

5. Literatur

- Bauer F., Nacheiszeitliche Karstformen in den österreichischen Kalkhochalpen. — 2. Congr. Int. Spél. Bari-Lecce-Salerno, 5.—12. 10. 1958, Bd. 1/1, S. 299—328, Salerno 1959.
- Bauer F., Kalkabtragungsmessungen in den österreichischen Kalkhochalpen. — Erdkunde, 18, S. 95—102, Bonn 1964.
- Bögli A., Kalklösung und Karrenbildung. — Z. Geomorph., N. F., Suppl. 2, S. 4—21, Göttingen 1960.
- Haserodt K., Untersuchungen zur Höhen- und Altersgliederung der Karstformen in den Nördlichen Kalkalpen. — Münchener Geogr. H., 27, 114 S., Regensburg 1965.
- Haserodt K., Beobachtungen zur Karstdenudation an Klufftkarren in glazialüberformten alpinen Bereichen. — Studia geographica, 5, S. 123—139, Brünn 1969.
- Kurz W. und Zwittkovits F., Zum Problem der Karrenbildung in den Nördlichen Kalkalpen. — Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., 100, S. 33—43, Wien 1963.
- Rathjens C., Karsterscheinungen in der klimatisch-morphologischen Vertikalgliederung des Gebirges. — ex: Das Karstphänomen in den verschiedenen Klimazonen (1. Ber. Arbeitstagung Int. Karstkomm., Frankfurt a. M., 27. bis 30. 12. 1953, zusammengestellt von H. Lehmann), Erdkunde, 8, S. 120, Bonn 1954.
- Seefeldner E., Die talgeschichtliche Entwicklung des oberen Salzachgebietes. — PM. Ergh., 262 (Machatschek-Festschrift), S. 103—114, Gotha 1957.
- Seefeldner E., Salzburg und seine Landschaften. — 573 S., Salzburg 1961.
- Tollmann A., Die paläogeographische, paläomorphologische und morphologische Entwicklung der Ostalpen. — Mitt. Österr. Geogr. Ges., 110, S. 224—244, Wien 1968.
- Toussaint B., Hydrogeologie und Karstgenese des Tennengebirges (Salzburger Kalkalpen). — Steir. Beitr. z. Hydrogeol., 23, S. 5—115, Graz 1971 (mit ausführlichem Literaturverzeichnis).
- Zwittkovits F., Klimabedingte Karstformen in den Alpen, den Dinariden und im Taurus. — Mitt. Österr. Geogr. Ges., 108, S. 72—97, Wien 1966.
- Zwittkovits F., Alters- und Höhengliederung der Karren in den Nördlichen Kalkalpen. — Geol. Rdsch., 58, S. 378—395, Stuttgart 1969.

Felsburgen, Felspfeiler und Felszähne auf verkarstungsfähigem Gestein

Von Arthur Spiegler (Wien)

Felsburgen, Felspfeiler und kleinere Felsgebilde sind für das Kristallin unserer Breiten schon des öfteren untersucht und beschrieben worden; ihre Genese gilt als geklärt (Abb. 1, Lit. 1, 3). Die tiefreichende chemische Verwitterung des feucht-warmen Tertiärklimas bereitete das Gestein entlang von Zonen reicher Struierung auf, während sie den homogenen, festeren Gesteinspartien, den festen Felskernen, nur wenig anhaben konnte. Im darauffolgenden wechselfeuchten und wechselnd kalten Klima des Pleistozäns setzten sehr wirkungsvolle mechanische Abtragungsvorgänge ein, denen insbesondere die vorher chemisch



Abb. 1: Felspfeiler im Kristallin: „Dürnsteiner Grat“ (Niederösterreich)

aufbereiteten und bereits gelockerten Gesteinspartien zum Opfer fielen. Sofern die festen Felskerne noch tief genug im verbleibenden Gesteinsverband verankert waren, blieben sie stehen und bildeten die bekannten, aus der umgebenden Hangfläche herausragenden Felsfiguren.

Gerade weil diese oft bizarren Felsgebilde in den sonst sanften und geschlossenen Landschaften des kristallinen Hügellandes wie ein fremdes Element wirken, fanden sie bald wissenschaftliche Beachtung. Ganz anders ist es in den höhenmäßig vergleichbaren alpinen Landschaften aus verkarstungsfähigem Gestein (überwiegend Kalke und Dolomite): Dort gehören Felsformen fast aller Größen zum selbstverständlichen Landschaftsbild. Eine vergleichende Untersuchung mit den ihnen oft sehr ähnlichen Formen im Kristallin hat meines Wissens noch nicht stattgefunden.

Den vergleichbaren Felsgebilden beider Landschaften ist eines gemeinsam: ihre Massigkeit bzw. Homogenität gegenüber dem viel reicher struierten umgebenden Gestein, in welchem sie fußen. Nicht umsonst erfreuen sie sich als Kletterschulen großer Beliebtheit; sie sind gleichermaßen für ihre Festigkeit wie ihre Griffarmut bekannt.

Gelten die Felsbildungen des Kristallins unserer Breiten als fossile Formen¹, das heißt, daß ihre Neu- und Weiterbildung unter den zur Zeit herrschenden klimatischen Verhältnissen nicht denkbar ist, so gilt das meines Erachtens für viele der Felsbildungen auf verkarstungsfähigem Untergrund, insbesondere deren Kleinformen, keineswegs.

Im löslichen Gestein (Karstgestein) kann die tiefgreifende chemische Verwitterung des warmfeuchten Tertiärklimas weitgehend durch korrosive Gesteinsaufbereitung ersetzt werden. Das ehemals dem Tertiär-

¹ Eine Sonderstellung nehmen Felsbildungen in Wandform in Klamm- und Schluchtstrecken ein, wo es durch die Steilheit des Geländes durch die gerichtete Erosion der Wasserläufe jedenfalls zu Felsbildungen kam.

klima folgende kalte Pleistozänklima, als dessen Folge die intensive mechanische Abtragung einsetzte, kann bis zu einem gewissen Grade durch die Auswirkungen menschlicher Tätigkeit in der Landschaft — der Landnutzung — ersetzt werden.

Mag man großen Formen von Felsgebilden in Karstlandschaften der Kalkvoralpen — etwa im Dekameterbereich (Abb. 2) — auch tertiären Ursprung zubilligen, so ist das für Kleinformen — bis zum Meterbereich — nicht vertretbar: sie liegen größenordnungsmäßig weit unter jenen Beträgen, die man für die Abtragsleistung allein der letzten Kaltzeit annimmt. Für ein Musterbeispiel von kleinsten Felszähnen auf der Mariazeller Bürgeralpe (Abb. 3) lassen sich sogar historische Angaben aus der jüngsten Vergangenheit für deren Entstehung anführen. Von diesem Vorkommen ausgehend — das in unseren Kalkvoralpen keineswegs allein dasteht — sollen eine Reihe von ähnlichen Felszahnbildungen in Karstlandschaften vorgestellt werden.

Die Abbildung zeigt einen Ausschnitt des sich etwa über einen

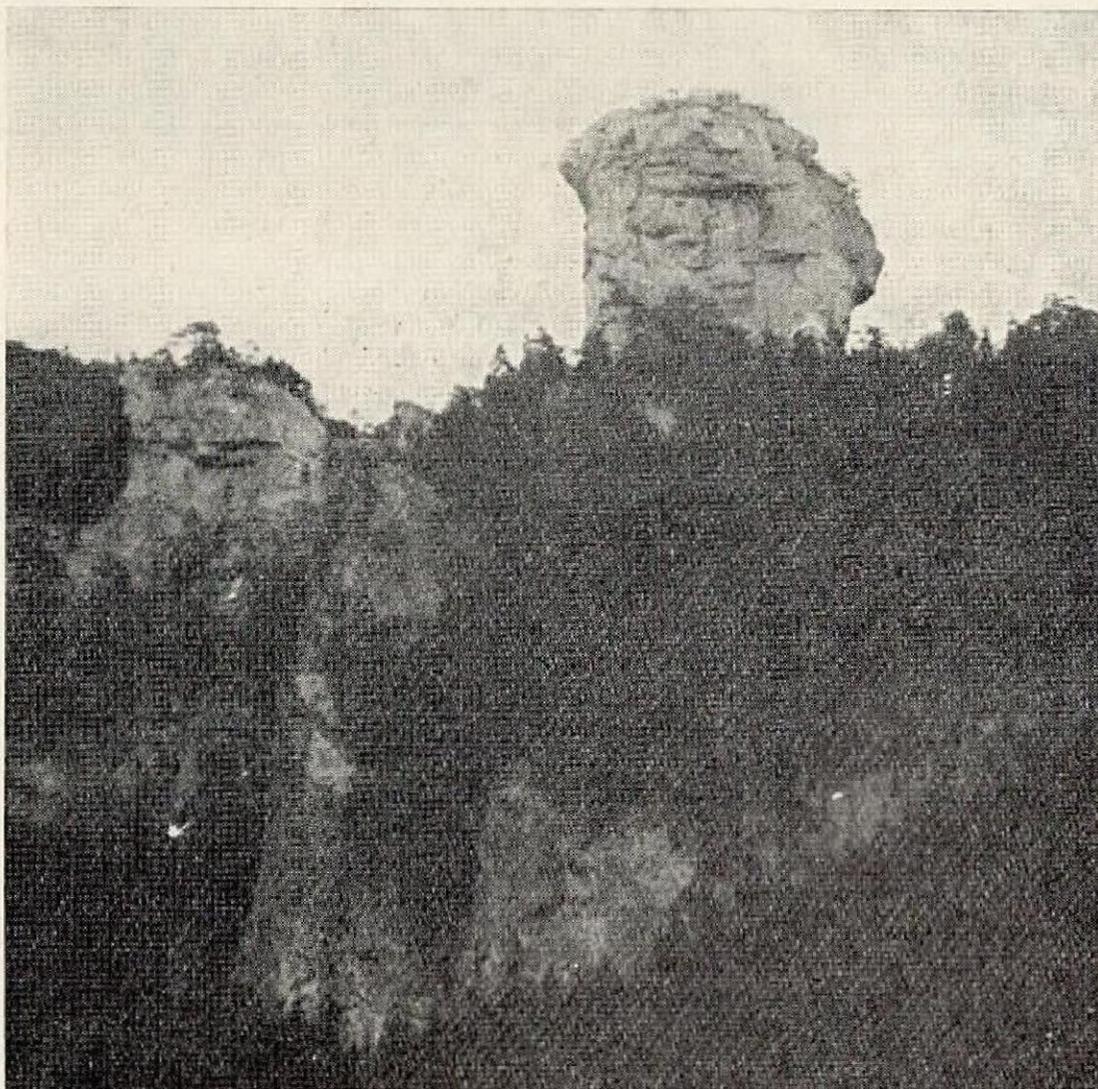


Abb. 2: „Kanzel“ bei Freiland (Niederösterreich)



Abb. 3: Hang der Bürgeralpe bei Mariazell (Steiermark)

Hektar erstreckenden Vorkommens kleiner Felsköpfe oder -zähne am SW-Sporn der Mariazeller Bürgeralpe (etwa bei „Ski“ der Ski-Abfahrt NE der Ortschaft Mariazell der ÖK 1 : 50.000, Bl 72). Ihre Genese im Sinne der Aufeinanderfolge von chemischer (lösender) Aufbereitung und mechanischer (spülender) Abtragung ist klimamorphologisch nicht deutbar. Die Ursache für den mechanischen Teil der sukzessiven Vorgangsfolge lag hier beim Menschen: Zur Bedarfsdeckung an Bauholz nach der Brandkatastrophe von 1828 wurden weite Teile der Bürgeralpe kahlgeschlagen. Durch die Folgeerscheinungen und zunächst mangelhafte Wiederaufforstung wurden die vorher unter der Walddecke im Zuge der lösenden Tiefenaufbereitung in den Zonen dichter struierten Gesteins die bereits latent vorhandenen, isolierten Felskerne freigelegt. Sie wuchsen relativ zu ihrer abgetragenen Umgebung heraus. Waren Felskerne kleiner als die Mächtigkeit der abgetragenen Schicht (Dezimeterbereich), so fielen sie um, waren sie größer und im verbleibenden Gesteinsverband hinreichend verankert, so blieben sie stehen. Wegen der zwischen den festen Felskernen liegenden kleineren umgefallenen Felskerne, aber auch weil viele in situ verbliebene Pfeilerköpfe nur mehr lose auf ihrer Wurzel auflagern, erweckt das gesamte Vorkommen bei flüchtiger Betrachtung den Eindruck einer Hangschutthalde. Dennoch ist im Erscheinungsbild eine deutliche Einheit ge-

wahrt; dies fiel bereits G. Götzing (Lit. 4) auf, der es als Vorkommen einer „Pfeilerkorrosion“ bezeichnete. Götzinger freilich, noch in einer heileren Landschaft wandelnd, mußte bei seiner Deutung auf den so zweckdienlichen Aufschluß einer Forststraße verzichten, die dieses Vorkommen an seinem Fuße anschneidet. Der Aufschluß zeigt deutlich die im dichterstruierten Gesteinsverband „schwimmenden“ festen Felskerne. Die Frage der zwar in situ befindlichen, aber lose auf ihren Wurzeln ruhenden Pfeilerköpfe kann eventuell durch Frostsprengung im Bodenniveau sowie durch seitliche Korrosion — auf die in anderem Zusammenhang später noch zurückzukommen sein wird — erklärt werden.

Beinahe als eine Art Klimaxform sind die gewaltigen Türme und Felsbastionen im libanesischen Küstengebirge aufzufassen (Abb. 4). Ein weiteres Vorkommen im Libanon, das durch einen Straßenaufschluß geöffnet ist, gewährt ebenfalls Einblick in die Genese solcher Formen (Abb. 5). Es zeigt aber auch den gewaltigen Unterschied in der Dynamik klimamorphologischen Geschehens bei der Tiefenaufbereitung durch Lösung zwischen unserem Klimabereich und dem wechselfeuchtwarmen des ostmediterranen Raumes.

Da wie dort, und im Karst auch rezent und subrezent — wie im Kristallin ehemals — erfolgt die Bildung von heute über ihre Umgebung herausragenden Felsburgen und -zähnen nur dort, wo vom Gestein her

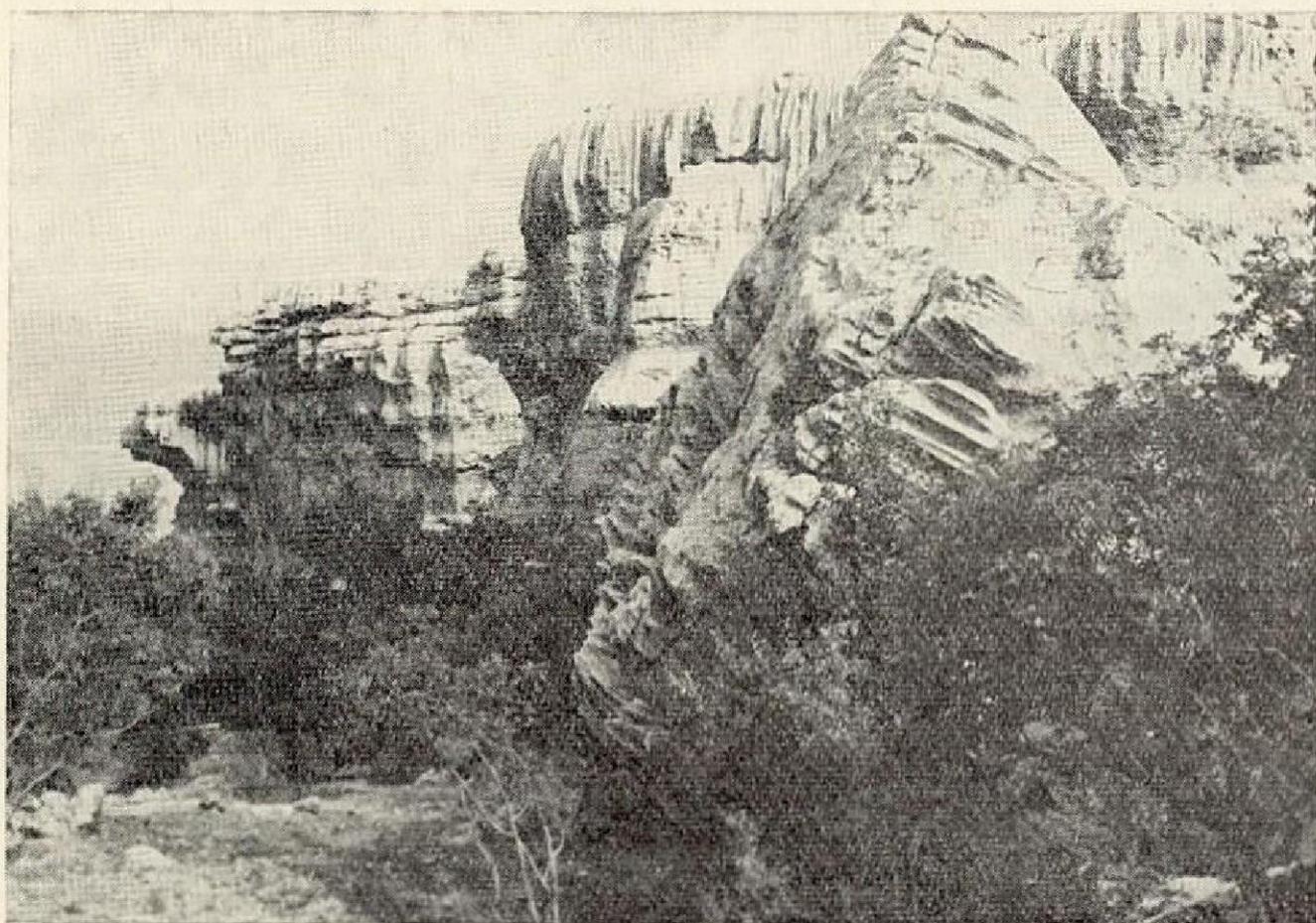


Abb. 4: Umgestürzter Felsturm im Libanon



Abb. 5: Durch Straßenbau freigelegter Aufschluß im libanesischen Küstengebirge

bedeutende Homogenitätsunterschiede gegeben sind, nämlich in dem Sinn, daß feste Felskerne in dichter struiertem Gesteinsverband primär vorhanden sind. Karstzähne und -burgen als Vorzeitformen, die durchaus ostmediterraner Größe entsprechen, fand Zwittkovits (Lit. 6) auf der Altlandschaft der Warscheneckgruppe.

Die Gedanken zur Entstehungsgeschichte der Felsburgen und -zähne, zumindest auf verkarstungsfähigen Gesteinen, führen zu weiteren Überlegungen, die jedoch noch eingehender Untersuchungen bedürfen. Eine bedeutende Rolle scheint mir die auf allen freiragenden Karbonatgesteinen sich einstellende Verwitterungskruste zu spielen. Sie dürfte die freien Oberflächen der Burgen und Zähne — zusätzlich zu deren Homogenität — in sehr wesentlicher Weise schützen. Dazu kommt noch, daß die Wässer, die das Karstgestein aus dem Bodenniveau angreifen, meist wesentlich aggressiver sein dürften als die Niederschlagswässer, so daß ein einmal erhabener, aus der Boden- und Vegetationsdecke herausragender Gesteinsteil auf jeden Fall geringerer Korrosion ausgesetzt ist als eine im Bodenniveau befindliche Gesteinspartie. Auch bei der mechanischen Komponente der Entstehungsbedingungen, bei der Abspülung, ist der freiragende Gesteinsteil viel geringerer Beanspruchung ausgesetzt als die Hangfläche, über die das anfallende Spülmateriale transportiert wird. Es spricht vieles dafür, daß der einmal eingeleitete

Vorgang des Herauspräparierens von Karstzähnen — aus welchen anfänglichen Gründen auch immer und von menschlichen Einflüssen abgesehen — in Selbstverstärkung weiter erfolgt, sofern sich nicht, etwa klimatisch, eine grundlegende Änderung der Gesamtsituation ergibt.

Eine andere, ebenfalls erst detailliert zu untersuchende Beobachtung spricht dafür, daß die Bildung der Felszähne und -burgen kein kontinuierlicher Vorgang war, der in gleicher Wirksamkeit auch heute anhält, sondern daß vielmehr die Kleinreliefierung des Geländes sehr rasch und in einem Zug annähernd bis zu dem heutigen Stand erfolgte. Das ließe sich daraus schließen, daß vom heutigen Niveau zwischen den einzelnen Felsgebilden ausgehend, bereits längere Zeit eine sehr intensive seitliche Korrosion wirkt. In besonderen Fällen kann sie beim Unterwandern einzelner Felstürme diese zum Umstürzen bewegen (Abb. 4). Seitliche Korrosion in Zusammenhang mit Frost- und Wurzelsprengung kann auch bei der Ablösung der kleinen und jungen Zähne auf der Mariazeller Bürgeralpe eine nicht unwesentliche Rolle gespielt haben. Seitliche Korrosion aus der Pflanzen- und Bodendecke ist uns zudem aus dem alpinen Raum durch die Bildung von Hohlkehlen bekannt (vergleiche auch Erdkunde XX, Bildbeschreibungen auf S. 206; Lit. 5).

Ein Innehalten im Herauspräparieren der großen Felsformen in der libanesischen Karstlandschaft hätte unweigerlich zu Folgeerscheinungen



Abb. 6: Motiv im Halltal bei Mariazell (Steiermark)

seitlicher Korrosion geführt, die in den Wänden der Felsbastionen anzutreffen wären. Ließen sich diese lokalen Beobachtungen durch weitere Beispiele untermauern, würde das bedeuten, daß eine Abtragung von Boden- und Gesteinsschichten in einem Ausmaß von über 10 Metern in *einem* Zuge von der ehemals mehr oder weniger intakten Vegetations- und Bodendecke bis zu dem heutigen, seinerseits bereits länger eingehaltenen Niveau erfolgt ist.

Zwei Beobachtungen und die dazugehörenden Gedankengänge hinsichtlich der Felsformen der Hänge der Kalkvoralpen Österreichs sollen noch näher erwähnt werden, wenngleich sie noch eingehender Untersuchungen bedürfen. Zum ersten ist es durchaus denkbar, ja sogar wahrscheinlich, daß es zur Bildung von mittleren und kleineren Felsformen in Abhängigkeit von festen Felskernen auch *ohne* vorherige korrosive Tiefenaufbereitung kommen konnte. Solche Verhältnisse der — beinahe exzessiven — Abtragung könnten auf günstig exponierten Hängen periglazial ohne weiteres geherrscht haben. Allein durch selektive Erosion könnte es zum Abtrag mürberen, das ist dichter struierten Gesteins gekommen sein, während die festen Gesteinskerne stehenblieben. Felszähne dieser möglichen Genese sind beispielsweise auf einem Hügel im Halltal (Mariazell) vorhanden (Abb. 6). Sie sind unter anderem aber auch auf den Hängen oberhalb von Schottwien (Semmeringgebiet) zu beobachten. Solche Formen haben bei durchaus gleichem Erscheinungsbild mit Karstformen genetischer Art nichts zu tun; die Entscheidung über die Genese wird allerdings im Einzelfall schwer zu treffen sein.

Zum zweiten soll noch die Beobachtung erwähnt werden, daß sich Höhleneingänge mit Vorliebe gerade *in* jenen festeren, homogeneren Gesteinspartien finden, die Anlaß zu herausragenden Felspartien gaben. Man findet die Felsfiguren des öfteren von Höhlen durchörtert (Kanzel, Semering) und kann sie für die in den festeren Felsgebilden bestehen gebliebenen Reststrecken ehemals größerer Höhlen halten, oder es befinden sich die Eingänge unterschiedlich großer Höhlen gerade im Bereich — oft dem Fußbereich — solcher Felsformationen. Ihre Lage ist oft durch tektonische Grenzen gegeben, immer aber handelt es sich um festere, homogenere Gesteinszonen (Lit. 2). Es erscheint wahrscheinlich, daß die wenigeren, dafür aber bedeutenderen Strukturen — im Sinne der vertikalen wie horizontalen Erstreckung aber vielleicht auch der primären Öffnungsweite im Sinne Lehmanns — bevorzugt zur Höhlenbildung Anlaß gaben. Jedenfalls aber gewähren die Felsstufen und -bastionen für die sich in ihnen öffnenden Höhleneingänge hervorragenden Schutz vor nachträglicher Verschüttung durch Hangschutt.

Zusammenfassung

Sowohl im Kristallin wie im Karst ist das Entstehen — und Bestehen — von Felsburgen, -pfeilern und -zähnen vom Vorhandensein

fester, homogenerer Felskerne im reicher struierten Gesteinsverband abhängig. Gelten die entsprechenden Felsformen des Kristallins in unseren Breiten als fossile Bildungen, so ist das für die vergleichbaren Formen im Karst *nicht* unbedingt zutreffend. Hier ersetzt die Löslichkeit des Gesteins weitgehend die tertiärklimatische Tiefenaufbereitung und rezenter oder subreznenter menschlicher Eingriff (Landnutzung) oft in bedeutendem Maße die kaltzeitliche Abtragung. Jedenfalls ist aber auch an jenen Karstformen, die aus der Sukzession von lösender Aufbereitung und mechanischer Abtragung entstanden sind, die Erosion maßgeblich beteiligt; insoweit können diese Überlegungen auch als Beitrag zur Beleuchtung der Stellung von Korrosion und Erosion im Karstgeschehen gewertet werden.

Literaturauswahl:

- 1) Braun, U., Der Felsberg im Odenwald. Heidelberger Geogr. Arb., H. 26, 1969.
- 2) Fink, M. H., Beiträge zur Morphologie der Voralpen an der Pielach. Diss. Univ. Wien, 1967.
- 3) Fischer, H., Geomorphologie des unteren Mühlviertels im Einzugsbereich der Naarn. Geogr. Jber. aus Österreich XXX, Wien 1963/64.
- 4) Götzing, G., Der voralpine Karst und seine Gesetzmäßigkeiten. Beiträge zur alpinen Karstforschung, H. 6, 1957.
- 5) Maurin, V., und Zötl, J., Ein fossiler semiarider Karst auf Ithaka. Erdkunde, XX, 1966, S. 204 ff.
- 6) Wilhelmy, F., Klimamorphologie der Massengesteine, Braunschweig 1958.
- 7) Zwittkovits, F., Geomorphologie der südlichen Gebirgsumrahmung von Windischgarsten. Diss. Univ. Wien, 1961.

Zwei Kaiser als Höhlenforscher

Von Josef Vornatscher (Wien)

Immer wieder wird behauptet, daß man aus der Geschichte lernen könne; ebensooft wird aber auch auf Fälle hingewiesen, die das Gegenteil beweisen. Im folgenden wird zunächst ein Beispiel gebracht, das für die erste Meinung spricht und die Höhlenforschung betrifft.

Jedem österreichischen Höhlenforscher ist die Beschreibung jener Höhlenbefahrung des Geldlochs im Ötscher in Erinnerung, die von Kaiser Rudolf II. (1576 bis 1612) angeordnet wurde und die feststellen sollte, welche Bewandnis es mit den Gerüchten hätte, nach denen die „Wällischen“ sogar mit Eseln und Kraxen Schätze oder wertvolle Erze wegschleppten. Die Hufabdrücke ihrer Tragtiere seien überall im Gestein zu sehen.¹

¹ Es sind die Schalenquerschnitte der im Dachsteinkalk eingeschlossenen Muschel *Conchodus infraliasacus*.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Die Höhle](#)

Jahr/Year: 1976

Band/Volume: [027](#)

Autor(en)/Author(s): Spiegler Arthur

Artikel/Article: [Felsburgen, Felspfeiler und Felszähne auf verkarstungsfähigem Gestein 65-73](#)