches wird durch eine 100 m hohe Felswand von den unteren, schuttbedeckten Hängen des Ifen-Massivs getrennt. Der Schutt lagert auf Drusberg-Schichten, dem Unterlager des Schrattenkalks. Hangschuttfächer und Bergsturzböcke sind oberhalb des Vegetationskleides stellenweise erkennbar.

Der Ifen-Gipfel bildet den auf den Beschauer zu geneigten Südwestflügel des Ifen-Sattels, dessen Faltenachse, der Richtung und dem Verlauf der hinteren, vom Beschauer abgekehrten Kante der Felsplatte entsprechend, nach rechts vorne abtaucht. (Photo P. Lange).

Klüften haben die Voraussetzungen für die Entstehung des Karstes geschaffen. Ohne Trennungsfugen im Gestein wäre eine so mächtige Kalkserie wie der Schrattenkalk wasserundurchlässig.

III. Zum Karst des Gottesacker-Plateaus

Bei flacher Lagerung tritt die Funktion der im Schrattenkalk ohnedies weniger häufigen Schichtfugen als „Wasserleiter“ zurück, fehlt aber nicht. Auf der östlichen Abdachung des Plateaus ist eine regelrechte Schichtstufenlandschaft im Kleinen entstanden. Die mehr als 10 m dicken Bänke und ebenso hohen Schichtköpfe des mit 15–20° nach Osten einfallenden Schrattenkalkes sind durch die unterschiedliche Pflanzendecke (Latschenbewuchs nur auf den Schichtköpfen) deutlich markiert, wie Abb. 5 und 7 erkennen lassen. Die Schichtflächen bleiben nahezu hangparallel, und das Oberflächenwasser dringt auf ihnen nicht tief in die Kalkserie ein. Vorzugsweise haben steilstehende Trennungsfugen in den oben, S. 189 genannten drei Hauptstörungsrichtungen und den zugehörigen Kluftsystemen dem Oberflächenwasser seinen Weg in den Untergrund gewiesen.

1. Die Einzelformen

Der Formenschatz des Karstes auf dem Gottesacker-Plateau und seinen Randgebieten wird in der Reihenfolge seiner Bedeutung: Karren, Karstgassen, Dolinen, Schächte und Höhlen besprochen.

Die Karren sind bei näherer Betrachtung die bezeichnendsten Karstformen des Gottesacker-Plateaus, denen gegenüber an Zahl und Verbreitung alle anderen Formen zurücktreten. Sie kommen in Größenanordnungen von Millimeter-Beträgen bis zu mehreren Metern Tiefe vor. Im flacheren Bereich des Plateaus erkennt man fast stets an ihrer regelmäßigen Anordnung, daß sie als Kluftkarren durch Trennungsfugen steilstehender Klüfte vorgezeichnet sind. K. CRAMER (1959) hat ihre Zugehörigkeit zu Kluftsystemen, die sich dem großtektonischen Bauplan einordnen, untersucht. Auf stärker geneigten, glatten Kalkflächen sind *Rinnenkarren* ebenso häufig wie jene. Die verschiedenen Karrenarten des Plateaus werden hier nicht näher beschrieben, da das von G. WAGNER (1950) bereits in ausführlicher Form geschehen ist. Wenn auch die Beobachtung der Karren fast stets an Gebiete nackten Gesteins gebunden ist, so dürfte doch das Vorkommen verdeckter (unter einer Vegetationsdecke entstandener) Karren ziemlich verbreitet sein.

So auffallend die Karren aus der Nähe sind (Abb. 5) — riesige, oft kaum passierbare Karrenfelder finden sich so gut wie überall, wo der

flachlagernde Schrattenkalk freiliegt — so sehr treten sie bei kleinmaßstäblicher Darstellung den Großformen gegenüber zurück (vgl. Abb. 5, 7 und 8).

Karstgassen sind aus der Nähe oft nur un deutlich zu überblicken, dafür aus der Entfernung aber um so markanter zu erkennen (Abb. 5, 7 und 8). Es sind klammartig steile, oft viele Meter tiefe, aber schmale Schluchten. Sicher sind es zum Teil durch Korrosion erweiterte Karrenfurchen, die an kräftige Störungsfugen im Schrattenkalk gebunden sind. Im Luftbild und ebenso im Kartenbild treten sie auffällig hervor (Beilage Kartenprobe VI 3, ferner Abb. 3, 7 und 8). In eindrucksvoller Weise ist dadurch das tektonische Störungsgefüge herausmodelliert und sichtbar geworden. Daraus erklärt sich der erstaunlich regelmäßige Verlauf der zahllosen Karstgassen auf den Luftbildern (Abb. 7 und 8). Nur eine Auswahl davon ist auf Abb. 3 als Störungslinien dargestellt. Wegen ihrer senkrechten Störungsflächen bleibt ihr Verlauf auch bei wachsender Hangneigung geradlinig.

Dolinen als echte Einsturztrichter, deren Durchmesser größer ist als ihre Tiefe, fehlen im Gottesacker-Plateau oberhalb 1700 m ganz. Auch darunter sind große Dolinen bis in den Bereich des Waldkleides kaum festzustellen (vergl. Abb. 7). Das steht mit Beobachtungen von C. RATHJENS (1954) in Einklang. Öfter dagegen kommen mit Verbruchsteinen erfüllte Schächte oder noch breitere, bis in den Sommer mit Schneeresten erfüllte Schlote von etlichen Metern Tiefe vor, z. T. wohl Zwischengebilde von Dolinen und Ponoren. Sie reihen sich häufig entlang von Störungsklüften auf, wie K. CRAMER (1959) dargestellt hat. Ob die überwiegende Zahl der Karstgassen durch solche „Dolinen“ reihen oder aber durch erweiterte Störungskarren entstanden ist, bleibt eine offene Frage. Eine der wenigen größeren Dolinen ist auf Abb. 7 sichtbar.

Höhlen großen Ausmaßes fehlen im Oberflächenkarst-Bereich des Gottesacker-Plateaus, wenn auch das Vorhandensein eines ausgedehnten unterirdischen Karstes kaum zu bezweifeln ist. Eine Liste der im Nachbarbereich des Plateaus von über Tage aus feststellbaren Höhlen findet sich bei K. CRAMER (1960). Das Hölloch, die größte dieser Höhlen, ist kürzlich im Rahmen einer Gemeinschaftsarbeit monographisch beschrieben worden (Hölloch-Monographie 1960).

Wenn auch die Karstformen vorzugsweise auf die vegetationsfreien Schrattenkalkgebiete beschränkt zu sein scheinen, so reichen sie doch darüber in den bewaldeten niedrigen Bereich des Ifen-Massivs herunter. An vielen Stellen werden gelegentlich unter der Grasnarbe oder unter dem

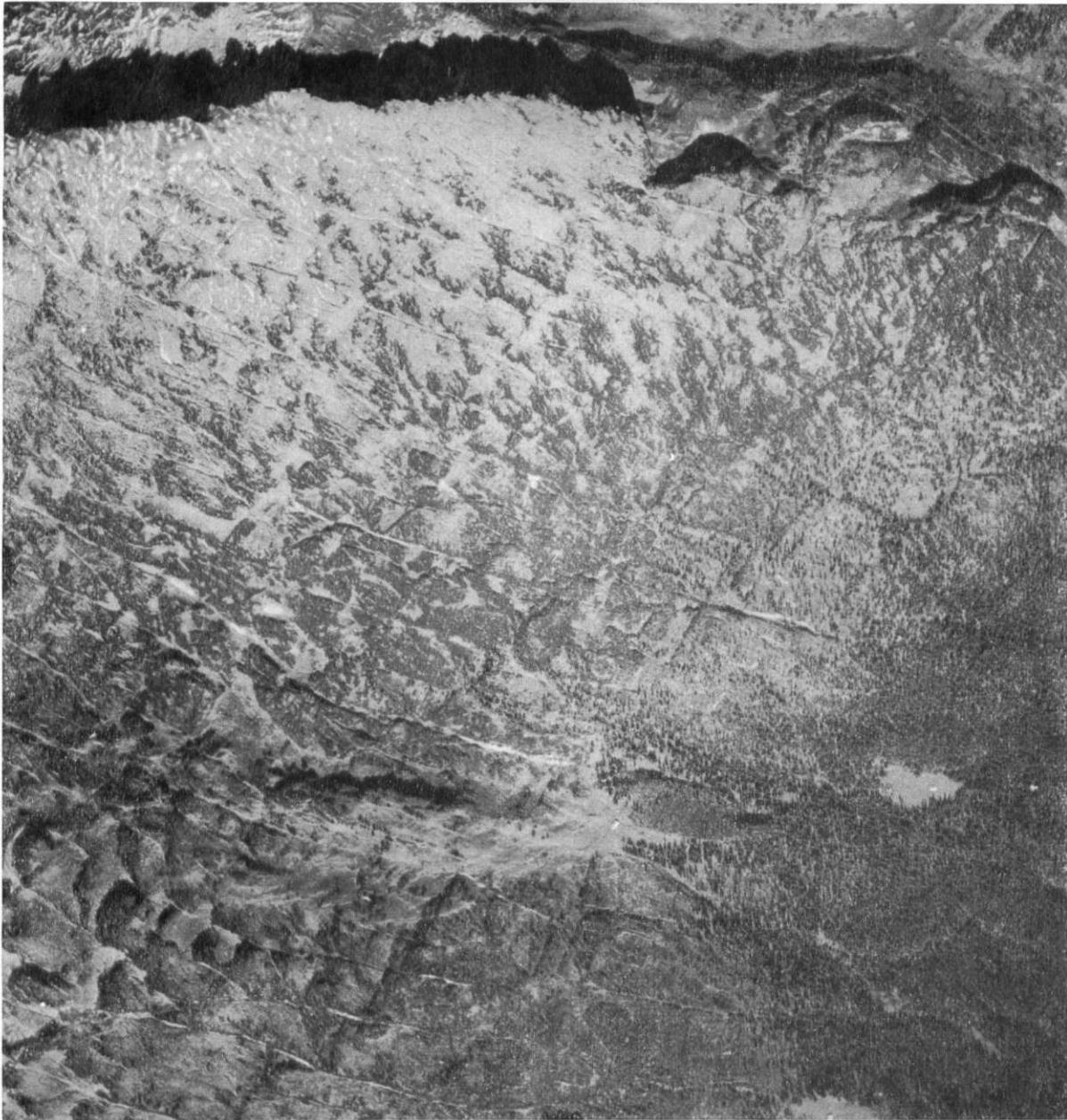


Abb. 7:

Luftbild des nordöstlichen Gottesacker-Plateaus zwischen Oberen Gottesacker-Wänden und Mahdtal im Norden und Kürental im Süden (mit Deckbild der sichtbaren tektonischen Störungslinien nach K. CRAMER 1959).
(Foto „Photogrammetrie GmbH. München“.)

Durch den Karst sind auf der flachen Südflanke der Oberen Gottesacker-Wände und auf dem südlich anschließenden Gottesacker-Plateau zwei überraschend regelmäßige Störungsrichtungen herausmodelliert worden. Die nach Ost-Südost verlaufende, vorherrschende wird von der zweiten, nach Nordost verlaufenden und zahlenmäßig zurücktretenden Störungsgruppe diagonal gekreuzt. Die erstgenannte Störungsrichtung zieht nach rechts in den Kürenwald weiter und ist dort noch unter dem Vegetationskleid kenntlich.

Die Alp-Hütten der Schneidküren-Alpe, der östlich davon im Wald gelegenen Alpe ohne Namen mit Kote 1408 und der am unteren Bildrand befindlichen Fritzküren-Alpe gehen auf erhalten gebliebene Gault-Gesteine bzw. Moränenüberlagerung zurück. Nördlich oberhalb der namenlosen Alpe (1408 m) ist im Bereich der Waldgrenze eine größere dolinenartige Depression zu erkennen, die auch auf der Kartenprobe zwischen den Top. P. 1578 und 1587 vermerkt ist. Derartige Formen fehlen oberhalb der Waldgrenze! In der linken unteren Bildecke kommen die von Latschen bestandenen und eine kleine Stufenlandschaft bildenden Schichtköpfe des nach rechts geneigten Schrattenkalkes heraus (s. Abb. 5).

Waldkleid Formen bedeckten Karstes neben Ponoren u. ä. sichtbar (K. CRAMER 1959; J. KARL 1960). Die Karstgassen, die über das Gottesacker-Plateau gegen Ost-südost verlaufen, setzen sich als verdeckte, aber noch kenntliche Spalten so weit in den Kürenwald fort, bis der Schrattenkalk im Osten unter jungen Schuttbildungen verschwindet (Abb. 3 und 7).

Die Ifen-Gipfelplatte selbst ist arm an Oberflächen-Karstformen und von einer Grasnarbe bedeckt. Bei dem allseits freien Ausstreichen der Schrattenkalk-Platte ist dort vermutlich wenig unterirdischer Karst entwickelt. Bedeckte Karren unter der Grasdecke dürften nicht fehlen.

Ähnlich arm an Oberflächen-Karst ist der südwestlichste Teil des betrachteten Gebietes, auf dem Hählekopf-Osthang (Ifersgund-Alpe). Ebenso auffallend ist das Fehlen von bedeutendem Oberflächen-Karst im Löwental beiderseits der Hochrubach-Alpe, deren Talboden und steile Hänge aus oberflächenparallelen Schrattenkalkbänken gebildet werden (S. 188) und z. T. von Grasvegetation bzw. von Schutt verhüllt sind (Abb. 8).

2. Zur Karsthydrologie

Die Karstwasserverhältnisse werden im Ifen-Gebiet entscheidend bestimmt durch die Gesteinsfolge und ihre flache Lagerung: ca. 100 m Schrattenkalk, unterlagert von tonig-mergeligen Drusberg-Schichten. Das Karstwasser zirkuliert in der Kalkserie, ohne daß es bei der Höhenlage des Plateaubereichs zu einem Karstwasserspeicher mit gespanntem Wasser kommen muß; dieses dürfte sich erst im tiefer gelegenen, östlichen Randbereich einstellen, wo der Schrattenkalk samt darüber erhalten gebliebenen mergelreichen Oberkreidgesteinen unter die Flyschzone taucht (s. oben, S. 189). Die Karstbasis wird jedoch auch im gesamten Plateaubereich durch die wasserundurchlässigen Drusberg-Schichten gebildet, die als Karstwasser-Stauer wirken.

Die unterirdische Karstwasserzirkulation wird somit durch das Faltenbild vorgezeichnet: Sattelscheitel sind gleichzeitig Karstwasserscheiden. Soweit das morphologische Bild mit dem Faltenbild übereinstimmt, stimmen oberflächliche Wasserscheiden und Karstwasserscheiden überein. Das betrifft auch die Haupt-Wasserscheide Rhein-Donau, die vom Hohen Ifen in nordöstlicher Richtung über das Gottesacker-Plateau verläuft und annähernd mit einer Faltenachsen-Kulmination zusammenfällt (Abb. 1). Die tiefer gelegene Erosionsbasis des Rheins am Alpenrand (Bodensee 395 m) gegenüber der Iller (Kempten 677 m) ist mit verantwortlich für derart scharfe Ausräumungsformen wie der Tiefe

Ifen oder das Löwental, Formen, welche auf der Ostseite des Gottesacker-Plateaus fehlen. Das ist Mit-Ursache für den oben, S. 188 angedeuteten scheinbaren Widerspruch zwischen Formengleichheit trotz struktureller Gegensätzlichkeit von Tiefem Ifen (Längstal im Sattelscheitel) und Löwental (Längstal im Muldenkern).

Der Karstwasserhaushalt und die Karstquellen bleiben hier außer Betracht. Bei K. CRAMER (1959) und in der Hölloch-Monographie (1960) finden sich darüber ausführlichere Angaben.

C. Das Abbild des geologischen Baus und der Karstformen in der topographisch-morphologischen Kartenprobe VI 3

Zum leichteren Verständnis der vorangegangenen geologisch-morphologischen Betrachtungen ist eine Strukturskizze des Ifen-Gottesacker-Bereiches entstanden (Abb. 3), welche einen Vergleich mit der von L. BRANDSTÄTTER entworfenen Kartenprobe VI 3 erlaubt. Die dargestellten geologischen Verhältnisse können bei aufmerksamer Betrachtung bereits z. T. der topographischen Karte selbst entnommen werden. Das soll im folgenden näher erläutert werden.

Der Schichtenaufbau mit seinem Wechsel aus harten und weichen Gesteinen kommt in der Ifen-Platte und im Tiefen Ifen besonders anschaulich zum Ausdruck. Die Ifen-Platte ist als schief lagernde Gesteinsschicht ohne weiteres kenntlich. Im Tiefen Ifen kommt unter der weichen Liegendserie der Drusberg-Mergel eine weitere Felsstufe aus Kieselkalk zum Vorschein, ehe der breite, schutterfüllte Talboden aus Valendis-Mergeln einsetzt (Abb. 4, Profil 3). Beide, durch Reliefumkehr morphologisch so verschiedenartigen Gebiete gehören dem Ifen-Sattel an, dessen streichender Verlauf nach Ost-südost und dessen östlich abtauchende Sattelachsen ebenfalls aus der topographischen Kartenprobe erkennbar sind. Der Untergrund des Gottesacker-Plateaus aus einer mächtigen, kalkigen Gesteinsserie geht weiterhin aus den zahlreichen „genetischen Felsstrichzeichnungen“ hervor, welche die Karstformen des Plateaus auf den ersten Blick zum Ausdruck bringen (s. u.), die für reine Kalke so bezeichnend sind.

Wo in den meist übersteilen Wandabstürzen ein Einblick möglich ist, sind die flachliegenden Schichtbänke des Schrattenkalkes und der oberen Drusberg-Schichten durch die Felszeichnung dargestellt, besonders im Nordwesten und Westen des Ifen-Gipfels in den Wandfluchten gegen den Tiefen Ifen hinunter. Dagegen fehlen auf der topographischen Kartenprobe mit Recht derartige Schichten-Andeutungen in der Felszeich-

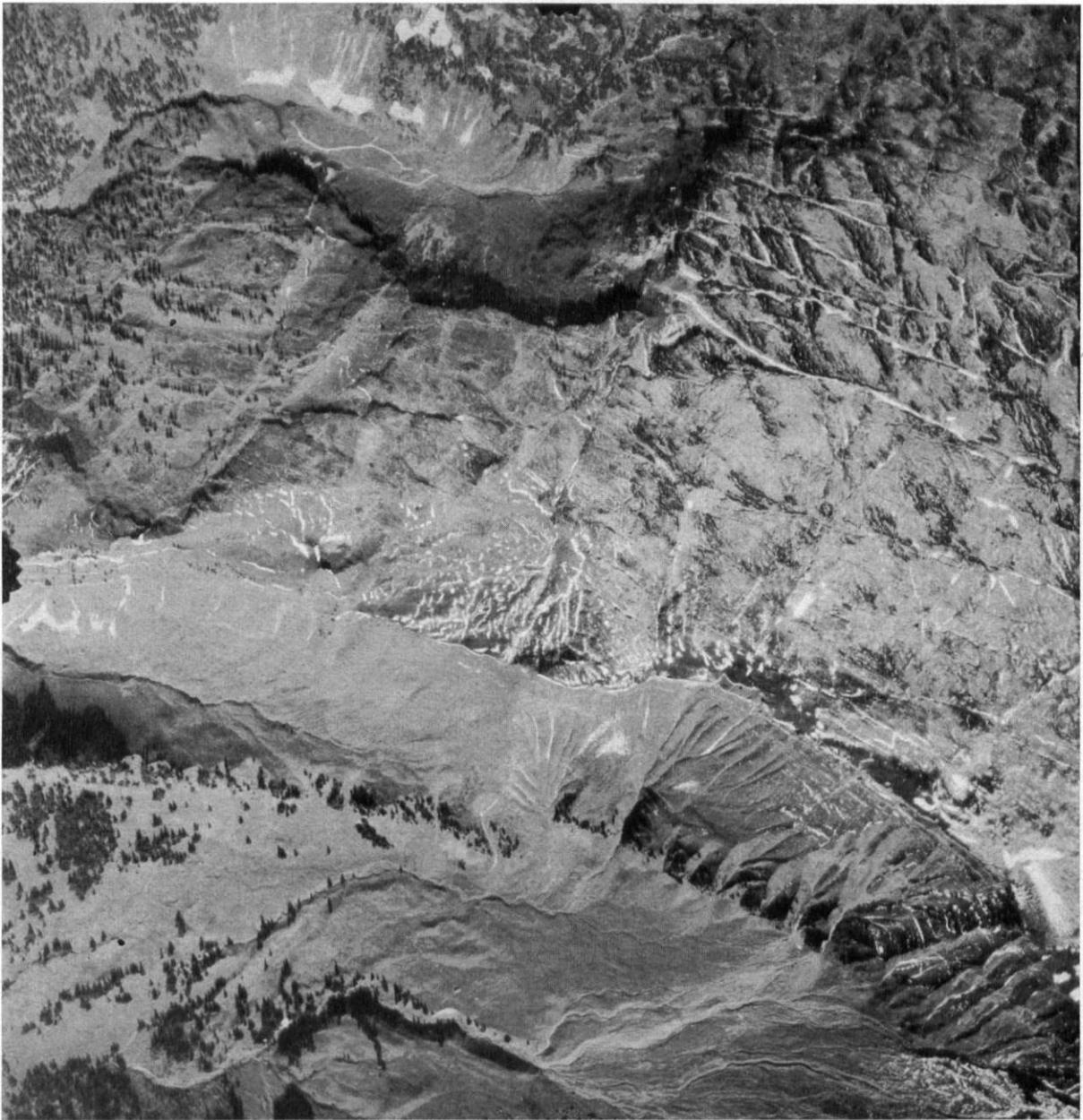


Abb. 8:

Luftbild des westlichen Gottesacker-Plateaus zwischen den Längstal-Depressionen des Löwentals im Norden und des Tiefen Ifen im Süden (mit Deckblatt der sichtbaren tektonischen Störungslinien nach K. CRAMER 1959).
(Foto „Photogrammetrie GmbH. München.)

Die Eintiefung der beiden Längstäler unter die verkarstete Platte des Schrattenkalkes kommt ebenso deutlich zum Ausdruck wie die nur scheinbare Formgleichheit dieser beiden Taldepressionen, deren südliche an den, aus weichen Unterkreide-Gesteinen bestehenden, Ifen-Sattel und die nördliche an eine, durch Ausräumung noch verstärkte, Einmuldung im Schrattenkalk gebunden ist. Der Gegensatz zwischen Schrattenkalk-Plateau und mergelreichen Drusberg-Schichten prägt sich in der lebhaften Zerschneidung an den nördlichen Steilhängen gegen den Tiefen Ifen aus, die durch hangparallel streichende Schichtung der Drusberg-Serie gebändert erscheinen. Der Karst hat gleichartige Störungslinien wie auf Abb. 7 in großen, zum Teil noch schneerfüllten Karstgassen sichtbar gemacht.

nung beiderseits der Hochrubach-Alpe im Löwental völlig, obwohl beide Taldepressionen auf den ersten Blick gleicher Anlage und Entstehung zu sein scheinen. Daß das nicht zutrifft, wurde oben, S. 188 und 192, näher erläutert: Hänge und Sohle des Löwentales bestehen aus hangparallel geneigtem Schrättkalk, entsprechend seiner Entstehung als Mulden-Längstal (vgl. die Kartenprobe mit Abb. 3; ferner Abb. 4, Profil 3).

Die auf Abb. 5 und 7 so deutlichen, kleinen Schichtstufen, welche die östliche Abdachung des Gottesacker-Plateaus gliedern und durch den Latschenbewuchs der Schichtköpfe so auffallend sind, kommen auch in der Topographie der Kartenprobe samt dem Latschenbewuchs zum Ausdruck. Sie finden sich vorzugsweise bei 1700 bis 1900 m Höhe zwischen Kürental- und Auenmulde. An der topographischen Darstellungsweise der Kanten und des Bewuchses erkennt man die von Nordost nach Südwest verlaufenden und nach Südost geneigten Schichtköpfe der Schrättkalkbänke.

Die Abrenzung des gewachsenen Felsuntergrundes von lockerem Schutt (in höheren Lagen meist vegetationsfrei) oder Moräne (vorzugsweise von Grasnarbe bedeckt) deckt sich im topographischen Kartenbild so gut wie vollständig mit der, bei der geologischen Kartierung (vor allem P. LANGE 1955/56) erfaßten Verbreitung dieser Lockerbildungen (vgl. Kartenprobe und Abb. 3). Besonders deutlich kommt das bei den einzelnen Almen sowie den tiefer gelegenen, talnahen Hangbereichen zum Ausdruck.

Die Lockermassen-Natur des großen Bergsturzes an der Melköde verbirgt sich mit Ausnahme der Riesenblöcke, die besonders im unteren Teil der Bergsturzmassen gehäuft sind, weitgehend unter einer Vegetationsdecke. Seine Kegelform kommt aber im kegelförmigen Verlauf der Höhenlinien zur Darstellung.

Der Oberflächenkarst ist vor allem durch zeichnerische Darstellung der Felsoberfläche selbst wiedergegeben. Die Felszeichnung der Karrenfelder in der Kartenprobe läßt bei genauer Betrachtung die bevorzugten Hauptrichtungen der Kluftkarren in den einzelnen Karrenfeldern des Gottesacker-Plateaus erkennen. Die Karstgassen, Störungsspalten und Kluftreihen treten deutlich in Erscheinung. Ebenso wie die Karrenfelder sind sie durch zusätzliche Felsstrichzeichnung im vegetationsfreien Bereich und durch Schraffen zur Erfassung der Geländekanten im Waldbereich dargestellt. Diese Kleinformen wären durch Höhenlinien, auch bei kleineren Abständen als 20 m, nicht erfaßbar, obwohl sie das Haupt-Erscheinungsmerkmal der gesamten Karstlandschaft am Gottesacker-Plateau

bilden. Die exakte Untersuchung dieser im Karst so deutlichen tektonischen Kleinformen durch K. CRAMER (1959) war nur mit Hilfe von Luftbildern möglich. Auf der Kartenprobe sind sie in überraschender Vielfalt und Klarheit ebenfalls erfaßt worden.

Literaturauswahl

- BAUMGARTNER, A.: Das Klima der Gebirgslandschaft am Hohen Ifen und das Kleinklima der Karrenfelder; ferner: Meteorologische Beobachtungen am Hölloch. Beiträge zur karstkundlichen Monographie über das Hölloch. Wissenschaftliche Alpenvereinshefte, Innsbruck 1960 (in Druckvorbereitung).
- BETTENSTAEDT, F.: Zur stratigraphischen und tektonischen Gliederung von Helvetikum und Flysch in den Bayerischen und Voralberger Alpen auf Grund mikropaläontologischer Untersuchungen. Z. deutsch. geol. Ges. 109, Hannover 1958.
- CRAMER, H. und CRAMER, K.: Speläologische Bibliographie des Gebietes vom Hohen Ifen, Gottesacker und Kackenkopf. Beitrag zur karstkundlichen Monographie über das Hölloch. Wissenschaftliche Alpenvereinshefte, Innsbruck 1960 (in Druckvorbereitung).
- CRAMER, K.: Die Geologie des Mahdtales und der Karst des Gottesackergebietes (Allgäu—Voralberg). Ungedr. Dipl. Arbeit, T. H. München, 1959.
- CRAMER, K.: Verzeichnis der Höhlen im Gebiet des Hohen Ifen, Gottesacker und Kackenkopf. Beitrag zur karstkundlichen Monographie über das Hölloch. Wissenschaftliche Alpenvereinshefte, Innsbruck 1960 (in Druckvorbereitung).
- FREUDE, H. und WICHMANN, H. E.: Die Fauna der subterranean Räume des Hölloch-Bereiches. Beitrag zur karstkundlichen Monographie über das Hölloch. Wissenschaftliche Alpenvereinshefte, Innsbruck 1960 (in Druckvorbereitung).
- Hölloch-Monographie*: Das Hölloch bei Riezlern im Kleinen Walsertal (Allgäu—Voralberg), eine karstkundliche Monographie. Herausgegeben von P. SCHMIDT-THOME, mit Beiträgen von A. BAUMGARTNER, H. CRAMER, K. CRAMER, H. FREUDE, J. KARL, G. LUKAS, P. SCHMIDT-THOME, R. G. SPÖCKER, H. E. WICHMANN. Wissenschaftliche Alpenvereinshefte, Innsbruck 1960 (in Druckvorbereitung).
- KARL, J.: Botanische Untersuchungsergebnisse aus dem Hölloch-Bereich. Beitrag zur karstkundlichen Monographie über das Hölloch. Wissenschaftliche Alpenvereinshefte, Innsbruck 1960 (in Druckvorbereitung).
- LANGE, P.: Geologie des Kleinen Walsertales. Ungedr. Diss. Freie Univ. Berlin, 1955.
- LANGE, P.: Die Voralberger Flyschzone im Süden des helvetischen Halbfensters zwischen Hoher Ifen und Widderstein im Kleinen Walser Tal. Geologie 5, Berlin 1956.
- LEHMANN, H.: Das Karstphänomen in den verschiedenen Klimazonen. Ztschr. „Erdkunde“ 8, Bonn 1954.
- LIEDHOLZ, J.: Geologie des südlichen Teiles von Blatt Balderschwang im Allgäu. Ungedr. Dipl.-Arbeit, Freie Univ. Berlin, 1956.
- LOUIS, H.: Charakterformen der Karstlandschaft. Aus: Allgemeine Geomorphologie, Berlin 1960.
- LUKAS, G.: Chemische Wasseruntersuchungen im Hölloch-Bereich. Beitrag zur karstkundlichen Monographie über das Hölloch. Wissenschaftliche Alpenvereinshefte, Innsbruck 1960 (in Druckvorbereitung).
- OBERHAUSER, R.: Zur Geologie des Gebietes zwischen Canisfluh und Hoher Ifen (Bregenzerwald). Ungedr. Diss. Innsbruck, 1951.

- RATHJENS, C.: Karsterscheinungen in der klimatisch-morphologischen Vertikalgliederung des Gebirges. Beitrag zu LEHMANN 1954 (Ztschr. „Erdkunde“ 8, Bonn 1954).
- SCHMIDT-THOME, P.: Geologie des Hölloches und seiner Umgebung im Bereich des Hohen Ifen und der Gottesackerwände. Beitrag zur karstkundlichen Monographie über das Hölloch. Wissenschaftliche Alpenvereinshefte, Innsbruck 1960 (in Druckvorbereitung).
- SCHNEIDER, A.: Geologie der Berge zwischen Breitach und Stillach im Allgäu. Diss. Freie Univ. Berlin, 1959. Druck Berlin 1960.
- SPÖCKER, R. G.: Das Hölloch als geographisches Element. Beitrag zur karstkundlichen Monographie über das Hölloch. Wissenschaftliche Alpenvereinshefte, Innsbruck 1960 (in Druckvorbereitung).
- WAGNER, G.: Rund um Hochifen und Gottesackergebiet. Öhringen 1950.

LAND USE IN THE BORDER, EASTERN CAPE PROVINCE

CHRISTOPHER BOARD

With 4 Plates and 2 Figures

Zusammenfassung: Landnutzung in „the Border“, östliche Kap-Provinz der Südafrikanischen Union. Die in den Jahren 1955 bis 1958 durchgeführte Landnutzungsaufnahme war Teil einer umfassenden Regionalaufnahme der Border durch die Rhodes-Universität in der Südafrikanischen Union. Sie wurde durch eine Anzahl von Regierungsstellen unterstützt und finanziert.

Die Feldaufnahme, durchgeführt unter Zuhilfenahme von großmaßstäblichen Karten und Luftbildern, umfaßte 1547 Quadratmeilen in der Gegend der Hafenstadt East London an der Südostküste der Union. Eine zwölffarbige Landnutzungskarte nach dem Klassifikationssystem der Internationalen Geographischen Union wurde gezeichnet.

Die Border hat ihren Namen davon, daß sie einst eine Grenzzone zwischen den Siedlungsgebieten der Europäer und Bantustämmen war. Heute ist sie ein Mischsiedlungsgebiet mit einer großen Zahl verschiedener Arten der Landnutzung.

Um die landschaftliche Differenzierung zu zeigen, werden hier drei Gebiete mit nahezu gleicher naturräumlicher Ausstattung jedoch verschiedener Art der Landnutzung im einzelnen untersucht und dargestellt.

1. Das Ackerbau-Hochland der Eingeborenen:

Es ist das Siedlungsgebiet der Bantus, in welchem jedoch die traditionellen Landnutzungsmethoden infolge des herrschenden Bevölkerungsdruckes eine Änderung erfuhren. Eine Gemeinschaftswidewirtschaft wurde von einer Teil-Selbstversorgungs-Landwirtschaft abgelöst, die auf Maisbau und dem Einkommen von zeitweise in der Industrie beschäftigten Bevölkerungsteilen basiert. Die offizielle Landnutzungsplanung zielt darauf hin, wenigstens einen Teil der Bevölkerung völlig auf gemischte (d. h. Ackerbau-Viehzucht) Landwirtschaft auszurichten.

2. Die Ananas-Zone:

Der Anbau einer einzigen Frucht für den Export gibt der Landnutzung dieses Gebietes ihre dominante Note. Große Kapitalinvestitionen und relativ geringe Produktivität machen diese teure Art des „Ackerbaues“ sehr abhängig von Preisbewegungen auf dem Weltmarkt. Obwohl der größte Teil des Ackerlandes für die Erzeugung dieses einen Handelsgewächses auf den Farmen der Weißen dient, wird ein größerer Prozentsatz des Graslandes von den Rindern der Bantu-Landarbeiter beweidet.

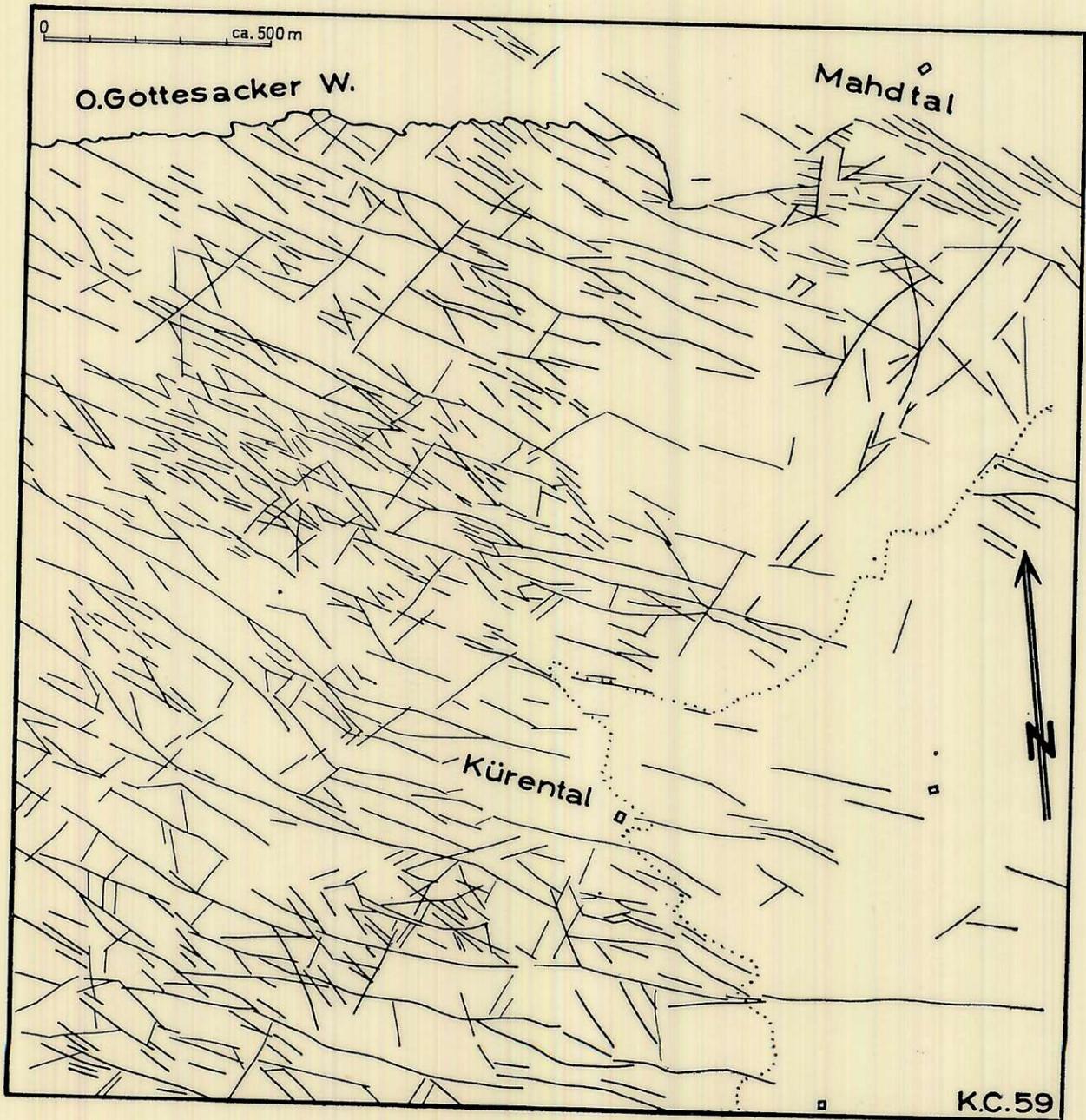
3. Deutsche Siedlungen:

Verstreut liegende Flurstücke von Gemeinschaftsland und kleine Eigentümer wurden im Jahre 1858 an Militärsiedler und Bauern übereignet. Die darauf betriebene gemischte

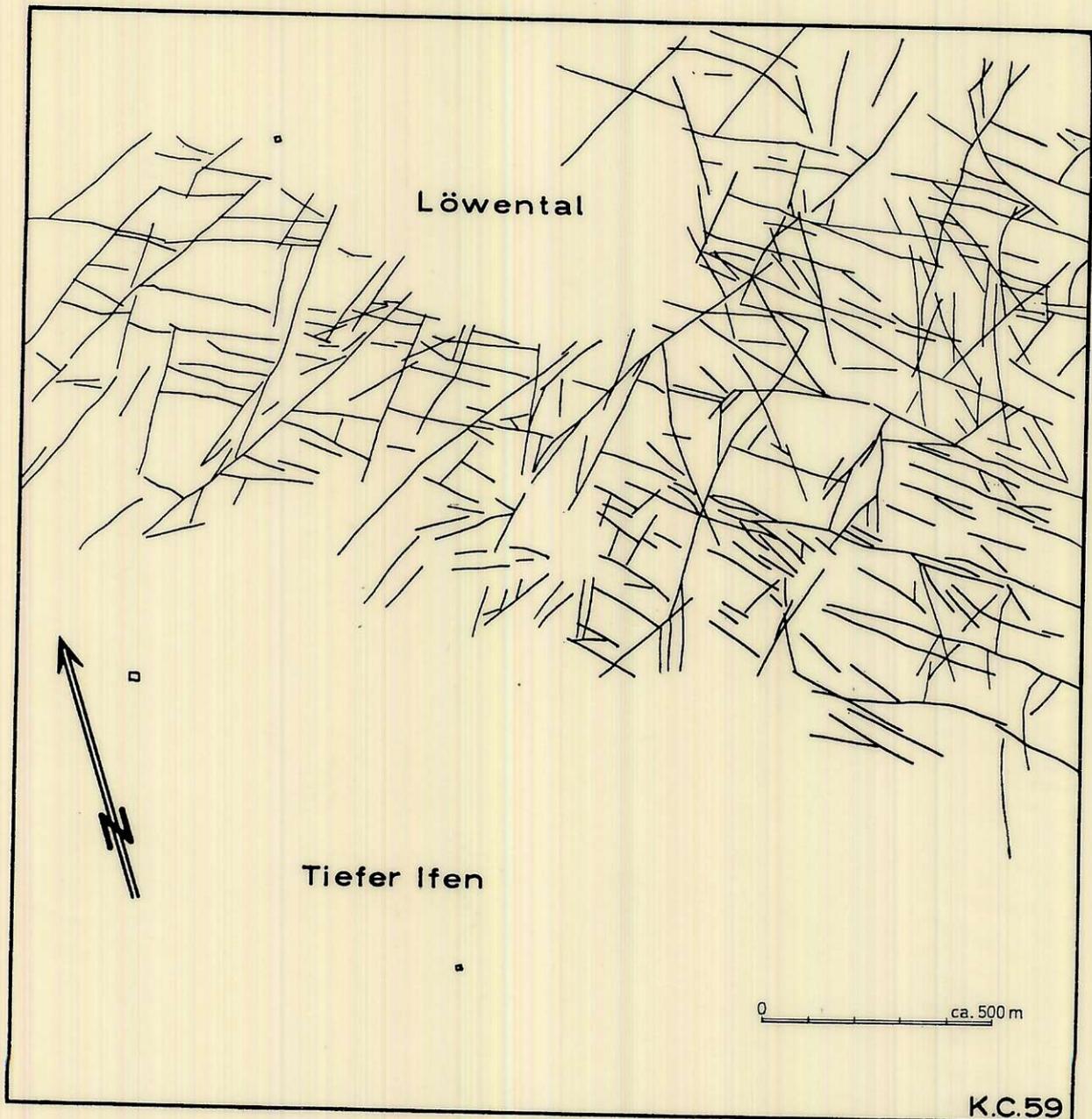
Landwirtschaft ist für den Lebensunterhalt gerade ausreichend, aber bietet darüber hinaus kaum zusätzliches Einkommen. Ungünstige Naturbedingungen, Mangel an Kapital und die Rechtsbedingungen des Landbesitzes verhindern die Konsolidierung zu größeren und lebensfähigeren Farmen.

The aim of this paper is to outline the methods, and to give some of the results, of a land use survey carried out between 1955 and 1958, in a very complex part of southern Africa, using the World's Land Use Survey's classification.

This survey formed part of a comprehensive regional survey undertaken by the Institute of Social and Economic Research, Rhodes University, Grahamstown, and was sponsored by the Natural Resources Development Council and the National Council for Social Research, who financed the project. The survey was the outcome of a request by the Buffalo Catchment Association, a regional development group based on East London and founded in 1946, to "promote conservation and development of the natural resources of the Buffalo Catchment Area". The expanding need for water by East London's growing population and industries, particularly after the war, was further emphasized by the need to ship water from Durban by sea in the drought of 1949. Two major water storage reservoirs, holding 6,450 million gallons, were completed in 1949 and 1951. Although these events had made clear the need for a hydrological survey, it was felt that a comprehensive one on the lines of the rural community survey in the Keisammahoek Native district, to the north-west of East London, should be made of the Buffalo Catchment Area. Rhodes University agreed to undertake the survey and subsequently decided for statistical convenience to extend the survey area to the two magisterial districts which include the Buffalo basin. It was



Deckblatt zu Abb. 7: Aufsatz Schmidt-Thomé



Deckblatt zu Abb. 8: Aufsatz *Schmidt-Thomé*