

DIE HÖHLE

ZEITSCHRIFT FÜR KARST- UND HÖHLENKUNDE

Jahresbezugspreis: Österreich S 40,-
Bundesrepublik Deutschland DM 7,-
Schweiz sfr 7,50
Übriges Ausland S 50,-

Gefördert vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung Wien

Organ des Verbandes österreichischer Höhlenforscher / Organ des Verbandes der Deutschen Höhlen- und Karstforscher e. V.

AU ISSN 0018-3091

AUS DEM INHALT:

Karstformenschatz des Tennengebirges (Toussaint) / Felsburgen, Felspfeiler und Felszähne (Spiegler) / Zwei Kaiser als Höhlenforscher (Vornatscher) / Franz Waldner (Salzer) / Aktion „Saubere Höhlen“ 1975 (h. t.) / Tätigkeitsbericht 1975 des Verbandes österreichischer Höhlenforscher (Trimmel) / Tätigkeitsberichte 1975 der dem Verband österreichischer Höhlenforscher angeschlossenen Vereine / Kurzberichte / Schriftenschau

27. JAHRGANG

JULI 1976

HEFT 2

Der oberirdische Karstformenschatz des Tennengebirges (Salzburger Kalkalpen, Österreich)

Von B. Toussaint (Wiesbaden)

1. Lage des Untersuchungsgebietes und Problemstellung

Die Nordwestecke des Tennengebirges liegt rund 35 km südlich der Stadt Salzburg. Es handelt sich um einen Hochkarststock, der den Plateaugebirgen der Salzburger Kalkalpen angehört. Das Gebirge wird im Westen zwischen Golling und Werfen vom tief eingeschnittenen Salzachtal begrenzt, im Südwesten vom Wengerbach, auf allen übrigen Seiten von der Lammer. Von dieser zirka 215 km² umfassenden morphologischen Einheit sind nur etwa 103 km² nennenswert bis stark verkarstet; dieses Restareal, das auf den Blättern 94/3, 94/4, 95/3 und 125/2 der Österreichischen Karte 1 : 25 000 dargestellt ist, deckt sich im wesentlichen mit der Ausstrichfläche des vor allem die Hochregionen und die Nordhänge des Gebirges aufbauenden Dachsteinkalkes. Da die höchste Erhebung bis 2431 m über NN (Rauchek) aufragt und die tiefstgelegene Stelle sich in 468 m über NN (Lammermündung nördlich Paß Lueg) befindet, sind bei annähernd gleichbleibendem Gesteinsbestand auf fast 2000 Höhenmeter Formen der ober- und unterirdischen Verkarstung zu erwarten. Wegen seiner allseitigen Begrenzung durch Tiefenlinien, seines relativ einheitlichen geologischen Baues und seiner noch überschaubaren Größe bietet das Tennengebirge somit alle Voraussetzungen für erfolgversprechende karstrelevante Untersuchungen.

Mit seinen zahlreichen, größtenteils vermessenen Höhlen zählt das

Tennengebirge zu den höhlenkundlich am besten erforschten Gebieten der Ostalpen. In letzter Zeit wurden verstärkt Anstrengungen unternommen, um auch seine Paläohydrographie und die rezente Karstwässerung zu klären (B. TOUSSAINT, 1971). Da diese Untersuchungen die Zielsetzung hatten, aus der Zusammenschau Bestand und Genese eines abgeschlossenen Karstareals zu erkennen, war zusätzlich eine durch Geländebegehungen ergänzte und überprüfte Luftbildauswertung des Hochkarstareals in tektonischer wie karstmorphologischer Hinsicht erforderlich. Dabei konnte unter anderem in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von großräumigen Karstwassermarkierungsversuchen die deutliche Auswirkung von den Gebirgskörper durchschlagenden Kluft- und Störungssystemen auf die Formen der Oberflächenverkarstung und die Entwicklung der unterirdischen Entwässerung überzeugend nachgewiesen werden. Meist über mehrere Kilometer sich hinziehende tektonische Zerrüttungsstreifen (bevorzugt in NW- und NE-Richtung) sind gleichzeitig Leitlinien der ober- und unterirdischen Verkarstung.

Über die regionale Verbreitung der oberirdischen Karstformen des Tennengebirges liegt bislang keine Veröffentlichung vor. Diesem Mangel soll der vorliegende Aufsatz abhelfen. Außerdem versucht der Autor, einen nicht nur auf das Arbeitsgebiet beschränkten Beitrag zur vertikalen Verteilung der Karstformen und ihrer Altersstellung zu leisten.

2. Geologische Verhältnisse

Die tirolische Deckeneinheit der Ostalpen, der die südlichen Vorberge der Werfener Schuppenzone und vor allem die eindrucksvolle Hochgebirgslandschaft des Tennengebirges angehören, wird in petrographischer Hinsicht in erster Linie durch den bis zu 1000 m mächtigen Dachsteinkalk repräsentiert. Dieser obertriadische Kalkstein spielt für die Entwicklung der ober- wie der unterirdischen Verkarstung wegen seiner Mächtigkeit, seiner Reinheit (im Mittel ca. 99 Prozent CaCO_3), seiner massigen bis dickbankigen Fazies und der starken Zerklüftung die bedeutendste Rolle. Er streicht in den Plateaubereichen und wegen seines generellen Nord-Fallens auch in den nördlichen Hängen bis in die Täler hinunter frei aus.

Wesentlich weniger wichtig für die Verkarstung sind die liegenden mitteltriadischen Kalksteine und die mittel- bis obertriadischen Dolomite.

Auch die mittel- bis obertriadischen Hallstätter Kalke und Dolomite im Bereich der nördlichen Vorberge an der mittleren und unteren Lammer, die der nächsthöheren Deckeneinheit, dem Juvavikum, angehören, sind aus petrographischen Gründen im allgemeinen nicht nennenswert verkarstet. Der Vollständigkeit halber sei jedoch auf ein kleines Gipskarstareal im tiefjuvavischen Haselgebirge (Permoskyth) zwischen Voglau und der Mündung des Rußbaches in die Lammer hingewiesen.

Die starre Dachsteinkalkplatte wurde vor allem im Torton (Steirische Phase) tektonisch stark beansprucht und in ein Schollenmosaik zerlegt. Da die Zerrüttungszonen in vielen Fällen wegen einer intensiven Oberflächenverkarstung morphologisch deutlich hervortreten, bietet sich eine Luftbildkartierung an, wie sie vom Autor durchgeführt wurde. Insgesamt dominiert ein NW-NE-Diagonalkluftpaar, wie es auch bei anderen tektonischen Untersuchungen in den Nördlichen Kalkalpen immer wieder festgestellt wurde; daneben fallen im östlichen Tennengebirge E-W- bzw. N-S-Klufthäufungen auf.

Durch die Heraushebung des Gebirgskörpers im Jungtertiär und Altquartär (mit Nachwirkungen bis heute) wurden die tektonischen Trennflächen im Gestein weitgehend hydrographisch wirksam, was für die Herausbildung ober- wie unterirdischer Karstformen gleichermaßen von Wichtigkeit ist.

3. *Die alten Landoberflächen des Tennengebirges*

Um das höchstmögliche, objektiv kalkulierbare Alter der oberirdischen Karstformen fixieren zu können, muß vom Alter der Landoberflächen, denen sie eingekerbt sind, ausgegangen werden. Durch mehrmalige Höherschaltungen und jeweils folgende weitgehende Abtragung des Gebirgskörpers sind präobermiozäne, nach A. TOLLMANN (1968) vormittelmiozäne Landoberflächen verlorengegangen. Die bis heute überlieferte ununterbrochene Entwicklung von Karstformen kann also frühestens erst ab dieser Zeitmarke einsetzen. Prägosauische Karstformen, wie sie möglicherweise z. B. im Dachsteingebiet unter abgedeckten Gosasedimenten nachgewiesen wurden, sind im Tennengebirge ohnehin nicht bekannt.

Die ältesten und höchstgelegenen Relikte einer früheren Landoberfläche, die ursprünglich ein Flachlandrelief aufwies, werden im Tennengebirge wie auch anderswo (E. SEEFELDNER, 1961) dem Hochkönig-Niveau zugeordnet; dieses wird in das Sarmat (oder in das Torton) gestellt. Jünger sind das Tennen-Niveau (unterstes Pannon), das im Untersuchungsgebiet weiteste Teile der Hochfläche zwischen 2000 m über NN (N) und 2200 m über NN (S) einnimmt, und das Gotzen-Niveau (unteres Pannon).

Alle diese altersverschiedenen, überwiegend fluviatil entstandenen und ineinandergeschachtelten Rumpfflächen sind entwicklungsgeschichtlich an den epirogenetischen jüngstalpiden Hauptzyklus gebunden und wurden nach ihrer Heraushebung durch die Verkarstung einerseits im großen konserviert, andererseits in zahllose isolierte Kuppen aufgelöst.

Jüngere, tiefer gelegene Hochtalniveaus brauchen im Rahmen dieser Arbeit nicht erörtert zu werden.

4. *Die Karstformen der Oberfläche*

Die Bestandsaufnahme und genetische Interpretation des Karstformenschatzes wäre ohne besondere Hilfsmittel kaum möglich gewesen. Da im meist sehr unübersichtlichen und zudem noch schwer begehbaren Karstterrain leicht die Orientierung verloren geht, wurden die Großformen der Verkarstung mittels Luftbildern auskartiert. Die Luftbildauswertung wurde im Gelände überprüft und ergänzt. Diese Geländearbeit (während der Sommer der Jahre 1968/69 und 1974/75) war für die Erfassung der Karstkleinformen unerlässlich.

4.1. Regionale Übersicht

Die Kartierungsergebnisse sind in einer Karte festgehalten, in der die regional sehr unterschiedliche Verkarstung der Oberfläche gut zum Ausdruck kommt.

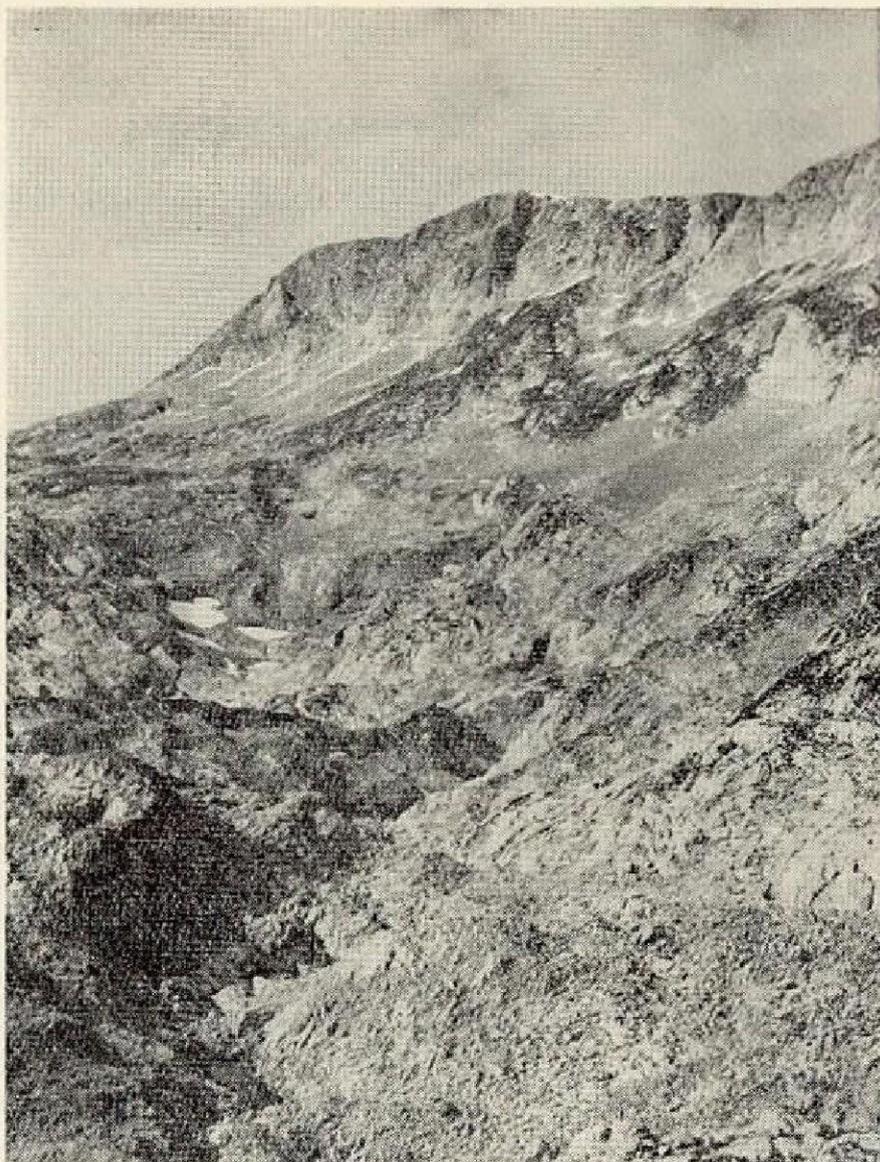
4.1.1. Östlichstes Tennengebirge bis zur Linie Schober—Gappenkopf

In der meist unter 1700 m über NN gelegenen und von Latschen bestandenen Umgebung der Oberen Alm treten kleine Dolinen (Durchmesser unter 10 m) völlig in den Hintergrund. Größere, langgezogene Karsthohlformen (größter Durchmesser über 50 m) mit zum Teil gut entwickelten Ponoren an ihrem Grund zeichnen die Bankungsfugen des NW-streichenden und fast saiger stehenden Dachsteinkalkes oder gleichfalls in dieser Richtung verlaufende Schichtgrenzen nach. Bei der Entste-

hung der an der Grenze Dachsteinkalk—Dolomit (Lange Gasse und westlich des Schober) oder Dachsteinkalk—Strubbergsschichten (südöstlich des First) angelegten Dolinen war vermutlich neben Korrosion auch die Ausräumung leicht erodierbarer Gesteine beteiligt. Da die bewässerten Dolinenböden teilweise über wenig oder nicht verkarstungsfähige Schichten hinweggreifen, dürften im übrigen auch Vorgänge eine Rolle spielen, die bei der Neu- und Weiterbildung von Poljen wesentlich sind. Karren finden auch größere Verbreitung im Osten und Süden der Oberen Alm. Sie liegen meist als Rundkarren vor, die im Vergleich zu anderen Karstformen an der Königswand und im Norden und Osten des Sonntagkogels dominieren. Dagegen sind in den südlichen Abhängen des Sonntagkogels Dolinen aller Größenordnungen (bis 280 m Durchmesser) wieder häufiger. Eine Reihung von WNW nach ESE ist unverkennbar.

4.1.2. Gebiet der Tennalm und Umgebung

Die im Mittel etwa in 1800 m über NN ausstreichenden und meist mit Latschen bewachsenen Dachsteinkalke sind intensiv verkarstet. Das ist besonders nördlich und nordöstlich der Laufener Hütte ersichtlich, wo sich Nord—Süd, Nordost—Südwest und Ost—West streichende, zum Teil bis 10 m breite Karstgassen vergittern. Sie sind teilweise aus dem Zusammenwachsen größerer, oft Nord—Süd gestreckter Karsthohlformen entstanden. Dolinen einer jüngeren Generation können in sie eingesenkt sein. Die breiten Verebnungsflächen östlich des Fritzerkogels tragen statt dessen bevorzugt größere Dolinen mit Durchmessern bis zu 100 Metern. Großformen (Durchmesser der Dolinen bis 650 m) finden sich in der Umgebung des Großen und Kleinen Gießkogels sowie der Kote 1951. Dabei handelt es sich teilweise um wannenartige Gebilde mit relativ flachen moränenbedeckten Böden im Tennalmgebiet (an der Grenze Dachsteinkalk—Dachsteindolomit), nordwestlich der Jagdhütte Törleck, im „Fritzerkessel“, ostnordöstlich der Kote 1951 und südöstlich des Großen Breitsteins, an anderen Fällen sind Kessel mit steilen Westwänden und unregelmäßigen Böden ausgebildet. Das Beispiel des Tochterdolinen enthaltenden Kessels westlich des Großen Gießkogels zeigt, wie im Kalkgebirge bereits vorhandene Stufen verstärkt werden können. Durch Westwinde angehäufter und dadurch länger liegender Schnee verhindert pflanzliche Besiedlung und versteilt durch den langen, gleichmäßigen Schmelzwassereinfluß die nach W exponierten Hänge. Ausgesprochen schachtreich ist die weitgehend vegetationslose Ostseite der Langwand. Diese Schächte sind an korrosiv ausgeweiteten, vorwiegend gegen Nordosten ziehenden Klüften aufgereiht (Abb. 1). Auf den Verebnungen der Langwand und des Großen Breitstein sind nur wenige Dolinen anzutreffen. Nordöstlich und östlich des Großen Breitstein sind in einer ausgeprägten eiszeitlichen Rundbuckellandschaft Kleindolinen (meist unter 5 m Durchmesser), Schächte und (Rund-)Karren gleichermaßen vertreten.



*Abbildung 1: Schacht- und Dolinenlandschaft östlich der Langwand.
Foto: B. Toussaint.*

4.1.3. Zentrale Hochfläche im Bereich Bleikogel—Wermutschneid—Hochwieskogel—Scheiblingkogel

Die meist in über 2100 m über NN liegenden, weitgehend nackten Kalkflächen sind durch eine unübersehbare Zahl von Dolinen aufgelöst. Eine besondere Häufung zeigen Karsthohlformen aller Größen und Formen in den „Tiefen Gruben“ zwischen Langwand und Scheiblingbühel. Sie folgen hier hauptsächlich den gegen Nordosten verlaufenden, sich oft über mehrere Kilometer hinziehenden Zerrüttungsstreifen. Ähnliche Anhäufungen von Dolinen konnten nur noch westlich des Scheiblingbühel und nordwestlich des Scheiblingkogel („Schnee gruben“) konstatiert werden; beim letzteren treten auch Schächte stärker in Erscheinung. Auffallend sind die beiden tief eingesenkten Gipfeldolinen des Scheiblingkogels. Im gesamten Gebiet werden kaum Rund- oder Rinnenkarren angetroffen, Kluftkarren können mitunter jedoch größere Areale einnehmen.

4.1.4. Südliches Tennengebirge im Gebiet Hühnerkrall—Eiskogel—Bleikogel—Fritzerkogel

Die weitgehend mit Schutt bedeckten und teilweise mit Rasenpolstern überzogenen, meist oberhalb 2250 m über NN liegenden südlichen Randberge des Plateaus (Abb. 2) zeigen im allgemeinen wesentlich weniger Karstformen als die niedriger gelegenen Flächen weiter nördlich. Dies gilt besonders für die Verebnung zwischen Fritzerkogel und Bleikogel. Größere Einzeldolinen bis 60 m Durchmesser und Dolinen- und Schachtzonen ziehen sich dagegen vom Bleikogel nach Südwesten zum Schübbühel und von dort zu den beiden Eiskögeln. Größere Dolinen bis zirka 200 m Durchmesser finden sich auch nördlich und nordwestlich des Tauernkogels. Es sind mit Frostschutt angefüllte Kessel, die kleinere Tochterdolinen enthalten. Einzeldolinen mit einem Durchmesser meist unter 50 m sind auch in die schwach nach Norden fallende Verebnung nördlich der Wermutschneid eingesenkt. Wegen der enormen Zerrüttung der Dachsteinkalke durch eine Unzahl sich kreuzender Kluftscharen nimmt die Dolinen- und Schachtdichte im Bereich der Streitmandln sprunghaft zu. Größere Karsthohlformen treten dabei aber zurück. Diese Zone besonders intensiver Oberflächenverkarstung zieht sich nördlich unterhalb des Hiefler und des Rumpelkammerkopfes bis zum Raucheck. Im Gegensatz zu den Streitmandln sind die Gipfel hier schuttüberzogen und weitgehend frei von Karstformen. Zwischen dem Raucheck und dem Hühnerkrall konnten nur noch wenige größere Dolinen gezählt werden. Ihre Asymmetrie geht — wenigstens zum Teil — auf das starke Einfallen



Abbildung 2: Hochfläche zwischen Wenger-Scharte und Bleikogel. Blick von der Kote 2188 gegen Ostnordost zum Bleikogel. Im Vordergrund rechts das Tiefenkar, links die nach Nordosten führende Wenger-Scharte. Foto: B. Toussaint.

der Dachsteinkalke nach Nordnordwesten zurück. Die Schichtköpfe werden stark von Kluftkarren zerfurcht.

4.1.5. Plateau zwischen Hochwieskogel, Knallstein, Wieselstein und Sandkarriedel

Zwischen der Wenger-Scharte und dem Marhofkogel erstreckt sich in nordnordwestliche Richtung das Sandkar, eine 2,2 km lange, sehr flache Karstwanne. Diese ist aus dem Zusammenwachsen größerer, nach dem Trockenfallen eines ehemaligen Talbodens zur Entwicklung gelangter Karsthohlformen entstanden. Vor allem am Süd- und Nordende des Sandkars sind sehr viele jüngere Dolinen in den extrem engscharig zerklüfteten Dachsteinkalk eingesenkt. An das Nordende dieser Wanne schließen sich kesselartige, meist Nord–Süd gestreckte Großdolinien mit einer größten Länge bis zu 220 m an. Sie sind mit Moränen und Hangschutt teilweise verfüllt und folgen einem markanten Kluftsystem. Eine ähnliche Dolinenreihe beginnt westlich des Marhofkogels und zieht nach Norden bis zum Wandort. Eine Unzahl kleinerer Dolinen konnte im Gebiet der mit schütterer Latschenvegetation bestandenen „Dunklen Gruben“ festgestellt werden. Weiter im Westen stellen sich wieder größere, sehr unregelmäßige Dolinen ein, die aber zahlenmäßig gegenüber den Schächten in den Hintergrund treten. Wahrscheinlich wird hier zwischen den Wieselsteinen und dem Knallstein die größte Schachtdichte des gesamten Tennengebirges angetroffen. Die Schächte besetzen die Kreuzungspunkte sehr weitständiger und gut entwickelter Klüfte, die bevorzugt gegen Nordwesten und Nordosten streichen. Im Gebiet der nördlichen Wieselsteine (Kote 2300) dominieren dagegen wieder Klein- und Mitteldolinen, bei den südlichen Wieselsteinen (Koten 2272 und 2311) Gipfelgroßdolinien mit Durchmesser bis zu 200 Metern mit Tochterdolinien (Abb. 3).

4.1.6. Nordwestliches Tennengebirge zwischen Wieswand und Kastenspitze

Die generell nach Norden fallenden Bankungsflächen des Dachsteinkalkes, dessen Ausstrich unter 2000 m über NN liegt und von Latschen überzogen wird, sind durch eine formen- und individuenreiche Karren-gesellschaft gekennzeichnet. Im Vergleich zu anderen Karstformen dominieren sie bei weitem und nehmen östlich der Sommereckschneid, nördlich des Knallstein und besonders zwischen Platteneck und Kastenspitze große Areale ein. Karstgassen, kleine und mittelgroße Dolinen (in den Nordabhängen) sowie größere Dolinen (in den Nordwestabhängen) sind nur fallweise von Bedeutung. Die stärkste Verbreitung finden Karsthohlformen im Bereich der großen Ofenrinne-Verwerfung, auf deren Nordflügel der Dachsteinkalk beträchtlich abgesenkt ist. Mit dieser Störung laufen Schacht- und Dolinenreihen parallel.



Abbildung 3: Luftbild. Blick nach Süden über das Gebiet der Wieselsteine (Vordergrund) und des Sandkarriedels (Mittelgrund) östlich der Pitschenbergtalung. Rechts unten ein Teil der Ofenrinne. (Luftbild 4071, vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen in Wien zur Veröffentlichung freigegeben.)



*Abbildung 4: Buckelwiesendolinen im Hinteren Pitschenbergtal. Blick vom Nordwestausgang des Streitmandltales; die Dolinenfläche liegt in ca. 1900 m Seehöhe.
Foto: B. Toussaint.*

4.1.7. Pitschenbergtalung und Gebiet zwischen Gamskogel, Hochkogel, Tirolerkopf und Windischkogel

Die im Unterpannon oberirdisch entwässerte Furche des Pitschenbergtales wurde durch Verkarstung und Gletschererosion in zwei große Wannern aufgelöst, die durch die Schwelle des Windisch-Sattels voneinander getrennt werden. Dieser glazial überformte imposante Rundbuckel, der das kaum erniedrigte Gotzen-Niveau repräsentiert, zeigt zwei größere, nordwest-südost verlaufende Karsthohlformen, zahlreiche Kleindolinen und (Rund-)Karren sowie vereinzelt Schächte. Typisch für das etwa 1,5 km lange Hintere Pitschenbergtal sind neben Kleindolinen vor allem Rundkarren und Buckelwiesendolinen auf Moränenunterlage (Abb. 4). Während die steilen südwestlichen Talflanken kaum Karstformen tragen, werden die dem Sandkarriedel angehörenden Nordosthänge vielfach von Kleindolinen, Rund- und Rinnenkarren überzogen. Nach oben hin stellen sich größere Dolinen ein, die sich an der Gipfelinie und den nach Nordosten exponierten Hängen des Sandkarriedel sowie an den Südhängen des Windischriedel häufen. Rundkarren und kleinere Dolinen treten zum Ebental hin und in Richtung Hochpfeiler auf. Das Ebental, ein früheres Seitental des Pitschenbergtales und von diesem durch eine glazial überarbeitete Schwelle geschieden, setzt sich aus mehreren Großdolinen zusammen, die sich zu einer Hohlform von

zirka 600 m Gesamtdurchmesser vereinigen lassen. Die Böden der Einzeldolinen weisen zum Teil Buckelwiesen auf. Nur im Süden und Westen des Ebentales konnten an den Hängen Klein- bis Mitteldolinen (meist unter 50 m Durchmesser) festgestellt werden.

Das Vordere Pitschenbergtal zeigt zwischen der Lacke und dem Windisch-Sattel vor allem Buckelwiesendolinen; nordwestlich der Lacke wird das Landschaftsbild dagegen von zahlreichen Rundhöckern beherrscht. Wegen der dichten Latschenvegetation sind sie meist von Rundkarren überzogen. Kleindolinen und während des Eiszeitalters zum Teil durch Gletschermühlen umgewandelte Schächte mit spiralig gedrehten Öffnungen konnten neben Karstgassen ebenfalls beobachtet werden. Die beiden Hänge des nördlichen Talabschnittes weisen prächtige Rinnenkarrenfelder auf. Dolinenreich sind demgegenüber die schwach nach Südwesten einfallenden Verebnungsflächen über dem Südwestende der Talung. Es handelt sich dabei überwiegend um Kleindolinen an der Kote 1970 und um Großdolinen (Durchmesser bis zirka 250 m) im Norden des Windischriedel, die an südwest–nordost streichenden Zerrüttungsstreifen aufgereiht sind.

Eine ähnlich starke Oberflächenverkarstung ließ sich auch in der südwestlichen Umgebung des Vorderen Pitschenbergtales konstatieren. Reich an Schächten und Dolinen ist besonders das Gebiet um den Windischkogel und östlich des Tirolerkopfes mit betonter Nordost-Südwest-Reihung der Karsthohlformen. Größere Einzeldolinen (Durchmesser bis zirka 100 m) sind typisch für den Gamskogel- und Hochkogel-Bereich, wo ansonsten aber Frostschutt vorherrscht. Außerdem ist in die dem Hochkönig-Niveau zugeordnete Verebnungsfläche des Hochkogels eine etwa 330 m lange Karstwanne eingetieft. Im südwestlichen Plateaubereich des Tennengebirges finden Kluftkarren größere Verbreitung, Rinnenkarren kommen dagegen fast nur an den Osthängen des Hochkogels und des Tirolerkopfes vor, Rundkarren lediglich in der Hochkogeltiefe an der Jagdhütte.

4.2. Altersstellung und vertikale Verbreitung der Karstformen

Die vorstehende Beschreibung der einzelnen Teilkarstlandschaften des Tennengebirges machte deutlich, daß die Karstformen in den verschiedenen Höhenbereichen stark differenzieren. Einer schwachen Oberflächenverkarstung der höchsten Kuppen steht im übrigen Plateau eine Unzahl von Dolinen, Schächten und Karstgassen gegenüber. Die Nordhänge des Karststockes zeigen die stärkste Häufung von Karren. Um die Ursachen dieser Unterschiede zu erkennen, erscheint es notwendig, die einzelnen Karstformen altersmäßig einzustufen und die Genese gleichaltriger Bildungen zu erkennen. Eine Alterseinstufung läßt sich mit Hilfe der Glazialmorphologie und den postglazialen Schwankungen der Waldgrenze bewerkstelligen.

In einer früheren Veröffentlichung (B. TOUSSAINT 1971) geht der Autor detailliert auf diese Problematik ein. Im Rahmen dieses Beitrages kann auf eine erneute Diskussion, jedoch in der Form einer kurzen Zusammenfassung, nicht verzichtet werden.

Die obere Verbreitungsgrenze der *Karren* liegt im Tennengebirge bei zirka 2100 m über NN, vereinzelt auch höher. Die Untergrenze ist identisch mit dem Salzniveau (475 m über NN am Paß Lueg). Die intensivste Karrenbildung wird in mittleren Höhenlagen (1600 bis 2000 m über NN) festgestellt. Die stärkste Häufung von Karren zeigen die Nordhänge, da entsprechend der Abdachung ihrer Unterlage die Plateaugletscher des Spätpleistozäns überwiegend nach Norden abfließen und dabei den Gesteinsschutt abräumen. An zu steilen und/oder tektonisch stark zerrütteten Felswänden wird die Karrenbildung entweder durch permanente Felsbruchtätigkeit oder deshalb weitgehend unterdrückt, weil sich das Kalklösungsgleichgewicht bei zu rasch abfließendem Niederschlagswasser nicht einstellen kann.

Da die Bildungsbedingungen der Karren sowie die Chronologie und das Ausmaß der würmzeitlichen und spätpleistozänen Vereisungen aus der umfangreichen Fachliteratur bekannt sind (F. BAUER 1959, 1964; K. HASERODT 1965, 1969; W. KURZ und F. ZWITTKOVITS 1963;

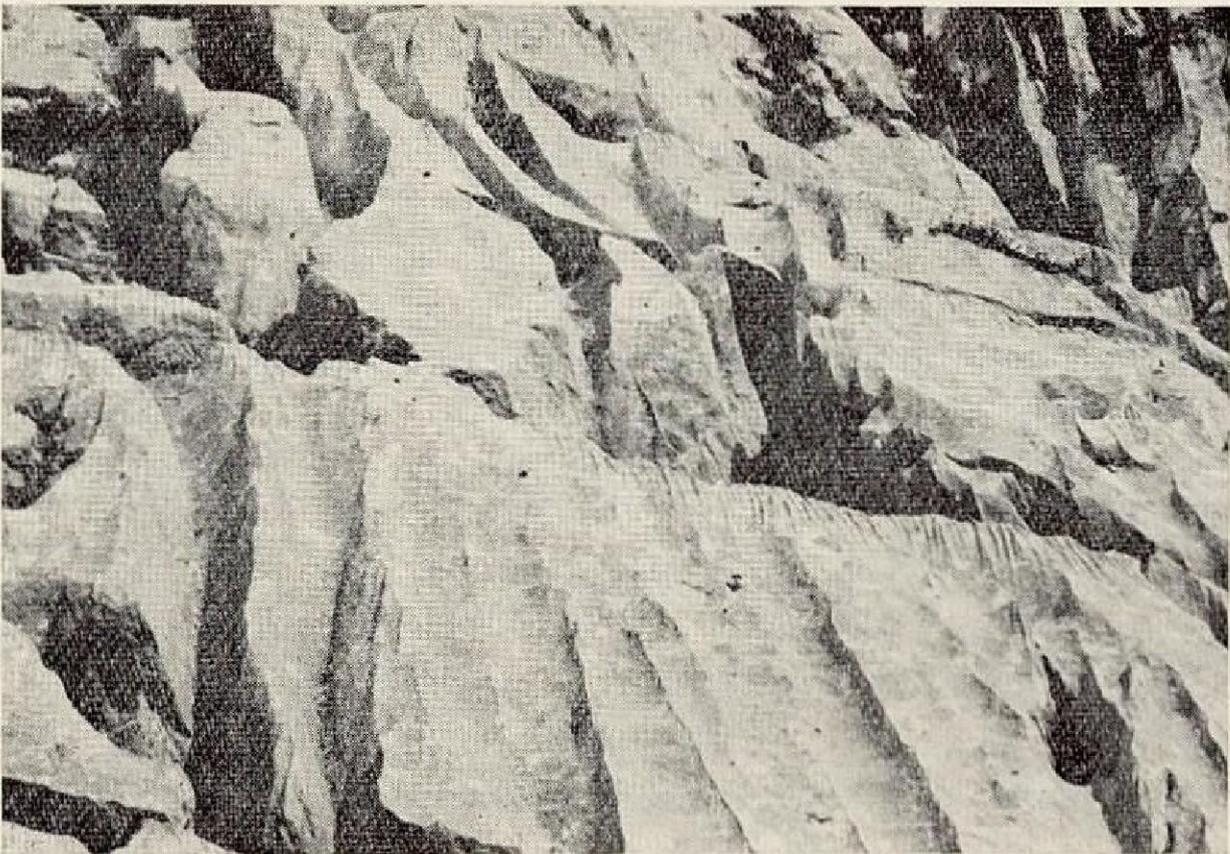


Abbildung 5: Vergesellschaftung von Karren auf Dachsteinkalk. Nach Westen einfallende Kalke im Tennalgebiet tragen „primäre“ Kluft- und Rundkarren. Nach der Freilegung der Gesteinsoberfläche konnten Rinnen-, First- und Napfkarren neu entstehen. Die Karren der älteren Generation werden zugeschärft. Foto: B. Toussaint.

B. TOUSSAINT, 1971; F. ZWITTKOVITS 1966, 1969), läßt sich für die Karren pauschal ein nachwürmzeitliches Alter folgern. Während die meisten Karren sicherlich postgschnitzzeitlich entstanden sind, die der höheren Gebirgslagen wohl erst nach dem Daunstadial (ab 8300 v. Chr.), könnte ein Teil der Karren der untersten Höhenzonen durchaus präschlernzeitlich gebildet worden sein (z. B. am Paß Lueg).

Vermutlich war während des postglazialen Klimaoptimums (Atlantikum, 6000 bis 4000 v. Chr.) der gesamte Karststock bis zu den höchsten Gipfeln mit Karren überzogen, und zwar wegen der hochliegenden Waldgrenze vornehmlich in der Varietät der Rundkarren. Diese subkutan angelegten oder umgebildeten Karren wurden infolge eines danach einsetzenden, wohl klimatisch bedingten Boden- und Vegetationsrückganges freigelegt und zum Teil wieder zugeschärft (Abb. 5). In den Gebirgstteilen oberhalb der jetzigen Frostgrenze werden sie zusehends durch Vorgänge der physikalischen Verwitterung zerstört.

Die *Dolinen* gehen im Tennengebirge fast ausschließlich auf Kalklösung zurück, Einsturzdolinen sind nachweisbar, jedoch äußerst selten.

Auf kalkigem Moränen- und Bergsturzschild lassen sich sowohl einzelne Trichterdolinen (Durchmesser bis 10 m) als auch die typischen Buckelwiesendolinen (Durchmesser bis etwa 2 m) unterscheiden (siehe Abb. 4). In beiden Fällen dürften neben der Korrosion und nachfolgender Nachsackung des unlöslichen Materials Kryoturbation und die primär unregelmäßige Oberfläche der Sedimentaufschüttung eine Rolle spielen.

Die beschriebenen Dolinen dieses Typs sind im Tennengebirge in allen Höhenregionen anzutreffen. Auf Grund ihrer Beziehung zu der spätpleistozänen Plateauvergletscherung des Gebirges ist ihr Höchstalter festgelegt. Die jüngsten unter ihnen sind auf Schneeschuttwällen aus der Zeit des lokalen Gletschervorstoßes um 1850 bereits gut entwickelt, insbesondere im Hinteren Pitschenbergtal.

Die Mehrzahl dieser Dolinen ist in den anstehenden Dachsteinkalk eingesenkt, und zwar als Einzeldolinen oder Tochterdolinen in größeren Hohlformen überall dort, wo der Untergrund engscharig geklüftet ist. Sie nehmen besonders die Höhenzone zwischen 1900 und 2250 m über NN (also meist oberhalb der Waldgrenze) ein. Unterschiede im Zerklüftungsgrad des Gesteins und/oder der Mächtigkeit und Dauer der Schneeüberlagerung sind der Grund dafür, wenn benachbarte, offenbar gleichaltrige Dolinen sehr abweichende Größen aufweisen. Ihre Form ist meist unregelmäßig; nur wenn durch Frosteinwirkung Schutt bereitgestellt und unter einer sehr lange liegenden Schneedecke gelöst wird, sind die Dolinen rundlich und weisen glatte Wandungen auf. Auf Grund ihres Bezuges zur glazial bearbeiteten Geländeoberfläche und ihrer geringen Größe ergibt sich ihre Entstehung im Spät- bis Postglazial.

Es verwundert, daß unterhalb der Waldgrenze die Zahl dieser

Dolinen auf felsigem Untergrund auch dort stark abnimmt — und in den Westabhängen unterhalb 1200 m Höhe gleich Null ist —, wo genügend Verflachungen, die in höheren Lagen die Dolinenbildung begünstigen, zur Verfügung stehen. Zur Erklärung des Phänomens, daß im Tennengebirge ausgerechnet dort, wo die Bildung von Dolinen wegen des reichlich zur Verfügung stehenden biogenen CO₂ im Vergleich zu den höheren Regionen begünstigt sein müßte, kaum Dolinen (speziell dieser Größenordnung) angetroffen werden, bieten sich mehrere Gründe an. Einerseits zerstörte der Salzachgletscher, dessen würmzeitliche Eisoberfläche an der Nordseite des Gebirges bei 1250 m über NN, südlich des Paß Lueg noch wesentlich höher lag, vermutlich die meisten der eventuell vorhandenen Karsthohlformen. Andererseits waren die Bedingungen für eine spät- bis postglaziale Neubildung von Dolinen wahrscheinlich deshalb nicht gegeben, weil wegen der zumeist glazial übersteilten Hänge und teilweiser Plombierung wasserabziehender Klüfte durch Moränenschutt die Niederschlagswässer zu rasch und bevorzugt an der Oberfläche des Kalksteins abfließen.

Neben den Kleindolinen finden sich in nicht unerheblicher Zahl auch Felsdolinen von mittlerer (bis 50 m Durchmesser) bis beträchtlicher Dimension. Hier interessieren vor allem die im gesamten Vertikalprofil des Tennengebirges feststellbaren Großdolinen. An ihnen kann am besten demonstriert werden, daß es sich um reliktsche Formen einer früheren Zeit handelt, die nur noch eine geringfügige Umformung erfahren haben. Allerdings gibt es hierin charakteristische Unterschiede in Abhängigkeit von ihrer Lage zur Frostgrenze. Großdolinen, die in der Frostschuttzone liegen, z. B. die Gipfeldolinen im Bereich der Wieselsteine und am Scheiblingbühel, zeigen eine Zurückverlegung der Wände durch Frostverwitterung und Solifluktion (Girlandenböden); der Frostschutt wird karstkorrosiv entfernt. Größere Dolinen zwischen der Frostgrenze und der Eisschliffobergrenze der Talgletscher haben dagegen oft auffallend steile Wände, die in ihrer Konfiguration stabil erscheinen. Die Genese der Steilwanddolinen ist noch weitgehend unklar.

Auf Grund der Größe der Mittel- und Großdolinen und des daraus überschlägig ableitbaren Kalklösungsbetrages sowie der glazialen Überformung der Wände läßt sich zumindest eine Entstehung im Pleistozän ableiten; ein Entwicklungsbeginn bereits im jüngeren Tertiär ist nicht auszuschließen, jedoch finden sich im Tennengebirge dafür keine zwingenden chronostratigraphischen Beweise. Die Einlagerung von tertiären Sanden beispielsweise kann wegen der Möglichkeit nachträglicher Umlagerung nicht als zweifelsfreies Argument für ein hohes Alter dieser Karstformen akzeptiert werden.

Als *Karstwannen* oder Uvalas sollen die größten in sich geschlossenen Hohlformen auch dann bezeichnet werden, wenn neben der Verkarstung noch andere Faktoren Anteil an der Umgestaltung der Landoberfläche hatten. Im Sinne dieser Definition sind Uvalas auch jene

Teilbereiche im Tertiär fluviatil ausgeformter, später trockengefallener und nach Ausweis der zahlreichen glazialmorphologischen Kriterien außerdem meist zusätzlich in der Eiszeit übertiefer Talböden, die durch alte oder junge Oberflächenverkarstung das früher einheitliche Gefälle (nach N oder NW) verloren haben. Als Beispiele seien das Pitschenbergtal und das Sandkar im westlichen Plateaubereich und das Tennengebiet im östlichen Tennengebirge angeführt. In alle diese Wannen sind noch kleinere Fels- oder Lockermaterialdolinien eingesenkt.

Obwohl die größten Karstwannen an den Verlauf ehemaliger Täler (vor allem des Tennen- und Gotzenniveaus) gebunden sind, ist die Fixierung auf eine bestimmte Höhenzone (1700 bis 2100 m über NN) nur scheinbar. Die Großformen vom Typ Karstwannen sind letztlich unspezifisch, da sie aus einer großen Anzahl ineinandergeschachtelter Dolinen bestehen. Das Zusammenwachsen dieser Einzelformen geht auf Kosten der sie trennenden Stege.

Mit Karstwannen dürfen einige Hohlformen an den nördlichen und südlichen Abhängen des Gebirges nicht verwechselt werden, die ihre hauptsächlichste Ausgestaltung der Gletschererosion verdanken. Die wenigen in sie eingetieften Dolinen können nicht darüber hinwegtäuschen, daß es sich um typische Kare handelt (z. B. Tiefenkar, Große Briet im südlichen Tennengebirge).

Da alle Karstwannen ohne Ausnahme Spuren glazialer Überformung tragen, kommt ihnen zumindest ein pleistozänes, wahrscheinlich sogar ein tertiäres Alter zu. Die heute an der Weiterformung der Karstwannen beteiligten Vorgänge wirken sich nur noch gering auf ihre Vergrößerung aus. Außer Frostverwitterung und der korrosiven Entfernung des Frostschuttes und des ebenfalls eingelagerten Moränenmaterials ist auch eine korrosive Rückverlegung der Felswandungen möglich (vgl. Abb. 6). Im Vorderen Pitschenbergtal etwa hat im Norden der Lacke die Auskleidung mit Moränenschutt und lehmigen tertiären Sanden zu einer Abdichtung eines begrenzten Bereiches am Wannenboden geführt. Mit biogenem CO₂ angereicherte Regen- und Schmelzwässer sowie der periodische Abfluß von Quellen verursachen an der Grenze Füllmassen/Dachsteinkalk eine Korrosionshohlkehle im anstehenden Kalkstein.

Das Tennengebirge ist reich an *Schächten*. Da ihre Öffnungen in der Regel durch Schnee oder Schutt verlegt sind und somit morphographische Übergänge zu den Kleindolinen bestehen, werden in der Tafel beide Formen der Oberflächenverkarstung zu Dolinen und Schachtzonen zusammengefaßt.

Im Gegensatz zu den Dolinen werden die Schächte meist dort angetroffen, wo sich die unterirdische Entwässerung auf die Kreuzungsstellen weitständiger, ausgeprägter, bis in größere Tiefen durchhaltender Klüfte oder Verwerfungen konzentriert. Soweit in den Bereichen unter-



Abbildung 6: Korrosionshohlkehle im Dachsteinkalk des Vorderen Pitschenbergtales. Korrosive Ausweitung ist an einer rezenten Weiterformung des großen Uvalas beteiligt. Foto: B. Toussaint.

halb der Waldgrenze überhaupt auszumachen, kommen Schächte in allen Gebirgsregionen vor; sie scheinen jedoch über 1800 m über NN besonders zahlreich zu sein und werden vor allem in den Großmulden des Plateaus angetroffen. Diese Häufung kann damit zusammenhängen, daß in diesen Höhen die Vereisung und damit der Schmelzwasseranfall intensiver war als in tieferen Regionen. Außerdem flossen die Schmelzwässer wegen der Lagerung des Eises in Großmulden hier konzentriert in die Tiefe ab.

Ein Teil der Schächte hat eine mindestens in das Pleistozän zurückreichende Entstehungsgeschichte, da die eiszeitlichen Schmelzwässer an ihrer Ausweitung und Umgestaltung mitwirkten. Subglazial ausgekolkte, spiralig gedrehte Schachtöffnungen werden in der Rundhöckerlandschaft des Vorderen Pitschenbergtales häufiger gefunden. Der gute Erhaltungszustand dieser Gletschermühlen deutet darauf hin, daß sie zumindest im Spätpleistozän in Tätigkeit waren und eine Entwässerung des Gebirgsstockes auch unter Eisbedeckung stattfand.

Wenn Störungszonen oder Kluftbündel stärker karstkorrosiv erweitert sind, kommt es zum Erscheinungsbild der *Karstgassen* und *Karstspalten*; ihr Verlauf ist durch die dominierenden Hauptkluftrichtungen festgelegt. Im Gegensatz zu den kaum meterbreiten Karstspalten können Karstgassen Breiten im Dekameterbereich haben und lassen

sich somit besonders in Luftbildern leicht über mehrere Kilometer nachzeichnen. Aus Gründen der Darstellbarkeit sind in der Tafel Karstgassen fast nur im Gebiet der Tennalm, des Vorderen Pitschenbergtales und der Ofenrinne ausgeschieden.

Karstgassen und -spalten kommen in allen Höhenzonen des Tennengebirges vor, jedoch sind ihre Querprofile oberhalb (Kastenprofil) und unterhalb der Waldgrenze (in der Regel geböscht) meist unterschiedlich. Häufig sind Karstgassen durch das Zusammenwachsen von Dolinenreihen entstanden. Teilweise sind Dolinen in Moränenfüllungen der Karstgassen jung eingesenkt. Kommt zu der Gletscherschuttfüllung die glaziale Bearbeitung dieser Karstformen hinzu, läßt sich daraus ein zumindest spätpleistozänes Alter folgern. Auf Grund der beeindruckenden Dimensionen mancher Karstgassen, die den Plateaubegeher zu zeitraubenden Umwegen zwingen können, ist auch ein noch höheres Alter denkbar.

Das Studium der horizontalen und vertikalen Verbreitung der Karstformen der Oberfläche sowie ihre Alterseinstufung sprechen eindeutig gegen die Vertikalgliederung eines nordalpinen Karststockes in Karstformengürtel im Sinne von C. RATHJENS (1954) und anderen. Stärker variierende tektonische Gegebenheiten, glazialgeologisch-morphologische Besonderheiten sowie gravierendere petrologische Unterschiede im Gesteinsbestand können jedoch für lokale Bereiche des Tennengebirges die Ursache für differentielles Dominieren oder Zurücktreten bestimmter Karstformen sein.

Das unterschiedliche Alter der verschiedenen Landoberflächen des Tennengebirges macht sich nur indirekt über die klimatischen Faktoren bemerkbar, die sich zu allen Zeiten infolge der Höhenunterschiede zwischen den einzelnen Altflächen nicht im gesamten Plateaubereich gleichsinnig auswirken konnten. Ganz abgesehen davon, daß sich z. B. die während des Tertiärs bei tropisch-subtropischen Klimaverhältnissen ablaufenden Verkarstungsprozesse wegen der hohen Kalklösungsrate und bei anderen morphologischen und hydrographischen Bedingungen nicht mit den heutigen Verhältnissen vergleichen lassen, wirkt sich die aktuelle Entwicklung gleichwertiger Karstformen klimatisch nur in der Festlegung der Obergrenze der Karrenverbreitung merklich aus.

Geländebegehungen im Dachsteingebiet und im Hagengebirge ließen ebenfalls keine Argumente für die vielfach postulierte Existenz insbesondere von übereinanderliegenden Dolinen- und Karrenzonen zu. In beiden Nachbargebirgen des Tennengebirges ergab sich der gleiche Befund: Wo das lösende Wasser im wesentlichen unterirdisch abfließt, werden trotz der weitgehenden Vegetationslosigkeit oberhalb der Baumgrenze Dolinen neu gebildet, an freiliegenden Felsflächen in der Nachbarschaft entwickeln sich gleichzeitig Rinnenkarren, subkutan Rundkarren.

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

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): Toussaint Benedikt

Artikel/Article: [Der oberirdische Karstformenschaftz des Tennengebirges \(Salzburger Kalkalpen, Österreich\) 49-65](#)