

Geologische Merkmale an neu erkundeten Kärntner Höhlen

Von E. H. WEISS

Mit 13 Abbildungen (Lageskizzen und Photographien)

Eine Übersicht aller bekannten Höhlen in Kärnten gab H. BERGER 1959. Im Zuge entomologischer und geologischer Erkundungen konnten im Jahre 1961 neue Höhlen entdeckt werden, die vom Standpunkt ihrer Entstehung interessante Rückschlüsse ziehen lassen. Herr Major E. HÖLZEL, der Initiator dieser kleinen Unternehmungen, unterstützt von Herrn Dr. W. BERNINGER, hat in der vorjährigen Carinthia II über die genaue Lage der einzelnen Höhlen und ihre Zugangsmöglichkeiten sowie über die faunistische Besiedelung berichtet und gleichzeitig die betreffenden Höhlen benannt.

Meine Studie behandelt diese Hohlräume nach geologischen Gesichtspunkten und weist besonders auf gebirgsmechanische Veränderungen hin, denen einige Höhlen in Verbindung mit alten Entwässerungssystemen ihre Primäranlage und damit ihre Entstehung verdanken.

Außer der ersten angeführten Höhle von Lippitzbach, welche durch das Zusammenwirken eines Grundwasserstromes mit einer Auskolkungsmechanik der Drau entstand, ist die Anlage der folgenden Hohlräume durch tektonische Vorgänge gegeben. Die Höhle von Sankt Margarethen läßt sich auf eine Verstellungsmechanik innerhalb des Marmorlotzes, auf dem die Bergkirche steht, zurückführen, und die Raumanlage mit Erweiterungen im Gebiete der Sattnitzabstürze südlich des Keutschachtales und am Josefsberg bei St. Paul wurde durch Erscheinungen der Bergzerreißung und des Talzuschubes in Verbindung mit einer unterirdischen Entwässerung gebildet.

Die kalktuffversinterte Uferhöhle an der Drau bei Lippitzbach, deren Umgebung und Entstehung

Knapp westlich der Einmündung des Wölfnitzbaches in die Drau liegt auf einer eckspornartigen Terrassenleiste das Schloß Lippitzbach mit seinen Nebengebäuden. Der Wölfnitzbach entwässert aus dem Raume Griffen — Ruden nach Süden und hat sich epigenetisch in das phyllitische Grundgebirge und nicht, wie vorgezeichnet, in eine mächtige Schotterablagerung eingefräst. Dieser Schotterkörper liegt direkt anschließend im Westen, füllt eine alte, tiefe Muldenzone aus und reicht von der Hochfläche bei Ruden bis zum Schloß Lippitzbach mit einer Auffüllungsmächtigkeit von fast 100 m! Die fluvioglazialen Sande und Kiese mit einer großen Vormacht von Geröllen über 10 cm ϕ sind sehr wasserdurchlässig und nach R. CANAVAL Träger eines sehr großen Grundwasserstromes. Die Quellen treten über dem Schloß zwischen 406 und 415 m SH, bei einer Breitenausdehnung von 700 m und einer

Gesamtschüttung von 1.400 l/sec. aus. Der ausgeprägte Quellhorizont verläuft 20 bis 35 m über der Terrasse und dem Leistensystem, welches sich etwa 10 bis 14 m über der heutigen Drau entlang des Steilhanges gegen Westen hinzieht. Die Wässer wurden gefaßt, zum Teil mittels Stollen (in R. CANAVAL: 6 Stollen mit Längen zwischen 6 und 26 m auf 404 bis 415 m SH) und betreiben jetzt das E-Werk von Lippitzbach; früher waren sie Kraftantrieb für das Walzwerk.

Die Anhöhe hinter dem Schloßkomplex (siehe Abb. 1) besteht aus den angeführten Schotterablagerungen, und die Quellaustritte sind durch die Untergrenze des Fichtenbestandes zu kennzeichnen. Unterhalb der Terrasse sieht man in den maximal 10 m hohen Kalktuffwänden zur aufgestauten Drau alte Auskolkungen und Niederbrüche in Form kantig-flächiger Uferhohlraumbildungen, die Hauptklüften folgen, sowie die von uns untersuchte Höhlung.



Abb. 1. Schloß Lippitzbach über den Kalktuffwandstufen. Die im Kalktuff angelegten Uferhöhlen mit quadratisch-trapezartigem Ausbruchquerschnitt stammen von einer älteren Drau, die höher floß. Die beschriebene Kleinhöhle mündet Spaltenförmig auf der bewachsenen Terrassenleiste knapp über der Drau aus

J. ROSSIWALL und später R. CANAVAL wiesen auf die Gründung des ersten in Österreich durch Max Thaddä Graf von EGGER betriebenen Blechwalzwerkes hin, das durch eine im Jahre 1855 installierte 70-PS-Turbine von der Ausnützung der Quellwässer zeugte. Nach CANAVAL wurden das Herrenhaus und die Werksgebäude auf der

ungefähr 14 m über der damaligen Drau sich erhebenden Tuffkalkmasse erbaut. Gleichzeitig führte er an, daß am Fuße dieser Kalkausscheidungen — bezogen noch auf den Drauspiegel vor der Einstauung durch das Kraftwerk Schwabeck — mehrere Wasseraustrittsstellen mit einer fortschreitenden Ablagerung von Kalktuff wahrzunehmen waren. Als Hauptursache für das Zurückdrängen der Quellen bis auf höhere Schotterlagen hält R. CANAVAL die rasche Verlegung der ursprünglich tieferen Ausflußöffnungen durch die Tuffkalkabsätze. Diese Wahrnehmungen entsprechen den Beobachtungen an der Drau bei Edling, unter St. Margarethen i. R. und an den Kalktuffabsätzen im Freibach, die allerdings eingestaut wurden: An den ursprünglich tieferen Quellaustrittsstellen erfolgte ein rascher Tuffabsatz, der die Quellen höher staute und damit neuen rhythmischen Kalktuffausfällungen Platz gab. Es herrscht ein steter Wechsel zwischen Quellaustritt, Absatz, Stauung und neuerlichem Austreten.

Aus den Höhenangaben von R. CANAVAL, den Österreichischen Draukraftwerken und aus eigenen Schätzungen können wir im Raume Lippitzbach die Mächtigkeit der Schotterablagerungen, die Höhenlage der Quellaustritte, die Oberkante des Kalktuffabsatzes, die Lage der Höhle und die zwei verschiedenen Drauspiegelstände erfassen:

Die Schotterhochfläche bei Ruden liegt auf . . .	484,5 m
eine konglomerierte Schotterbank in der Sand - Kies - Blockabfolge zwischen . . .	427 und 425 m
der Quellhorizont mit den Wasserstollen von . . .	415 bis 406 m
die Nutzungshöhe (= Wasserfassung für das E-Werk) liegt auf	399,2 m
das Schloß auf der Terrasse und damit Kalktuff- oberkante steht in Höhe von	380 m
der Sinterhöhlenaustritt befindet sich in etwa . . .	372 m
der 15,4 km lange Stausee von Schwabeck hat als Stauziel, damit heutiger Draustand, die Höhe von	369,02 m
Drauspiegel vor der Einstauung	365 m

Die Untersuchungen des epigenetischen Tales, das Problem der Schotterbildung und des damit zusammenhängenden Grundwasserstromes bleiben einer eigenen Arbeit vorbehalten — wir wenden unser Augenmerk den Sintererscheinungen und der Höhle zu.

Die Anlage der Kalktuffe hängt kausal mit dem Grundwasserstrom und dessen hohen CaO-Gehalt zusammen, der Kalktuffabsätze in diesem Ausmaß erzeugen kann. Der Kalkgehalt in den Schotterablagerungen ist genügend hoch und die Lösbarkeit infolge der beträchtlichen Wassermenge mit einer durchschnittlichen Temperatur von 9° C (laut Angabe von R. CANAVAL) sehr groß. Zwischen der Vorhalle und den rückwärtigen, niedrigen Räumen in der Höhle kann ein schichtenweiser Absatzrhythmus beobachtet werden, der durch schwache Hohlraumerweiterungen oder Spaltenklaffungen nach den

Hauptklüften mechanisch gestört wurde. Einzelne Rinnsale, die in die Höhle einmünden, setzen jedoch das Werk der Versinterung fort, so daß wir, streng genommen, verschieden alte Sinter nebeneinander vorliegen haben.

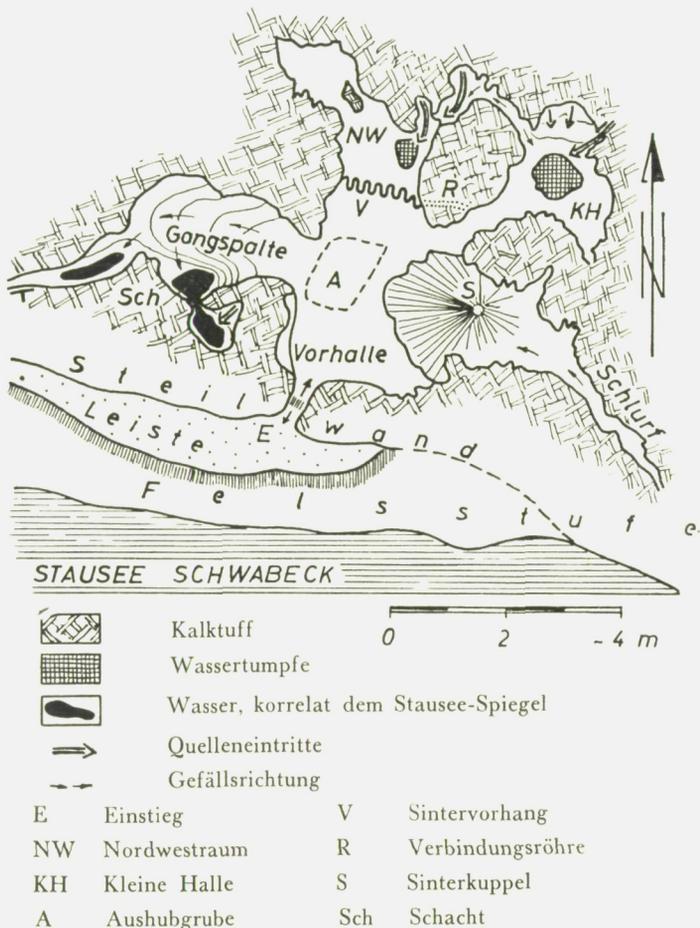


Abb. 2. Lageskizze der Kalktuffhöhle von Lippitzbach

Die Kalktuffhöhle ist in ihren Ausmaßen eine Kleinform und erreicht in der Längserstreckung parallel zur Drau nachweisbar kaum 15 m. Von der Terrassenleiste, zweieinhalb Meter über Drauspiegel, erreicht man die vor Jahren erweiterte Eingangsspalte, zuerst ansteigend, dann in die Vorhalle leicht fallend. Der ursprüngliche Spaltkeil dürfte an seiner engsten Stelle vielleicht nur 0.5 bis 0.75 m² Öffnung gehabt haben, trotzdem konnte sperriges Schwemmgut in das Innere eingeschleust werden. Die von Hochwasserfluten der Drau in früheren Jahrhunderten bis zum Sintervorhang eingeschwemmten Knüppel, Äste,

Schnecken, gemischt mit Drausand, wurden durch die Bergwässer sehr rasch von Sinterschichten überzogen. Waren die Drausande etwas stärker, so wurden nur die obersten Lagen „tuffisiert“. Begeisterte Höhlenbegeher suchten eine mögliche Fortsetzung der Höhle und legten eine Aushubgrube an, deren Wände diese Schichten aufschlossen. Bereits 20 cm unter Vorhallenebene liegen in horizontaler Schichtung alte, locker gelagerte Sande, die von dünnen, bis mehrere Zentimeter starken Tuffschichten durchzogen sind. Angekohlte Holzreste, Schneckengehäuse und Relikte menschlicher Besuche in den obersten Lagen wurden ebenfalls bis einige Zentimeter stark überkrustet und demonstrieren die Schnelligkeit des Versinterungsprozesses. Die Zufuhr der Kalktuff schaffenden Wässer erfolgt von der Bergseite her, und zwar in so starker Konzentration, daß ein halbjähriges Intervall genügt, um Gegenstände kleineren Umfanges einzusintern!

In die Vorhalle mit der domartigen Ausbuchtung von ca. 3 m Höhe münden drei Schläuche von der Bergseite und einer aus Südosten kommend ein. Kriechend, unter dem Sintervorhang hindurch, erreicht man den „Nordwest-Raum“ mit kleinen Quelleintritten und einem Wassertumpf. Stärkerer Wasserzudrang ist in der aufsteigenden „Kleinen Halle“ zu beobachten, wogegen der leicht nach außen ansteigende Spaltenschlurf mit der Sinterkuppel nur Tropfwasser aufweist. Schmutzige Verfärbungen in den Tumpfen lassen die Vermutung zu, daß geseigte Abwässer aus dem darüber liegenden Gebäudekomplex die Verunreinigung hervorrufen. Eine Lehm bildung ist nirgends zu beobachten.

Die Wände der Röhren und die Decken der bergseitigen Räume, kaum 2 m hoch, sind übersät von warzenartigen Sinterbezügen und von Deckenzapfen; der Boden oder die Spaltensohlen weisen zahlreiche Ansätze von Bodenzapfen auf. Überall sind kleine oder größere Sinterfahnen bis -vorhänge sowie abgebrochene Sinterstücke mit Wiedereinsinterung anzutreffen. Eine schöne Sinterkuppel en miniature steht am Beginn zum Schlurf nach Südosten. Die Kalktuff sinters sind meist rosa, rötlich, ockerig oder weiß mit oxydischer Streifung gefärbt. Große Partien in der Vorhalle und in der Gangspalte weisen schmutziggraue Farbe auf*.

Vom Vorhallenhorizont nach Westen fällt eine gut begehbare Gangspalte 4—5 m steil ab und ist dort spiegelgleich mit Stauwasser, welches durch Spalten eindringt, erfüllt. Aus dem kurzen „Schacht“ kann man in den südlichsten Raum durchtauchen und beobachtet dort eine bergwärts aufsteigende Fläche, die wiederum Bergwasser bringt. Dieser tiefste Kolk und der kleine „Schacht“ haben am Boden reichlich Sintertrümmer, die im Gegensatz zu den oberen Räumen als Folge des schwankenden Drauspiegels nicht mehr versintern. Durch den Wellenschlag sind sie zum Teil rundlich oder flach geformt. Einige wenige Stücke waren seltsamerweise nicht aus Sinter, sondern aus Marmor,

* Anlässlich einer Begehung führte uns Herr Thomas PETRITZ, E-Werk Lippitzbach, ausgezeichnete Farbdias von der Höhle vor, die einen sehr guten Überblick über die Kleinhöhle und die einzelnen Farbnuancen gaben.

was zur Vermutung führte, daß die Phyllite im Bereiche des Draufers eine Marmorschuppe steil aufgelagert haben. Da alle Wände der Höhle nur Kalktuffe aufweisen, muß diese Überlegung noch geprüft werden.

Den Großteil dieser blockartigen Einlagerungen am Boden und in den Gangspalten halte ich für abgebrochene und nicht für eingeschwemmte Kalktufftrümmer, welche im Einzugsbereich der Hangwässer versinterten, im tieferen Teil der Höhle durch das Drauwasser mechanisch bearbeitet wurden.

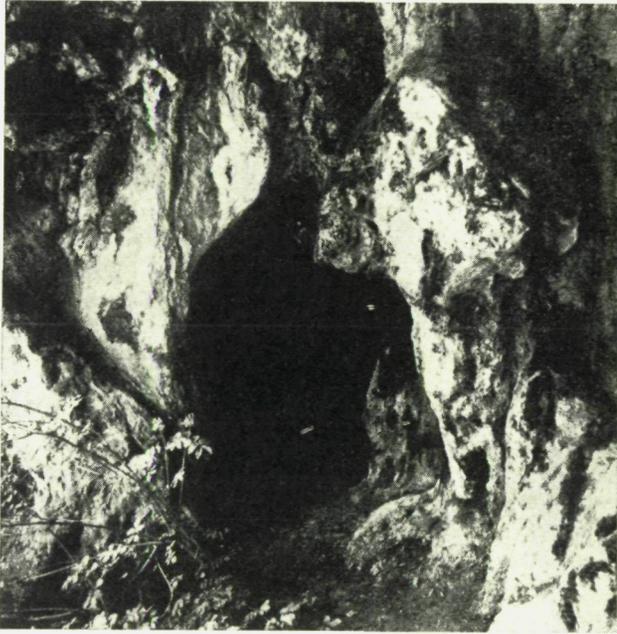


Abb. 3. Ein Höhlenportal in den Kalktuffablagerungen

Aus den Abbildungen und der Lageskizze sind markante Hauptklüfte zu ersehen, die von NW, über N bis NE streichen und meist senkrecht stehen. Eine weitere Hauptklüft reicht um EW und fällt steil nach S. Die ersteren Klüfte bewirkten eine Spalthöhlenbildung gegen den Berg zu und begünstigten damit auch das Eindringen von Quellen. Letzte Klüftrichtung half der Gangspalte im Westen zu ihrer Erweiterung. Durch den Verschnitt all dieser Hauptklüfte entstand der größte Raum — die Vorhalle — allerdings mit dem Vermerk, daß keine stärkeren Quellen genügend Kalksinternachschub für ein Zuwachsen brachten. Steigt die Zufuhr von Wasser wieder an, so wird sie ähnlich wie in der Abbildung 3 nur den vorderen Raum und die von Drauwasser beeinflussten Räume offen belassen, alle anderen Röhren aber von rückwärts her mit Kalksinter ausfüllen.

Die Verwurfhöhle unterhalb St. Margarethen bei Reifnitz

Auf der Ostseite des Pyramidenkogels ragt klotzartig eine isolierte, aus Marmor bestehende Kuppe (605 m) heraus, auf deren höchstem Punkt die Kirche von St. Margarethen steht. Unweit davon liegen die Reste der Burg Reifnitz und etwa auf Höhe 570 m, am Fuß der breiten, nach Nordosten abfallenden Felsbarriere befindet sich die Höhle. Aus der Abbildung 4 kann der große, nischenartige Ausbruch der Vorhöhle mit einem schräg nach rechts oben verlaufenden Riß erkannt werden. Etwas seitlich unterhalb ist eine große nischenförmige Auskolkung, die in der Abbildung 4 von der einzelnstehenden Fichte verdeckt wird.

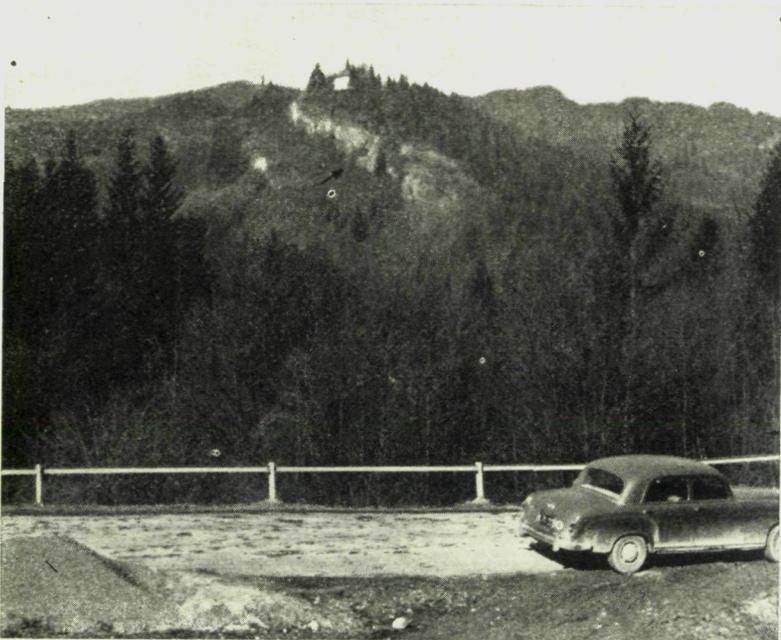


Abb. 4. Die Marmorkuppe von St. Margarethen mit dem Höhlenportal (Pfeil). Rechts daneben eine große, einzeln stehende Fichte, die den Großkolk verdeckt. Im Hintergrund der Pyramidenkogel

Die Höhle, welche auch in der neuen topographischen Karte 1 : 50.000 eingezeichnet ist, bezeichnet G. GRABER nach einer Sage als „Schlangenhöhle“. H. BERGER und E. HÖLZEL benannten sie „Margarethenhöhle“. Aus der unmittelbaren Umgebung der Kirche wurden praehistorische Funde bekannt, so daß diese Höhle nicht nur geologisch interessant, sondern für das Gebiet zwischen Keutschach und Reifnitz auch von siedlungsgeschichtlicher Bedeutung ist.

Die Margarethenhöhle entstand durch eine größere Blockverstellung innerhalb des nach EW gestreckten Marmorzuges entlang einer

Bruchstörung. Die große Marmorlinse wurde durch gebirgsmechanische Kräfte zumindest in zwei Blöcke zerteilt und an Bruchflächenscharen mit N 70 — 78 W / 60 — 70 S klawte eine größere Spalte auf, die nachweisbar fast 40 m in den Berg und etwa 10 m an der Felsoberkante in die Höhe zu verfolgen ist. Diese aufklaffende Verwerferspalte durchriß den Berg und wirkte für die Entwässerung eines bestimmten Raumes als Drainage. Durchlaufende Wässer und, wie später noch auszuführen ist, eine alte Entwässerung durch diesen Höhlenspalt erweiterten das Profil und schufen eine begehbare Höhle. An den Kluftwänden haben sich nachträglich zum Teil dicke Sinterbeläge abgesetzt, welche es erschweren, die tektonische Anlage der Höhle zu erkennen. Die typischen Störungsflächenscharen, vielfach als Harnische ausgebildet, geben der Höhle konsequent ihre Ausrichtung vom Höhlenportal in den Bergleib hinein. Die Abbildung 5 zeigt deutlich den Höhleneingang, wie er von zwei steil Süd fallenden Flächen begrenzt wird. Rechts davon reißen noch eine Parallel- und eine Fiederkluft durch, zwischen denen über dem Dach der Vorhöhle Klufthohlräume mit Blockauflösungen („Blockkluft“) vorliegen. Das halbrunde Vorhöhlendach war in der früheren Besiedelungszeit bestimmt weiter nach vor gezogen, ist jedoch infolge des zerklüfteten Felsens zerbrochen. Nach einem weiteren Ablösen der schuppigen Teilkörper aus den Firsten wird sich die Eingangspartie so erweitern, daß von der „Steilstufe“ heraus die N 70 W / 64 — 70 S-Verwurfsfläche und die Flächenschar der „Blockkluft“ eine trichterförmige Begrenzung darstellen werden. Der Marmor weist im Liegenden der Hauptverwurfsfläche starke Zertrümmerung bis ins Kleingefüge (Halbmylonitisation) auf, die nicht so sehr eine Auswirkung der Erosionskräfte, sondern vielmehr in einer mechanischen Beanspruchung zu suchen ist. Hinzu kommen auf den leicht polierten, fast ebenflächigen Verwerfern Strömungen, die auf eine Blattverschiebung deuten. Konstruktiv liegt ein antithetischer Verwurf vor, an dem der Südteil hochgehoben wurde und der Nordteil zurückblieb. Damit wäre auch die Gesteinsmylonitisation auf der nördlichen Seite der Eingangsspalte zu erklären. Entlang der Hauptklüfte und im nördlichen Teil der Vorhöhle sind die Felsen von Algen überwachsen und tritt schwach fließendes bis Tropfwasser aus.

Die Lageskizze veranschaulicht den Verlauf der Spaltenhöhle und die einheitliche Ausrichtung nach den Störungsflächen. Sie wird zur Gänze von Harnisch aufweisenden oder ebenflächigen Kluftwänden begrenzt; Streich- und Fallrichtungen sind dem Plan zu entnehmen.

Die ansteigende Eingangsspalte mit einer Breite von 1.80 m wird von den zwei parallelen Hauptverwerfern begrenzt, die profilmäßig die Abbildungen 5 und 7 zeigen. Es folgt dann eine 2.70 m hohe Steilstufe mit aufgelinstem Marmorfels und ein schmales Podest, von dem man bei MP 2 durch eine sehr schmale Röhre in die „Blockkluft“ gelangt und durch eine offene Spalte auf den ebenen Platz der Vorhöhle blickt. Der Zwickel zwischen diesem offenen Kluftsystem und der Eingangsspalte wird aus aufgelinsten und zum Teil nicht mehr im direkten Felsverband stehenden Großblöcken aufgebaut, die nur durch die gegen-

seitige Verkeilung statisch halten. In der „Blockklüft“ steht man direkt auf einem ausgebrochenen, großen Klemmblock. Die Höhlung geht nach oben keilartig zusammen und im First ist die Fortsetzung der klaffenden Klüft wahrzunehmen. Vom MP 2 setzt sich der „Enge Schlauch“ ebenfalls nach oben in Fallrichtung der parallelen Hauptverwerfer fort und kann etwa 8 Höhenmeter verfolgt werden. In dieser aufsteigenden Klüftspalte, die aus Richtung N 20 E mit 80° nach S einfällt (siehe Profil a), sind eingekerbte Stufen festzustellen, ansonsten sind die Wandungen mit warzenartigem und sehr spitzem Sinter überwachsen.



Abb. 5. Die Eingangsspalte der Margarethenhöhle mit der Steilstufe (Pfeil). Die Eingangspartie der Höhle wird von zwei Störungsflächen begrenzt. Im Liegenden, rechts der Verwerfer, wurde der Marmorfels stark zertrümmert (Mylonitisierung)

Bei der „Steilstufe“ wird die Verwerferfläche listrisch unter Mitwirkung von fiederartig einmündenden Störungsflächen (N 30 W und N 50 W streichend) gebogen, wodurch die Höhlenspalte eine leichte Krümmung bekommt. An der südlichen Höhlenwand sind die Flächenlagen des gebänderten, weißen zuckerförmigen Marmors einzumessen. Bezogen auf diese s-Flächenlage nach N 30 — 40 E / 26 — 32 NW, die eine leicht wellige Struktur und eine Faltenachse nach NE aufweist, verläuft das Verwurfssystem nach N 50 — 80 W in Richtung der Längsklüfte.

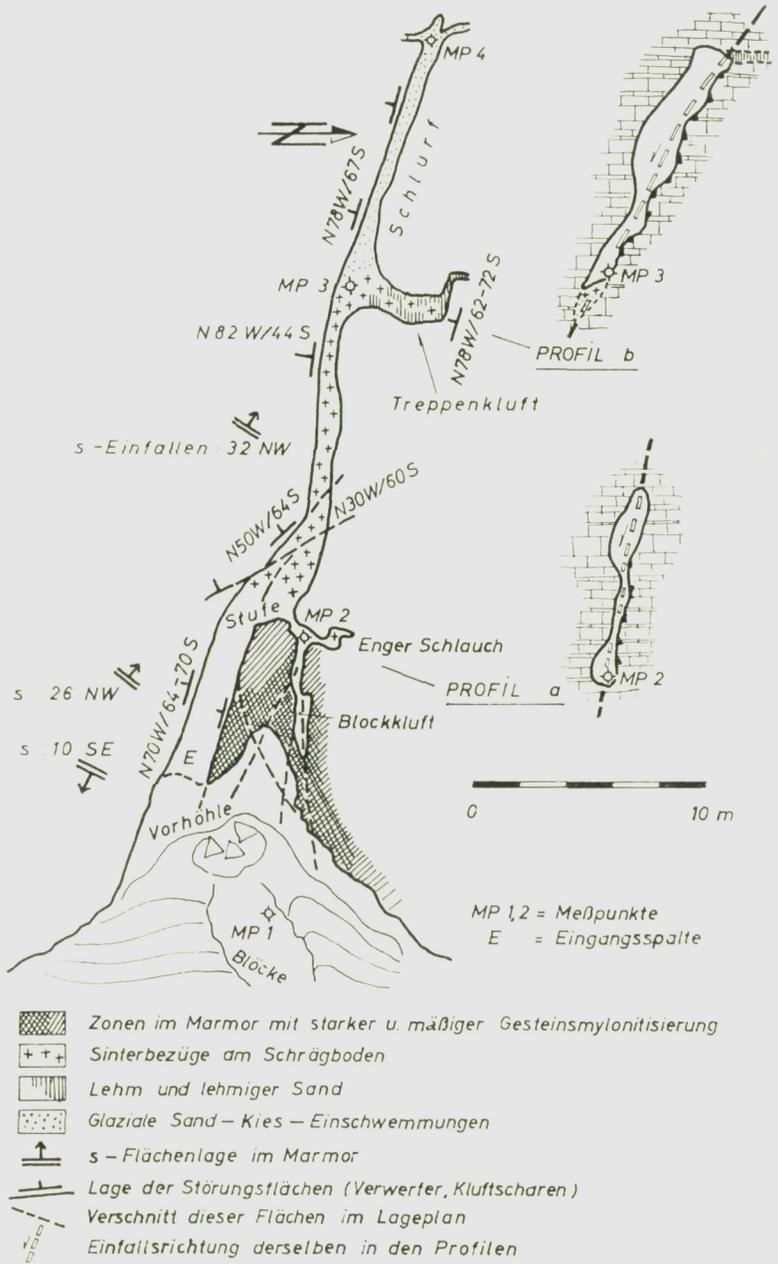


Abb. 6. Lageskizze und Querprofile der Verwurfhöhle von St. Margarethen

In der Fortsetzung sieht man auf der Strecke MP 2 bis MP 4 sehr deutlich in den Querprofilen, daß die Höhlenspalte zwischen den zwei parallel laufenden Verwerferflächen — der Abstand schwankt zwischen 0.8 und 1.5 m — entstand. Der dazwischen liegende, mechanisch deformierte Fels widerstand der Ausräumung am wenigsten. Die Wände und die stark schräg nach Süden hängende Sohle sind bis MP 3 oft dezimeterdick versintert, der Boden ist übersät von abgeschlagenen Sinterstücken und das Durchkommen wird infolge von fünf Engstellen erschwert. Vermutlich erweiterten Höhlenbesucher durch Abschlagen großer Sinterstücke die Kriechstellen. Der eigentliche Felsboden, auf dem noch eingeschwemmte Sande, Kiese und Gerölle auflagern und versinterten, dürfte tiefer liegen. Bedingt durch die Kluftverschnitte, wird die Felssohle ebenfalls eine schräg nach Süden zu auskeilende Lage aufweisen.

Beim MP 3 vergrößert sich der Höhlenquerschnitt schlagartig durch Materialausbruch entlang der N 78 W streichenden und mit durchschnittlich 67° nach S einfallenden „Treppenkluft“, die in einer Breite von 1.80 m vom MP 3 ungefähr 9 m hoch steigt. Vom höchsten Punkt leitet sie in eine söhligere, nicht mehr schließbare Röhre über.

An der wellig abfallenden Schrägfläche (Profil b) sind im lehmig verschmierten Sinterbelag trittgroße Kerben eingehauen, die zur Vermutung führten, daß frühere Schloßbewohner diese Höhle als unterirdischen Ausgang benutzt hätten. Allerdings würde die sehr enge Röhre dem Durchkommen von Menschen beträchtliche Schwierigkeiten bereiten. Nach einer anderen Überlieferung sollte dieser Röhrengang direkt unter dem Altar der Kirche zu St. Margarethen münden.

Mein einfaches Kroki und die grobe Höhenstaffelung ergaben folgende Meßwerte:

Vom MP 1 bis MP 4 hat bei einer begehbaren Länge von 38 m die Verwurfhöhle eine Steigung um ca. 17.5 m. Der höchste erreichbare Punkt in der „Treppenkluft“ liegt ungefähr 20 m über MP 1 (=ungefähr 570 m SH), der schätzungsweise 30—35 m unter der Kirche (Kote 605) liegt. Eine mögliche Verbindung zwischen Höhle und Kirche kann nur durch ein Feinnivellement der Höhle und der Felsoberkante eruiert werden.

In der Schlurfstrecke zwischen MP 3 und MP 4 hört die Versinterung in der Sohle und zum Teil auch an den Wänden auf und es kommen eingeschwemmte Sande, Kiese und Gerölle zum Vorschein. Sie setzen sich aus kalkalpinen und kristallinen Anteilen zusammen, wovon bis 12 cm große, verwitterte Gneisgerölle, die in den rückwärtigen Spalten eingeklemmt sind, hervorstechen. Diese eingestreute Glazialablagerung ist meist unverfestigt oder erreicht eine kompakte Lagerung durch partielle Versinterungen und durch erdig- bis sandig-lehmige Vermengungen. Im letzteren Material sind kleine Hohlräume und Auskolkungen, die auf eine rezente, nur schwache und vorübergehende Wassertätigkeit hinweisen. Am Ende der Höhle sind drei nicht mehr schließbare Fortsetzungen zu erkennen.

Bemerkungen zur Entstehungsgeschichte

Die eingeschwemmten Sande und Gerölle in die durch eine Verwurfsmechanik angelegte Höhle beweisen, daß ein altes Entwässerungssystem der Diluvialzeit nicht nur den Hohlraum entlang der Verwerferklüfte erweiterte, sondern auch Lockermassen einlagerte. Es werden einige, kleinere Röhren, die zum Großteil wieder zusinterten, von Westen her in die Höhlenspalte eingemündet und Wässer im Bereich von MP 3 turbulent zwischen den aufsteigenden Kluftscharen das Gestein erodiert haben. Dabei wurde wahrscheinlich die vom Dach der „Treppekluft“ abzweigende Röhre mit Schwebestoffen erfüllt. Gegen den Höhlenausgang trat eine hydraulisch bedingte Erweiterung ein.

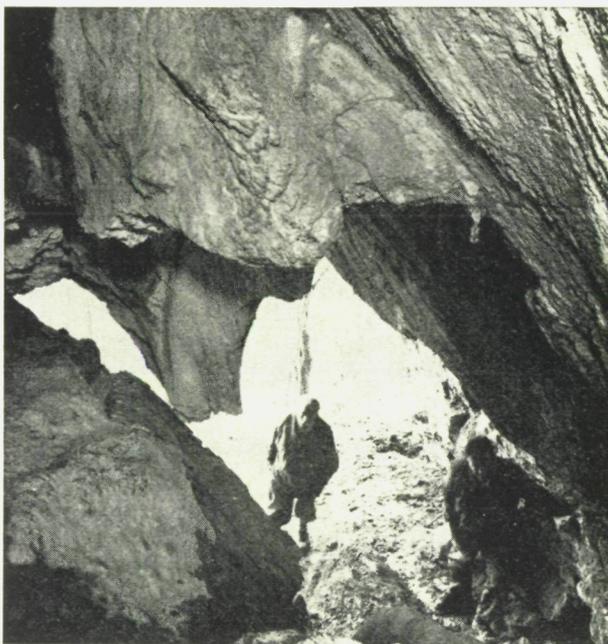


Abb. 7. Blick von der Steilstufe auf Höhleneingang und Vorplatz
Die ebenflächigen, gestriemten Verwerferflächen durchtrennen den Marmor und rufen eine starke Blockauflinsung besonders im linken Bildteil hervor

Zur ersten Anlage der Höhle wäre anzuführen, daß der Marmorblock von St. Margarethen, zum Serienverband diaphthoritisierter, quarzreicher Glimmerschiefer gehörend (nach F. KÄHLER, 1962) und dem Typus des „Pörschacher Marmors“ entsprechend, materialmäßig sich starr gegenüber seiner Umgebung verhält, daher bei jüngeren regionaltektonischen Vorgängen intern gefältelt oder zerschert wurde und gemäß seiner EW-gestreckten Begrenzungsflächen entspan-

nungsmechanisch reagierte. Bereits 1931 hat F. KÄHLER darauf hingewiesen und in seiner neuen Karte (1962) die Einklemmung des Marmors zwischen zwei EW-Hauptstörungen vermerkt. Hinzu kommen noch zwei Durchbrüche von Tonalitporphyriten unmittelbar nördlich der Höhle, die den Block intern störten. F. KÄHLER führte auch das Absenken des Marmorblockes steil gegen Osten als Folge des Einbruches vom Reifnitzer Becken an und schrieb diesem Raum, unter Hinweis auf die Reifnitzer Therme, das Vorhandensein jüngerer Spannungen zu. Die über dem Reifnitzer Becken liegenden Landschaftsreste um Linden und Rautherberg sind nach ihm älter als das ziemlich junge Becken. Dafür sprechen auch die Beobachtungen in der Höhle: Die fluvioglazialen Einschwemmungen können nur so erklärt werden, daß sie während eines großen Interglaziales eingeschleust wurden, zu einer Zeit, als bereits ein nicht unbedeutendes Gefälle gegen das Reifnitzer Becken vorlag! Dies stimmt auch mit F. KÄHLER's Beobachtung überein, wonach eine alte Talanlage von der Hochfläche um Linden in das Reifnitzer Becken führt und während dieser Zeit die St. Margarethener Hochfläche mit Schottermaterial beschickt wurde. Somit ergibt sich auch die Einzugsrichtung der Einlagerungen in der Höhle.

Die Höhlenentstehung können wir im Zusammenhang mit der tektonischen Gestaltung der Landschaft und des dazu abhängigen älteren Talsystems (F. KÄHLER) erklären. Die Erweiterung der Verwerferspalte und die Einlagerung älterer Schotter geschah sicher nach dem Einbruch des Reifnitzer Beckens und in Verbindung mit einer älteren interglazialen Schmelzperiode. Die letzten Veränderungen in der Verwerföhle — Einlagerung von Sanden und Mehrausbruch — sowie am Höhlenportal und in der Großnische schräg unterhalb — halte ich für letzteiszeitliche Vorgänge. Die starken Sinterbildungen stammen von rezenten Wässern, die alten Wegen folgen und genügend gelöste Stoffe mitführen, jedoch nicht mehr die Kraft besitzen, Schotter hindurchzuschleusen.

Die Bedeutung der Höhlenumgebung für die ältere Besiedelung

Von kulturgeschichtlichem Interesse sind die günstige Lage der Hochfläche von St. Margarethen und die als Unterschlupf dienenden Vorhöhlen. Menschen der praehistorischen Zeit haben diesen Raum tatsächlich besiedelt, wie Fundstücke, die Pulverfabrikant Lorenz WALCHER in den Jahren 1910 und 1911 im Geröll bei der Kirche von St. Margarethen fand, bezeugen. Diese Fundstücke stammen vermutlich aus der großen Geröllhalde unterhalb der Verwerferöhle und der Großnische und sind im Landesmuseum aufbewahrt (Archäolog. Abt. unter Nr.: 6931 — 6939 und 9021 — 9023). F. ANGEL hat die jungsteinzeitlichen Artefakte petrographisch untersucht und konnte zum Teil auch das Abstammungsgebiet der Gesteine bestimmen. Es sind ein Reibstein aus graubraunem Sandstein (Typus Karnische Alpen) und Stein- bzw. Lochbeilfragmente aus Serpentin, wie sie in den Hohen Tauern vorkommen. Ferner liegen noch Tonwirtel und ein Ton-

löffelstiel vor. G. MOSSLER (1954, S. 108) führt im Fundverzeichnis der Jahre 1951 und 1952 unter „St. Margarethen, Höhle und engste Umgebung“ noch Scherben an, wovon zwei als prähistorisch, die übrigen als mittelalterlich bestimmt sind. Andere Fundstücke stammen vom vorgeschichtlichen Pfahlbau am Keutschacher See.

Sowohl die Artefakte als auch die günstige Lage auf der vorgeschobenen Kuppe von St. Margarethen mit ihrer schützenden Vorhöhle und der Großnische sprechen für eine frühe Besiedlung dieses Raumes. Es wäre Aufgabe der Landesforschung, durch Grabungen an den aufgezeigten Stellen einen tieferen Einblick in die Frühgeschichte von St. Margarethen zu schaffen.

Bergzerreißung und Höhlenbildung

Am Beispiel der Margarethenhöhle erkannten wir, daß mechanische Entspannungserscheinungen Flächenscharen erzeugen, an denen Hohlraumerweiterungen auftreten können. Vielfach entstehen nun Wandabbrüche und tiefe Spalten am Rande eines versteiften Blockes oder an einer Gesteinsplatte im Gefolge solcher tektonischer Kräfte. In Verbindung mit der Schwerkraft eines Steilhanges können Abschiebungen größerer Massen eingeleitet werden. Wir nennen diese Erscheinungen nach O. AMPFERER *Bergzerreißung* und nach J. STINY *Talzus Schub*. Beide Naturvorgänge wurden in der einschlägigen Fachliteratur sehr oft behandelt und unzählige Beispiele in Kärnten wären anzuführen. K. FELSER und F. KAHLER sowie S. PREY beschrieben solche aus den Karnischen Alpen, CH. EXNER, G. HORNINGER und J. STINY solche aus den Hohen Tauern. Einige markante Talzuschübe sind aus den nördlichen Karawanken bekannt (F. KAHLER, E. H. WEISS).

Das Zerbersten von Gipfelaufbauten, das Absacken großer Gesteinselemente an steilen Bergflanken vollzieht sich nicht nur an tektonisch vorgezeichneten Geländestreifen, sondern wurde auch als Folge von Unterschneidungen der Steilhänge durch die Tätigkeit des Eises und des Wassers eingeleitet — hier ist die Bergzerreißung Ausdruck für die Wirkung der Schwerkraft an einem Steilhang, der dem mechanischen Ruhezustand zustrebt (G. HORNINGER). Die Ableitungen erfolgen an ausgeprägten Verwurfsflächen, an jüngeren Scherfugen und an gleitbaren Schiefergesteinen mit massigen Kalk- oder kristallinen Gesteinsauflagen. Es können aber auch gleitbare Tone, wie an der Sattnitz, als auslösende Faktoren in Erscheinung treten.

Während des mechanischen Prozesses können Hohlräume entstehen, die größtenteils dem menschlichen Auge verschlossen bleiben, weil bei der Abschiebung von Gesteinstrümmern Spuren von aufklaffenden Spalten oder durch verkeilendes Blockwerk erzeugte Hohlräume infolge Materialnachbruches überdeckt werden. An zwei Beispielen werden nun Zusammenhänge zwischen tektonischer Vorzeichnung, Bergzerreißung bzw. Talzus Schub und Hohlraumentstehung aufgezeigt.

A) Die Sattnitz-Nordabstürze des Wurdach-Waldes

Im Zuge der Kartierung des östlichen Sattnitzgebietes für die neue geologische Karte (F. KAHLER, 1962) waren, großräumig verbreitet, blockartige Absetzungen auf der Nordseite festzustellen. Die Sattnitzkonglomeratplatte wird im Norden von einer steilen EW-Störung begrenzt, welche auch den Steilabbruch ins Klagenfurter Becken erklärt. An dieser regionalen Bruchstörung sind südlich Grafenstein und bei Gurnitz ausgeprägte Spuren der Bergzerreißung zu beobachten. In der westlichen Fortsetzung hoben sich die Konglomerate des Wurdach-Waldes entlang der Keutschachtallinie (F. KAHLER) heraus und bildeten Steilwände mit Bergzerreißungsstrukturen aus, die gegen die tieferen Hanglagen in Gleitmassen übergehen. F. KAHLER hat diese Blockabsetzungen erkannt, ein räumliches Erfassen war erst durch die Höhlenerkundungen in den Wänden südlich des Dobeinitzsees (= Müllnersee, im Volksmund auch „Baßgeigensee“ genannt) möglich.

Von der Landesplanung wurde mir eine Luftaufnahme zur Verfügung gestellt, die dem obigen Lageplan als Grundlage diente und in dem die Hauptstrukturlinien der Blockabsetzmechanik eingezeichnet sind.

Die über 300 m mächtigen Sattnitzkonglomerate bauen die Höhe des Wurdach-Waldes auf; sie werden am Fuße des Steilabfalles von tertiären Tonen unterteuft. Diese Tone sind im Westen bei Penken aufgeschlossen, hier werden sie durch ihre wasserstauende Wirkung mit dem Auftreten eines Quellhorizontes am Südhang der Keutschachtalmulde, knapp südlich der Linie Dobeinitz—Dobeinitzsee—Kote 514 angezeigt. Die Hochfläche von Wurdach, aus der die Höhenkuppe 803 hervorragt, bricht gegen Norden steil ab und löst sich an den EW-verlaufenden Konglomeratwänden, die korrelat zur Keutschachtalstörung streichen, in Einzelelemente auf. An vier steil Nord fallenden Ablösungsflächen ist die staffelartige Blockabsetzung zu rekonstruieren, wobei die Flächensysteme I und II Ausdruck einer Bergzerreißung, die Flächen III und IV dagegen schalenförmige Anrisse oder schräge Gleitflächen darstellen. Wir haben also eine Bergzerreißung in den Steilwandpartien und ein Abgleiten von Gesteinskörpern und Blöcken, im Sinne eines Talzuschubes, am steilen bis flach ausklingenden Bergfußstreifen. Wirkte sich in den Steilwänden die Schwerkraft aus, so beeinflusste die Tonunterlage als Gleitebene das Verfrachten der aufgelockerten Gesteinselemente talwärts und ist somit Ursache des Talzuschubes (siehe die schematische Darstellung im Profile a). Diese Vorgänge werden durch verwitterungsmechanische Angriffe noch verstärkt; nachweisbare Anisotropien innerhalb des Schottersedimentes begünstigen die Bergzerreißung und die Talzuschübe. Durch Stollen-aufschließung wissen wir von der Existenz nicht sehr verfestigter Partien im Konglomeratleib, die bei Beeinflussung von Kluft- oder Schichtwasser plastisch reagieren und damit beim Ablösungsprozeß

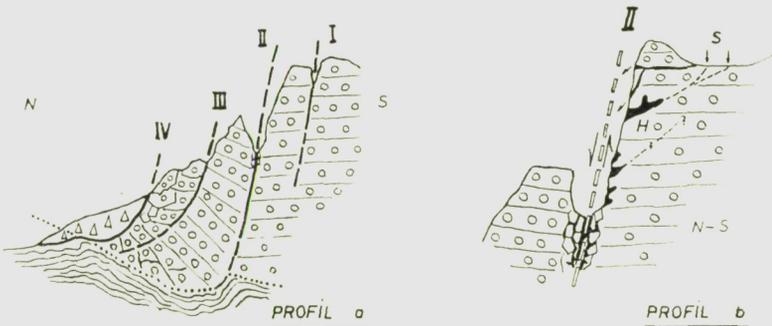
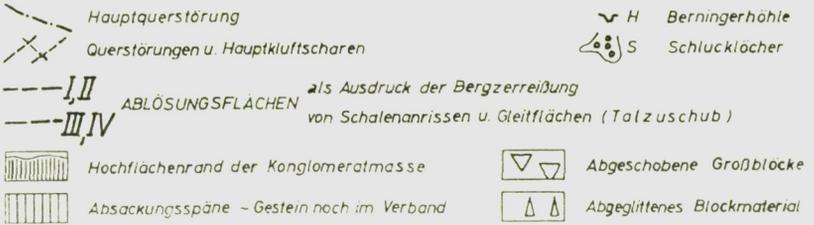
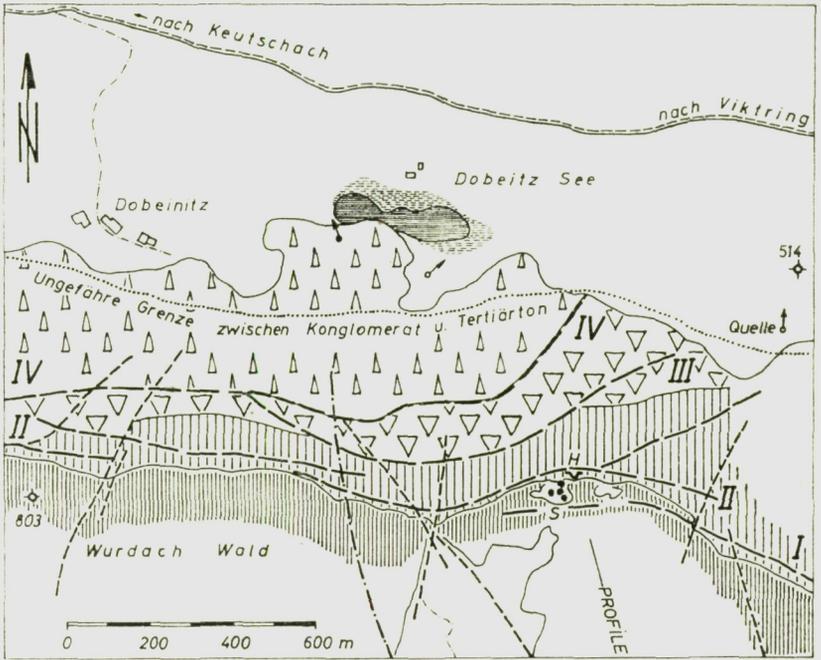


Abb. 8. Lageplan und Profile des Bergzerreißungsgebietes südlich Dobeinitz, Keutschachtal

„treibend“ wirken können. Somit ergeben sich vier Gründe für die Entstehung: Tektonische Anlage, Schwerkraft, Tonunterlage und sedimentäre Anisotropie in Reaktion mit Wasser.

Morphologisch sind die Flächen I und II als tiefe Kluftrisse und Rinnensysteme parallel zum Steilgehänge deutlich ausgeprägt und erreichen eine Länge bis nachweisbar 900 m (II). Diese Strukturen pendeln in ihrem Verlauf um E—W; die Wandbildungen und die vielen, meist klaffenden Hauptklüfte folgen ebenfalls dieser Richtung. Die Konglomeratplatte wurde außerdem durch markante Hauptkluftrissen zerteilt, die sowohl regional als auch im Aufschlußbereich zu ver-



Abb. 9. Blick in die Muldenzone des Bergzerreißungssystemes II. Die Ablösungsfläche ist an den steilen Konglomeratwänden und als tiefe Rinne scharf ausgeprägt. Die spießigen Massen links der Furche sind abgesetzte Großblöcke aus der einst zusammenhängenden Konglomeratplatte

folgen sind, und zwar nach NS bis NNW, nach NE und NW. An einigen fanden kleinere Bewegungen statt, die den regionaltektonischen Äußerungen zuzuordnen sind, andere Hauptklüfte kann man auf die Entspannung der Konglomeratplatte zurückführen. Die östlich des Wurdach-Waldes nach NNW durchstreichende Störung bewirkte ein Niedergehen des Blockes im Osten. Kleinere Kluftrissen, die dem Steilgefällsrand ihr Gepräge gaben, wurden im Laufe der Bergzerreißungsmechanik wiederbelebt und verstärkten die grobblockige Auflösung im Nordwesten des Wurdach-Waldes.

Die markanteste Struktur der Bergzerreißung stellt das Mulden-system II dar, das knapp nördlich der Hochflächenkante parallel zum Hang verläuft, eine Breite bis zu 50 m aufweist und zusätzlich sehr tiefe, schachtartige Eindellungen ausgebildet hat. Diese Tiefenfurche, in Ab-bildung 9 teilweise veranschaulicht, entstand bei der Zerreißung und Absackung des nördlich gelegenen Konglomeratspanes, der nach einer nicht unbedeutenden Auswärtsbewegung mindestens 40 m noch ab-sackte und an der Zerreißfuge eine Trümmerzone schuf (siehe Profil b). Daher liegen in der Muldenzone riesige Konglomeratblöcke ver-keilt, zwischen denen sich Spalthöhlen und Hohlräume auftaten. Bei spätwinterlichen Verhältnissen waren Luftströmungen und das Fehlen von Schnee Anzeichen dafür, daß die Hohlräume sehr tief reichen und Wasser vermutlich bis auf die stauenden Tone oder auf die tiefer lie-genden Gleitflächen durchsickern können.

Die abgessene Masse im Norden ist in einzelne Türme oder breite, klotzige Partien aufgespalten. Der Gesteinsverband herrscht zu-mindest in den Hauptanteilen noch vor. Die stehengebliebene Masse des Südens bewahrte jedoch ihren Zusammenhalt und bäumt sich in einer fast senkrechten Wandflucht auf, nur durchbrochen von Rinnen, Klüften und vielen Höhlenspalten mit heftigen Blockauflösungen nach den NW- bis NE-Klüften. In breiter Front treten an diesem Steilabfall seichte Kolke, enge Höhlenschläuche, Höhlenspalten parallel zur Schichtfuge und reichlich bizarre Hohlraumformen durch Auslösen des Konglomerat-Zwischenmittels oder des gebrächen Geröllanteiles auf. Einige dieser Röhren greifen unter die Steilkante bis zu den Schluck-löchern hinter dem Plateaurand durch.

Ein Hohlraum ohne sichtbare Verbindung nach oben — die *Ber-ningerhöhle* (E. HÖLZEL) — fällt durch seine Form auf. Er hat ein 3.8 m hohes Höhlenportal, ähnlich einem Schlüsselloch, mit einer parallel verlaufenden Spaltenöffnung unten und einer runden Er-weiterung im First. Eine Auflösung des Höhleneinganges ist nicht zu beobachten. Man erreicht die Höhle von der Hochfläche mit den vier dolinenartigen Schlucklöchern, welche in einem kleineren, glazial ge-prägten Becken eingebettet liegen. Von der Steilkante steigt man etwa 15 Höhenmeter über eine Steilrampe ab und erreicht den durch Kluft-scharen geprägten Höhleneingang (E), der 20 m über dem Mulden-tiefsten des Systems II liegt. Im Lageplan sind die bereits erwähnten Hauptklüfte markiert und lassen sofort den Ausräumungsmechanismus nach NE- und NW-Klüften erkennen. Die Hauptkluft nach N 50 E / senkrecht — 74 W stellt die wichtigste Gefügestruktur dar; an ihr ist gegen den First die größte Ausräumung festzustellen. Der etwa 10.5 m lange Höhlenschlauch steigt etwa 2 m an und hat zwischen den Punk-ten 1 und 3 eine Höhe von 3.5 bis 2.0 m. Beim letzten Punkt winkelt die Höhle um 90° ab und richtet sich nach dem NW-Kluftsystem aus. Das erstere System brachte die die Klüfte erweiternden Wasser aus dem rückwärtigen Konglomeratmassiv. Die Ausräumung verlief, nach den erweiterten Fugen Hohlräumen, nach scharfkantigen Oberflächenformen und nach Sinterausscheidungen zu schließen, mehr korrosiv, wobei

besonders das Zwischenmittel der jungtertiären Schotterablagerungen gelöst wurde. Obwohl die Klüfte in die Höhlenwandungen einschneiden, fehlen bergwärts offene Fortsetzungen. Am Ende der Höhle, wo Sickerwasser austritt, ist der Höhlenlehm am stärksten ausgebildet. Diese Ablagerungen können als ein Anzeichen dafür gelten, daß die offenen Klüfte sich ursprünglich bis zu den Schlucklöchern fortsetzten (siehe Profil b), von den gelösten Teilen aber wieder langsam verschlossen wurden. Die chemische Verwitterung in der Höhle laugte einerseits aus, andererseits erzeugte sie durch Ausscheidungen eine Versteifung des Konglomerates, so daß beispielsweise eine sehr harte Bank

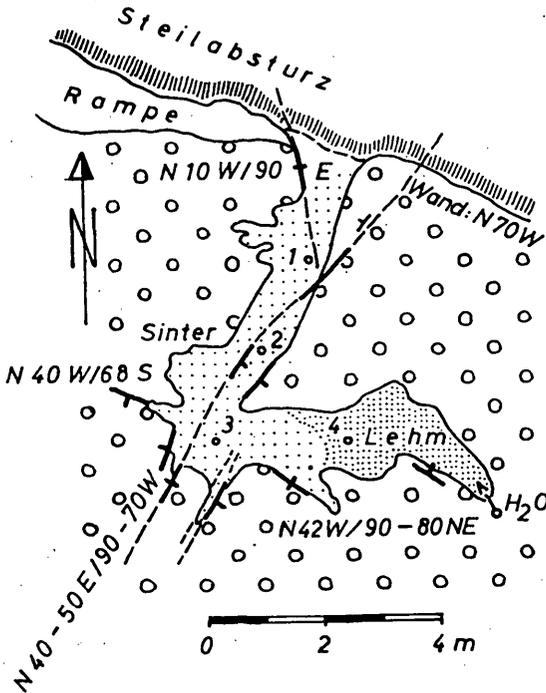


Abb. 10. Lageskizze der Berningerhöhle im Steilabbruch der Konglomeratplatte vom Wurdach-Wald

am Eingang den natürlichen Prozeß der Erweiterung aufhielt — daher auch die Ausräumung mehr in den Firstpartien. Die sölhlig lagernden Konglomerate weisen faustgroße Gerölle auf und nur bei feinkörnigen Schichteinlagerungen entstanden kleine Schichtfugen oder Auslaugungen. Ein Durchreißen der Hauptklüfte durch Gerölle ist nicht mehr festzustellen, in der Hauptsache weichen die Klüfte größeren Geröllkomponenten aus.

Aus den Beobachtungen können wir auf zwei prinzipielle Vorgänge schließen, die diesem Raume das Gepräge gaben:

1. Tektonische Kräfte mit bergzerreißender Nachwirkung unter Hohlraumbildung und
2. Glazial tätige, unterirdische Entwässerungen entlang von Klüften mit Schaffung eigener Hohlräume, jedoch mit Beeinflussung des Geschehens an der Bergflanke.

Die auslösenden Faktoren der beginnenden Schwerpunktsverlagerung im Norden der Konglomeratplatte sind im labilen Untergrund — den tertiären Tonen — und in den jungen bruchmechanischen Bewegungsäußerungen entlang des Keutschachtales zu suchen. Damit verbunden sind Störungen und Kluftscharen nach EW, NW, NNW und NE, welche die starre Sattnitzplatte entspannten.

Die ersten Vorzeichen einer später wirksam werdenden Bergzerreißung begannen sich vermutlich schon vor der Hochvereisung zu äußern; die eigentlichen Bewegungen am Steilhang setzten in den Zwischeneiszeiten ein, erreichten ihren Höhepunkt nach der Würmeiszeit und dauern noch immer an.

Während der letzten Eiszeit waren wohl Kluftspalten und Hohlräume zwischen den Blockelementen vorhanden, die eigentliche Erweiterung erfolgte jedoch in der Schmelzperiode. Als noch Eis im Keutschachtal hoch an den Flanken anlagerte, begannen Schmelzwässer von der Wurdach-Höhe her durch Klüfte im Konglomerat und an Spalten der Bergabsetzung zum Eiskuchen abzufließen. Sie schwemmten die leicht löslichen Teile auf ihren Wegen aus und erzeugten so kleine Hohlräume. Auf glazialen Verebnungen mit Muldungen am Plateau entstanden Wassertümpel, die allmählich von Schlucklöchern aufgenommen wurden und durch die kleinen Röhren unterirdisch abflossen. Konform mit dem langsamen Abschmelzen des Eises zogen eisrandnahe Schmelzwässer für kurze Zeit am Fuße des oberen Steilbruches entlang und erzeugten kleinere Kolke. Der absinkende Schmelzwasserspiegel beeinflusste erosiv bestehende Austrittsöffnungen von Höhlen und war vorübergehend infolge seiner Schwankungen an der sich abzeichnenden Bergzerreißung dynamisch tätig. Mit dem langsamen Absinken des Spiegels entstanden ein immer größeres Gefälle für die abziehenden Wässer, die eine stark durchtränkende Wirkung auf den Gesteinskomplex mit sich brachten, und eine beträchtliche Sogwirkung, die sich auf den Zusammenhalt des Gesteinsverbandes ungünstig auswirkte. Die Spalten wurden größer, verbindende Kräfte aufgehoben, und als das temporäre Auflager des Hanges — der Eiskuchen — vollständig abschmolz, setzten die großen Nachsackungen und talzuschiebenden Großgleitungen, deren Spuren bis in die Tone hinabreichen, ein. Jüngste Einschwemmungen von Feinstmaterial verklebten allmählich die Fugenhohlräume im Bergleib und führten in den Rinnen- und Muldensystemen des Steilhanges zu Bodenbildungen. Nur stärkere Wassereinwirkungen können das Werk weiterer Absackungen fortsetzen.

Abschließend halten wir fest: Die glazial geprägten Hohlräume stehen indirekt, die Spalthöhlenbildungen direkt im Zusammenhang mit der Mechanik des Steilhanges — der Bergzerreißung und des Talzuschubes.

B) Die Spaltenbildungen am Josefsberg bei St. Paul im Lavanttal

Ebenfalls tektonischen Vorgängen mit exakten Spuren von Bergzerreißung verdanken die Spaltenhöhlungen im südlichen Gipfelanteil des Josefsberges südöstlich St. Paul ihre Entstehung.



Abb. 11. Blick in eine 10 m tiefe Längsspalte mit Blockauflösungen und Hohlraumbildungen. Südseite des Josefsberges

Die triadische Kalkplatte des Gipfels brach entlang von mosaikartig angelegten Kluftzissen auseinander, und die aus dem Gleichgewicht geratenen Blöcke fuhren oder stürzten talwärts, verkeilten sich so übereinander, daß darunter höhlenartige Räume entstanden, die

man als Versturzhöhlen bezeichnen könnte. Eine dieser tiefen Felspalten wird im Volksmund als *Hudloch* (E. HÖLZEL) bezeichnet.

Die Kalkplatte besteht aus massigen, hellen, dolomitischen Kalken der mittleren Trias und weist eine Mächtigkeit von über 150 m auf. Im Liegenden breiten sich, morphologisch durch weiche Formen ausgezeichnet, braune und rötliche Werfener Schichten der Untertrias aus, die sich aus Tonschiefer zusammensetzen und eine sehr wasserstauende Wirkung haben. Zwischen dem steilen Gipfelaufbau und dem flache-

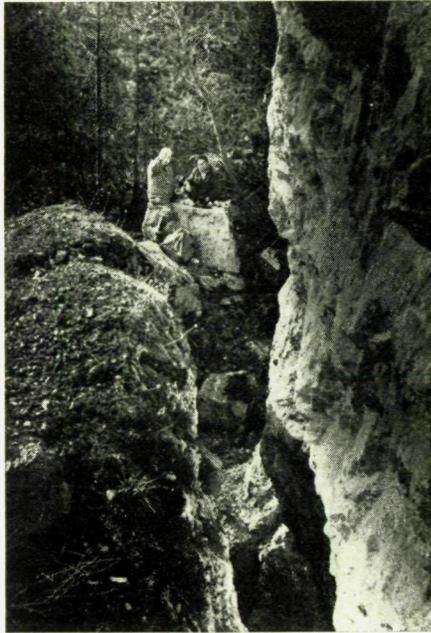


Abb. 12. Eine der vielen Querspalten am Josefsberg. Die Spalten klaffen mehrere Meter und als Folge von Blocknachbrüchen entstehen in diesen kleinere Hohlräume

ren Gehänge sind Schutt und abgekolterte Bergsturzmassen ausgebreitet. Der triadische Schichtstoß, unruhig nach Ost und West einfallend, liegt auf metamorphen Kristallingesteinen, die den Sockel der auflagernden „St.-Pauler-Trias“ (vgl. P. BECK-MANNAGETTA, 1955) bilden. Der Komplex dieses Unterbaues besteht aus grauen Phylliten mit Übergängen zu anchimetamorphen Tonschiefern und aus grünen Diabasen mit Diabastuffeinlagerungen, ähnlich denen des Magdalensberges.

Im Westen kommen, an zwei Hauptverwerfern hochgehoben, höhere Triasgesteine zum Vorschein, die den Berg Vogelenn zum Teil aufbauen. Für unser Spaltensystem sind diese beiden Störungen

wichtig, welche nach NNW und NNE—NS streichen, denn: die Hauptspalten, von denen wir drei Züge mit mehr als 300 m Länge fixieren konnten, streichen nach N 50—70 W, bei einem Einfallen von 60 bis 70 S und sind als Fiederklüfte den Hauptverwerfern, in die sie einmünden, zuzuordnen! Senkrecht zu diesem Längsspaltensystem reißten Querklüfte nach N 50—70 E/70 S—80 N durch und erzeugten das netzartige Spaltensystem auf der südlichen Seite der Kalkplatte.

Die Fiederklüfte gehören den beiden tektonischen Störungsbahnen an und sind nachträglich Ursache für das instruktive Beispiel einer „idealen“ Bergerreißung geworden, die nur die Kalkplatte betrifft. Die Querklüfte wirkten dazu ausgleichsentspannend und führten zur gleichmäßigen Zerlegung der Platte. Gefördert hat dieses Zergleiten noch der gleitfähige Untergrund — die Werfener Schichten.



Abb. 13. Blockig zerlegte Partie mit Druckspuren. Ein charakteristisches Beispiel eines andauernden Blockzerfalles von großen Kalkkörpern mit rindenartigen Abschälungserscheinungen als Folge intensiver Druckbelastung am Block links unten

Die drei Längsspaltenzüge mit ihren Querverbindungen (Querspalten) reichen sicherlich bis zu den Werfener durch. Bei der Begehung gelangte ich aber nur maximal bis in eine Tiefe von 17 m, konnte vom südlichen Längsspaltenzug durch eine Querspalte in den mittleren Spaltenzug durchkriechen und erreichte nach 100 m fast eben das ausbeißende Spaltenende an der Geländekante.

Aus obigen Abbildungen ist deutlich das Auseinanderklaffen der Blockelemente zu ersehen. Als maximale Spaltenbreite ermittelte ich

14 m. Nachgebrochene große Blöcke, die in die Spalte fielen und sich verkeilten, schufen dunkle Räume von 10 bis 15 m Tiefe oder halbdunkle Höhlungen von über 30 m Länge. Der Ablösungsprozeß an den Spaltenwänden dauert fort, wie viele zerquetschte Blöcke und frische Anrisse an den Wänden bezeugen. Außerdem ist der Kalkfels sehr brüchig und sind Zerhackungen bis in den Quadratzentimeterbereich zu beobachten. Die Abbildung 13 erfaßt ungefähr 2,5 m² Fläche und läßt eine solche Zerlegung eines früher einheitlichen Blockes erkennen. Das Verbruchsmaterial dieses Bereiches drückt auf eine kleine Öffnung, durch die man fast 18 m senkrecht den aus verkeilten Blöcken bestehenden Spaltenboden erreicht (= Hudloch). Nach der Ausbildung dieses Hohlraumes müßte man ihn als „Blockschacht“ bezeichnen, weil er sich nur zwischen Blöcken, die teilweise an einer listrisch geschwungenen NS-Harnischfläche ausbrachen, auftut. In halber Höhe ist zwischen den Riesenblöcken eine kleine Spalte, durch die man in die Querkluft gelangt.

Überall liegen gleichgeartete Hohlräume vor, oft unter riesigen Versturzböcken von 50 bis 100 m³ Größe versteckt, und in den tieferen Spalten sind bizarre Felskulissen, die einem wild zerrissenen Felscouloir gleichen. Trotz der romantischen Schönheit wird von solchen Begehungen wegen der andauernden Nachsturzgefahr von Blöcken abgeraten.

Die auf den NS-Antiklinalbau der St.-Pauler Trias einwirkenden bruchmechanischen Kräfte waren verformungsmäßig intensiv und lang andauernd, daher auch die Reaktion der starren Kalkplatte in Form der Bergerzerreißung. Die steilen Bruchstörungen westlich des Spaltenareals verstellten die Schichtpakete um 400—500 m (P. BECK-MANNAGETTA) und werden vermutlich einer Parallelstörung der Lavanttaler Störung angehören. Diese Verwurfsmechanik kann der Lavanttaler Nachphase zugeordnet werden, die nach A. KIESLINGER bis ins Postmiocän reichte. Den Beginn unserer Bergerzerreißung können wir anschließend anberaumen.

Eine gleichgeartete Struktur weist die Hafnerhöhle am Singerberg auf (E. HÖLZEL, 1958), die jedoch durch Absetzung eines einzigen Blockes entstand.

Literaturverzeichnis:

- AMPFERER, O.: Zum weiteren Ausbau der Lehre von den Bergerzerreißungen. Sitzb. Akad. Wiss. Wien, mn. Kl., I, 149, 1940, 51—70.
- ANGEL, F.: Materialherkunft jungsteinzeitlicher Artefakte aus Kärnten. Manuskript vom Jahre 1955, 20 Seiten; in Car. II, 153 (73), 1963, S. 135.
- BECK-MANNAGETTA, P. und Mitarbeiter: Zur Geologie und Paläontologie des unteren Lavanttales. Jb. GBA., Wien, 95, 1952, 1—102.
- BECK-MANNAGETTA, P.: Der Bau der östlichen St. Pauler Berge. Jb. GBA., Wien, 98, 1955, 67—92.
- BERGER, H.: Die geographische Verbreitung der Höhlen in Kärnten. Car. II, 150 (70), Heft 1, 1960, 50—60.
- CANAVAL, R.: Die Quellen von Lippitzbach bei Bleiburg. Montan. Rundsch., 19, 1927, 91—93.

- EXNER, Ch.: Prähistorischer Bergsturz des Mauarkarkogels bei Bad Hofgastein. Badgast. Baderblatt, Jg. 1952.
- FELSER, K. u. KAHLER, F.: Die Bildung schmaler Felskämme durch Bergzerreißung und Talzuschub. Mitt. Geogr. Ges. Wien, 98, 1956, 204—208.
- GRABER, G.: Sagen aus Kärnten. 5. Aufl., S. 126/127, Graz 1941, Leykam.
- HÖLZEL, E.: Die Hafner- und Hundhöhle am Rabenberg in den Karawanken und die Kurathöhle in der Sattnitz mit ihren tierischen Bewohnern. Car. II, 148 (68), 1958, 24—45.
- HÖLZEL, E.: Einige bekannte und bisher unbekannte Höhlen in Kärnten und ihre tierischen Bewohner. Car. II, 152 (72), 1962, 116—125.
- HORNINGER, G.: Einiges über Talzuschübe und deren Vorzeichnung. Geol. u. Bauw., 24, 1958, 37—45.
- KAHLER, F.: Zwischen Wörthersee und Karawanken. Geologische Studien im Vorland eines jungen Gebirges. Mitt. Nat. Ver. Stmk., 68, 1931, 1—64.
- KAHLER, F.: Geologische Karte der Umgebung von Klagenfurt — 1 : 50.000, herausgeg. von d. GBA. Wien, 1962.
- KIESLINGER, A.: Die Lavantaler Störungszone. Jb. GBA Wien, 78, 1928, 499—527.
- MOSSLER, G.: Neues zum vorgeschichtlichen Pfahlbau im Keutschacher See. EGGER-Festschrift „Beiträge zur älteren europäischen Kulturgeschichte“, Bd. III, 1954, Verlag des Geschichtsvereines für Kärnten.
- PREY, S.: Bericht 1955 über Aufnahmen im Gebiete nördlich des Gartnerkofels in den Karnischen Alpen. Verh. GBA. Wien, 1956, 77—79.
- ROSSIWALL, J.: Die Eisenindustrie des Herzogtums Kärnten im Jahre 1855. Mitt. aus dem Gebiete der Statistik; Direktion der administrativen Statistik, Wien, 1856, S. 116.
- STINI, J.: Unsere Täler wachsen zu. Geol. u. Bauw., 13, 1941, 71—79.
- STINI, J.: Nochmal der „Talzuschub“. Geol. u. Bauw., 14, 1942, 10—14.
- WEISS, E. H.: Die Geologie des Raumes nordöstlich der Matzen (Karawanken). Erscheint in Car. II, 154 (74), 1964.
Alle Photos vom Verfasser.

Anschrift des Verfassers:

Dr. E. H. Weiss, Klagenfurt, Landesmuseum.

Die Höhlen in der Villacher Alpe

(I. Bericht)

Von Hubert TRIMMEL

Die Villacher Alpe, der verkarstete östlichste Kalkstock der Gailtaler Alpen, ist zweifellos eines der höhlenreichsten Gebiete Kärntens. Trotzdem fehlt bisher eine zusammenfassende karstkundliche und speläologische Bearbeitung. Bausteine dazu sollen die Berichte liefern, von denen der erste hiemit vorgelegt wird.

Daß eine zusammenfassende wissenschaftliche Bearbeitung der speläologischen Phänomene der Villacher Alpe nicht durchgeführt worden ist, ist umso erstaunlicher, als das Gebiet seit Jahrzehnten im