

A U F S Ä T Z E

Aus dem Geographischen Institut Innsbruck anlässlich des
40. Deutschen Geographentages in Innsbruck, Pfingsten 1975

Die Karsttische — ein Mittel zur Messung des Kalkabtrags

Hans KINZL, Innsbruck

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	290
2. Die Verbreitung der Karsttische	291
2.1. Die neueren Beobachtungen über Karsttische in den Alpen	291
2.2. Karsttische in Nordwest-Europa	293
2.3. Karsttische im Dinarischen Karst	293
2.4. Karsttische in Chile	293
2.5. Karsttische in Neuguinea	293
3. Die frühesten Beobachtungen über Karsttische	294
3.1. Erratische Blöcke als Karsttische	296
4. Das Ausmaß der Kalklösung	297
4.1. Kleine Sonderformen des Kalkabtrags	298
5. Karsttischähnliche Formen	298
6. Hinweise auf Karsttische in den Lehrbüchern	299
7. Literaturverzeichnis	300
Zusammenfassung — Summary — Résumé	300

1. Einführung

Die Karsttische sind Kleinformen des Karstes, die vorwiegend auf altem Gletschergelände vorkommen und daher auch im Zuge gletscherkundlicher Forschungen zuerst beobachtet wurden. Sie bestehen aus einem ortsfremden Deckblock über einem Sockel von anstehendem Kalk, der um einen gewissen Betrag über den freiliegenden Kalkboden aufragt. Sie entstehen durch chemische Lösung des Bodens, wovor dieser unter dem Block geschützt ist. Die Deckblöcke sind in den meisten Fällen von den spätglazialen Gletschern auf dem von ihnen abgeschliffenen Boden abgelagert worden; es kann sich aber auch um einzelne Felssturzböcke handeln. Besonders schöne Formen entstehen durch Moränenblöcke aus kristallinem Gestein. Im ganzen erinnern die Karsttische an die wohlbekannteren Gletschertische, mit denen sie auch immer verglichen werden. Eine mittelbare Beziehung der Karsttische zu den Gletschern ergibt sich auch dort, wo sie im Bereich von Karrenfeldern auftreten; denn auch diese entwickeln sich am besten auf den von den alten Gletschern überschliffenen Kalkböden. Darauf hat schon L. AGASSIZ (1841: 235) hingewiesen, der in den Karrenfeldern geradezu unwiderlegliche Beweise für früheres Vorkommen von Gletschern an den betreffenden Orten sah.

Einen ersten zusammenfassenden Überblick über das Karstphänomen, das er als Karsttisch (Karrentisch) bezeichnete, gab H. TRIMMEL (1971). Offenbar ist aber sein Bericht nicht hinreichend beachtet worden, wie eine Durchsicht der neueren Karstliteratur zeigt. Daher wird auf die einschlägigen Veröffentlichungen im folgenden nochmals kurz hingewiesen, wobei die zeitliche Reihenfolge hervorgehoben werden soll.

Daran werden sich jene Ausführungen schließen, die den Überblick über die Karsttische in geschichtlicher und regionaler Hinsicht erweitern sollen.

2. Die Verbreitung der Karsttische

2.1. Die neueren Beobachtungen über Karsttische in den Alpen

Fast gleichzeitig, aber voneinander unabhängig haben in den letzten Jahrzehnten mehrere Beobachter nach einem regelrechten Gesetz der Serie auf den Kalkböden der Alpen Karsttische gefunden und mit einem eigenen Aus-

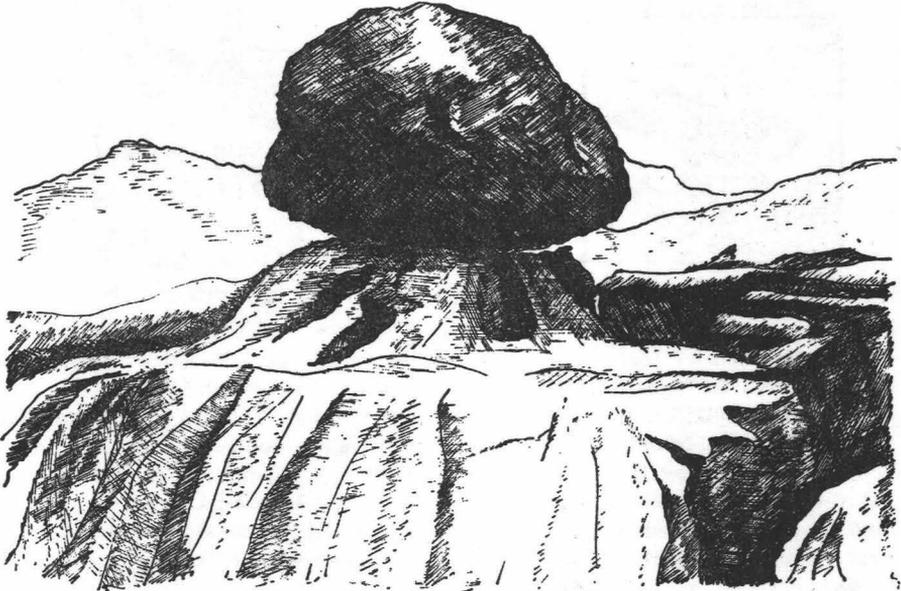


Abb. 1: Karsttisch auf dem Geiernest (1740 m), Totes Gebirge. Nach einer photographischen Aufnahme von R. MOSER, gezeichnet von Monika NEUHAUSER (1 cm = 10 cm in der Natur)

druck benannt. An erster Stelle steht R. MOSER (1954), der in seiner ungedruckt gebliebenen Dissertation über die Vergletscherung am Dachstein (Innsbruck 1954) „Korrosionstische oder Kalkdenudationstische“ beschrieben hat. Der einschlägige Abschnitt seiner Dissertation wurde zwei Jahre später gesondert veröffentlicht (R. MOSER, 1956). Erst nachträglich erschien das Referat von H. PASCHINGER (1958) über diese Dissertation, worin er u. a. auch die „Karsttische“ hervorhebt.

Der zeitlich nächste, mit drei lehrreichen Bildern ausgestattete Bericht stammt von W. BRÜCKNER (1956). Er fand „Lösungstische“ in der Schloßtiefe östlich des Hohen Faulen im Kanton Uri. Darüber referierte H. TRIMMEL (1972).

Wesentlich umfangreicher und eindrucksvoller waren die Beobachtungen von A. BÖGLI (1961) im Gebiet der Märenberge (Zentralschweiz). Er fand seine „Karrentische“ meist an erratische Blöcke gebunden, jedoch rufen Sturzblöcke die gleichen Formen hervor, nur sind die Sockel niedriger und in der Höhe variabler. A. BÖGLI bringt eine große Zahl lehrreicher Bilder, auch von Stellen, wo die Deckblöcke abgerutscht oder schon ganz verschwunden sind. In der englischen Zusammenfassung nennt er seine Karrentische clint tables, in der französischen tables de lapiez.

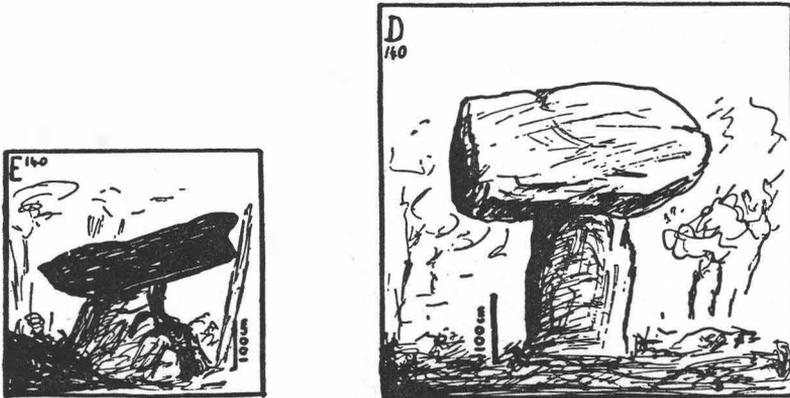


Abb. 2: „Champignons calcaires“, Südwest-Irland; nach J. Corbel (1957, Pl. 140)

K. HASERODT (1965) hat, schon in Kenntnis der Beobachtungen von R. MOSER und A. BÖGLI, „Karsttische“ oder „Karrentische“ und andere Sonderformen der Kalklösung im Hagengebirge gefunden. Neuere Beobachtungen veröffentlichte R. MOSER (1967) aus dem Toten Gebirge und aus dem Dachsteingebiet. Er verwendet hier den Ausdruck „Kalktisch“, den der Verfasser dieses Berichtes in seinen Vorlesungen an der Universität Innsbruck gebraucht hatte, den er aber zugunsten der Einheitlichkeit nicht beibehalten möchte. Die Bezeichnung Kalktisch entspricht zwar am ehesten der Analogie mit den Gletschertischen, man könnte aber damit vielleicht die Vorstellung wecken, daß das ganze Gebilde aus Kalk bestünde, was jedoch nur in besonderen Fällen zutrifft. Deshalb wird hier der neutrale Begriff „Karsttisch“ vorgezogen, weil es sich in jedem Falle um eine ausgesprochene Karsterscheinung handelt. Die Bezeichnung „Karrentisch“ ist insofern bedenklich, als Karren die Entstehung der Tische nicht unmittelbar begünstigen, sondern sie eher sogar zerstören, weshalb ja gelegentlich die Deckblöcke in benachbarte Karren abrutschen. So gut H. TRIMMEL (1965) den „Karrentisch“ beschrieben hat, so ist es doch kaum möglich, von einer Sonderform der Karren zu sprechen.

Das Ausmaß der Kalkabtragung, das die Karsttische in den Alpen anzeigen, ist 15 bis 20 Zentimeter im postglazialen Zeitraum von rund 10.000 Jahren (siehe Tab. im eigenen Abschnitt dieses Berichtes).

2.2. Karsttische in Nordwest-Europa

Außerhalb der Alpen kommen Karsttische vor allem in Nordwest-Europa vor. H. TRIMMEL hat die wichtigsten Veröffentlichungen darüber schon zusammengestellt. An erster Stelle ist auf die große und verdienstvolle Arbeit von J. CORBEL (1957) über den Karst in Nordwest-Europa hinzuweisen. Er hat „champignons calcaires“ vor dem Swartisen-Gletscher in Norwegen und im Bereich von Kenmare in Südwest-Irland gesehen und abgebildet. In beiden Gebieten sind die Karsttische mit denen aus den Alpen durchaus vergleichbar, in der Höhe gehen sie aber weit auseinander. Ohne einen eigenen Ausdruck dafür zu gebrauchen, hatten diese Erscheinung in Nord-Norwegen schon früher J. A. HOEL (1910), besonders aber G. HORN (1937) beobachtet. Mit einem ausführlichen Zitat hatte G. HORN auf D. MACKINTOSH (1883) hingewiesen, der in einem Vortrage davon sprach, wie die von ihm beobachteten Blöcke als Zeitmesser dienen können. Diesem frühesten Hinweis über Karsttische auf den Britischen Inseln sei als vorläufig jüngster der von P. W. WILLIAMS (1968; nach Rezension von A. GERSTENHAUER. Erdkunde 22 (1968): 327) aus dem Fergus Basin in West-Irland angeschlossen.

2.3. Karsttische im Dinarischen Karst

Es mag verwundern, daß vorläufig vom klassischen Karstgebiet, dem Dinarischen Karst, nur die einzige Nachricht von R. MOSER (1971) über Karsttische aus dem Dobri Do (Durmitor-Gebirge) vorliegt. Allerdings wird man sich diesbezüglich hier von vornherein nicht viel erwarten dürfen. Schon vor langer Zeit hat A. PENCK (1900) in der Herzegowina festgestellt, daß der ebene Karstboden schuttlos ist, weil der oberflächliche Schutt zerstört wird, indem die chemische Verwitterung kräftiger wirkt als die mechanische. Sicher wird man aber Karsttische in den im Pleistozän vergletschert gewesenen Gebieten finden können, wenn man darauf achtet.

2.4. Karsttische in Chile

Über ein Vorkommen von kleinen Karsttischen im chilenischen Patagonien berichtet, ohne eine besondere Bezeichnung, W. BIESE (1956). Er fand auf der Insel Diego de Almagro, 80 Kilometer nördlich der pazifischen Ausmündung der Magellan-Straße, auf einer glattgeschliffenen Oberfläche des anstehenden weißen Marmors herausgewitterte Gänge des andesitischen Magmas. Diese bilden kleine Karsttische mit einer Sockelhöhe von ungefähr einem Dezimeter. Teilweise sind die etwa kopfgroßen Decksteine abgerutscht.

2.5. Karsttische in Neuguinea

Der erste und vorläufig noch einzige Bericht über Karsttische in einem tropischen Hochgebirge, nämlich vom Carstensz-Gebirge auf Neuguinea, verdanken wir J. J. DOZY (1939: 91). Er schreibt folgendes:

„Corrosion tables. On a polished limestone surface, the glacier left no moraine, only some large blocks. These blocks protected the underlying limestone from local solution so that they rest on a pedestal, like glacier tables. The height of the foot is 20 to 40 cm. This phenomenon was observed in Gele Dal, just outside the region covered by the last extension of the glacier.“

Dazu bringt er zwei Abbildungen in Fig. 14 und 15 seiner Veröffentlichung.

In den Zitaten über diese wichtige Arbeit von J. J. Dozy ist eine gewisse

Verwirrung entstanden, die hier klargelegt werden soll. Sie hängt damit zusammen, daß von J. J. Dozy zwei Veröffentlichungen vorliegen. Die erste schildert in deutscher Sprache „Die Gletscherwelt von Niederländisch-Neuguinea“ (1938). In ihr finden sich nur Hinweise auf schöne Gletscherschliffe und Rundhöcker, die durch nachträgliche Korrosion in Karren zerlegt wurden. Über die „Corrosion Tables“ äußert sich J. J. Dozy nur im englisch geschriebenen geologischen Bericht über die Carstensenz-Expedition (1939). Darauf bezieht sich in richtiger Weise das Referat von R. v. KLEBELSBERG in der Zeitschrift für Gletscherkunde 17 (1941): 461. Im Handbuch für Gletscherkunde und Glazialgeologie (Wien 1948/49) hat R. v. KLEBELSBERG auf S. 284 und 845 ebenfalls auf die Karstischbeobachtungen von J. J. Dozy hingewiesen, aber als Quelle irrtümlich die Abhandlung von J. J. Dozy über die Gletscherwelt genannt. Dieser Angabe folgten auch R. MOSER (1967, S. 75) und H. TRIMMEL (1971, S. 109). Daraus erklärt sich nun aber auch die unrichtige Bemerkung, daß J. J. Dozy nichts über das Ausmaß der Karstabtragung sowie über die Herkunft und zeitliche Einordnung der Deckblöcke angegeben hätte.

3. Die frühesten Beobachtungen über Karsttische

Die Entdeckungen von Karsttischen stehen nahezu beziehungslos nebeneinander. Fast jeder Autor schrieb darüber als vermeintlich erster. Obwohl

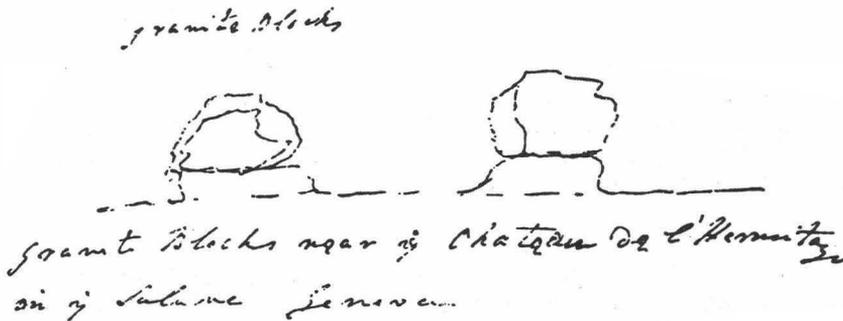


Abb. 3: Karsttische vom Mont Salève, gezeichnet von W. Buckland (1838). Aus Chorley-Dunn-Beckinsale (1964)

sich die meisten von ihnen der Bedeutung dieser Erscheinung zur Messung der Kalklösung bewußt waren, hat doch keiner viel Aufhebens von seiner Entdeckung gemacht. Es kam nicht zu Prioritätsstreitigkeiten, wie sie in ähnlichen Fällen vorgekommen sind. Man braucht deshalb auch niemandem vorzuwerfen, daß er sich nicht um allfällige frühere Hinweise im Schrifttum umgesehen hat. So hat man freilich übersehen, daß schon der große Alpenforscher H. B. SAUSSURE als erster einen Karsttisch nicht nur beschrieben, sondern auch schon in seiner geochronologischen Bedeutung voll erkannt hat. In der deutschen Ausgabe seiner „Reisen durch die Alpen“ (Leipzig 1781) heißt es im ersten Teil, § 227 bei der Beschreibung des Berges Salève:

Klütze von primitiven Felsarten, und merkwürdige Lage von etnigen derselben.

Selbst der Grund und die Seiten von diesem Thale sind mit großen Klützen von Granit und blättrichten Felsarten bestreut. Gleich am Eingange dahin von der Genferseite findet man einen von etwa 1200 Cubicschuhen.

Wenn man von der Höhe des Pas de l'Echelle gerade auf das Schloß der Einsiedeley (Château de l'Hermitage) hinaufsteigt, so findet man viele solcher Klötze, sogar mit einem merkwürdigen Nebenumstände.

Man sieht auf einer abhängig gelegenen Wiese zwey solcher Klötze von Granit, die beyde über den Wiesenwachs etwa zwey oder drey Schuh hoch herausgehen, und eine Grundfläche von Kalkfelsen haben, worauf sie ruhen. Diese Grundfläche ist eine Fortsetzung der Horizontalschichten des Berges; sie ist selbst durch ihre hintere Fläche damit verbunden: aber an den zwey andern Seiten ist sie scharf abgeschnitten, und geht nicht über den Klotz, welchen sie trägt, hinaus. Da der Grund des Bodens aus eben der Kalkfelsenart besteht, und es abgeschmackt wäre, anzunehmen, daß sich dieser Grund nur genau unter diesem Granitstein aufgeworfen habe, so ist es sehr natürlich zu glauben, daß vielmehr sich dieser Grund um denselben herum erniedrigt habe, und zwar nicht durch eine Versenkung, sondern durch den fortgesetzten Angriff von Wasser und Luft, während der Theil, welcher die Grundfläche des Granits ausmacht, durch diese undurchdringliche Bedeckung geschützt war, und seine ursprüngliche Höhe behalten hat.

Andere Klötze, welche auf ähnlichen Gestellen ruhen, zeigen an Orten, wo der Fels von allen Seiten entblößt ist, wie wahr diese Erklärung sey. Diese Klötze haben die Felsen, welche sie tragen, so vollkommen verwahrt, daß ihre Oberfläche horizontal und flach geblieben ist; und da die Oberfläche der Granite unregelmäßig ist, und sie also jene nur in wenigen Punkten berührt, so kann man dieselbe leicht beobachten und sehen, daß, weitgefeht daß der Kalkfels durch das Wasser angegriffen worden, wie es ihm allenthalben widerfuhr, wo ihn diese Klötze nicht bedeckt haben, er sich vielmehr durch einige Blättchen kalkartiger Incrustationen, die sich an einigen Stellen darauf erzeugten, vermehrt habe.

Mir scheinen alle die Umstände zu beweisen, daß jeder von diesen Klötzen noch genau die Stelle besetzt, welche er bekam, als ihn der Strom, der ihn von der Höhe der Alpen herunterflößte, bey der großen Revolution, von der uns so viele Spuren vorgekommen sind, liegen ließ. . . Wenn man ein Mittel finden könnte, die Grade der Verminderung zu bestimmen, welche die Wirkung von Wasser und Luft in einer gegebenen Zeit auf nackten Felsen, von der Art der Felsen des Saleve, zu Stande bringt, so würden eben diese Felsen dienen können, den Zeitpunkt des großen Ausbruchs zu bestimmen.

L. AGASSIZ (1841: 230 f.) bezieht sich in seinen Ausführungen über aufgepflanzte Blöcke auf diese Beobachtung von SAUSSURE. Er lehnt aber dessen Auffassung mit folgender Bemerkung ab: „So sinnreich auch diese Erklärung erscheinen mag, so kann sie doch nicht mehr zugelassen werden, seitdem wir durch die schönen Untersuchungen von Elie de BEAUMONTS wissen, daß die Atmosphäre bei weitem keinen solchen zuströmenden Einfluß auf die fest anstehenden Gesteine auszuüben vermag.“ Damit hat L. AGASSIZ wohl dazu beigetragen, daß die Beobachtung von SAUSSURE in der Folgezeit nicht beachtet wurde, ausgenommen in zwei Fällen. Im ersten Fall war L. AGASSIZ mittelbar beteiligt, indem er seinen Freund W. BUCKLAND 1838 in die Schweiz eingeladen hatte. Dieser muß wohl auch den Mont Salève und die Gegend des Schlosses l'Hermitage besucht haben, um die schon seit J. A. de Luc bekannten, wenn auch nicht richtig erklärten Findlingsblöcke zu sehen. Dabei dürfte auch die erste Zeichnung von Karsttischen entstanden sein, die im Werke von R. J. CHORLEY, A. J. DUNN and R. P. BECKINSALE, *The History of the Study of Landforms*, London 1964, wiedergegeben ist. Im Berichte über seine Schweizer Reise schreibt W. BUCKLAND (1842) allerdings nicht über den Mont Salève, sondern nur über Gletscherschliffe und Findlingsblöcke auf dem Jura in der Gegend von Neuchâtel und über seinen Besuch des Rosenloui- und des Grindelwaldgletschers. Es ist aber anzunehmen, daß er mit dem Alpenwerke von H. B. SAUSSURE vertraut war.

Beim zweiten Fall handelt es sich um den Geologen A. FAVRE (1867), der, sicher in Kenntnis des Werkes von H. B. SAUSSURE, ohne es gerade an dieser Stelle zu zitieren, über einen Karsttisch auf dem Mont Salève im § 239 folgendes schreibt (hier ins Deutsche übersetzt):

„Noch einige Einzelheiten über die Blöcke des Mont Salève. Man hat in der Umgebung von Hermitage auf erratische Gesteine als Beispiele von aufgepflanzten Blöcken hingewiesen; aber dieses Wort läßt sich nicht auf die Blöcke anwenden, die wegen ihrer Lage auf einem steilen Hang nur dann als aufgepflanzt erscheinen, wenn man sie von unten nach oben sieht; dies um so weniger, weil sie nur auf einer Seite über den Boden emporragen und dies nur wenige Zoll. Um ihre Lage zu verstehen, muß man den Grund in den vereinten Einwirkungen von Wasser und Frost auf das Gestein suchen. Das be-

weist mit letzter Klarheit die Untersuchung eines Blockes oberhalb von Mornex. Dieser war in der Tat einst auf einer Unterlage in der Höhe von etwa zwei Fuß gelegen, und weil diese Stütze an Umfang abgenommen hat, ist der Block abgeglitten, ohne aufgehört zu haben, sich an die Unterlage anzulehnen. Man muß diese Tatsache auf die gleiche Weise erklären wie die Entstehung der Tische auf den Gletschern und annehmen, daß der Felsgrund durch den Block geschützt ist, den er trägt, in gleicher Weise wie das Eis durch den groben Schutt an seiner Oberfläche erhalten bleibt. Die atmosphärischen Einflüsse greifen die Oberfläche des Geländes rund um den Block an und erniedrigen sie, und im Laufe der Zeit liegt der Block auf einer kleinen Säule auf. Die Unterlage des Blockes von Mornex wird durch das untere Konglomerat der Molasse gebildet.“

Ergänzend sei auf die Monographie von E. JOUKOWSKY und J. FAVRE (1913) hingewiesen, die auf dem Mont Salève auch das Quartär eingehend erforscht und die in ihre geologische Karte auch die erratischen Blöcke eingetragen haben, in großer Zahl auf dem Petit Salève und in der Umgebung von Monnetier, an mehreren Stellen aber auch auf dem Grand Salève. Nirgends sprechen sie aber von karsttischartigen Formen. Sie wiederholen auch nicht die einschlägigen Beobachtungen von H. B. SAUSSURE und A. FAVRE. Angesichts der weitgehenden Zerstörung der Findlinge, über die schon im vorigen Jahrhundert geklagt wurde, darf man sich darüber aber vielleicht nicht wundern.

3.1. Erratische Blöcke als Karsttische

Die geschilderten Karsttische des Mont Salève hatten als Deckblöcke Findlinge aus der Würm-Eiszeit. Das gilt auch für andere Fälle. So schreibt J. de CHARPENTIER (1841: 148) vom Granitblock Pierre de la Li-blanche bei Orsières, daß er auf einer Konsole über einem Felsvorsprung liege, die kaum so breit ist wie der Block. Die 300 m³ große Pierre à Dzo, aus Mont Blanc-Granit bestehend, liegt ebenfalls auf einem konsolenartigen Sockel aus anstehendem Kalk oberhalb Monthey im Wallis. Es handelt sich hier um einen Rest der nach A. HEIM (1919: 214 und Fig 38, 233) großartigsten Blockanhäufung des schweizerischen Erratikums. Der Granitblock des Druidensteines bei Morschach über dem Vierwaldstätter See liegt auf unterstem Seewerkalk auf und kann daher auch unter die Karsttische eingereiht werden (siehe A. HEIM, 1919: 225, Fig. 35). Ein besonders lehrreiches Beispiel ist die Pietra Pendula am Monte Piatto oberhalb des Comersees. G. NANGERONI (1967) meint allerdings, daß der Mensch den Kalkfels, auf dem der Findlingsblock aus dem Veltlin abgelagert worden war, säulenförmig zugeformt hätte. Auch F. SACCO (1934, S. 350) spricht von diesem Block, daneben aber noch von zwei anderen mächtigen Findlingen nördlich von Pograno oberhalb des Comersees, die, nur teilweise gestützt, auf Kalkbänken liegen. Wahrscheinlich kann man noch manche erratische Blöcke als Karsttische ansprechen. Vor allem wird man solche auf den früher vergletscherten Kalkstöcken finden können. Man darf freilich nicht übersehen, daß solche Blöcke, soweit sie selbst aus Kalk bestehen, in starkem Maße von der Korrosion und der Frostsprengung bedroht sind. Auch die Zerspaltung der Auflagerungsfläche durch Karren kann zur Beseitigung von Deckblöcken beitragen. Diesbezüglich stellte A. HEIM (1878) fest:

„Wo Blöcke über Karren gestreut sind, was oft durch frühere Gletscher oder durch Steinschläge von nahen Felswänden oder durch den Frost hie und da bewirkt wird, liegen dieselben oft in unsicheren Stellungen auf den Schneiden, so daß ein kleiner Stoß genügt, um diese zum Umkippen zu bringen.“

Auch durch diese Bemerkung reiht sich übrigens A. HEIM in die Reihe der Entdecker von Karsttischen ein, wenn er diesen Ausdruck auch nicht gebraucht. Auch nach der Ansicht von R. MOSER (1967) werden Karsttische rasch zerstört, wenn die Deckblöcke über schon vorher angelegte Karren

zu liegen kamen. Manchmal sitzen die Blöcke „rittlings“ auf den Rillenkarren und stürzen im Laufe der Zeit in die Karrentiefen. Demgegenüber stellt K. HASERODT (1965: 41) fest, daß unter „Karrentischen“ Kluffkarren eine geringere lichte Weite haben, ja daß Karren unter den Deckblöcken sogar unterbrochen sind, ein Beweis dafür, daß sie bei der Ablagerung der Blöcke überhaupt noch nicht bestanden haben. Ein nettes kleines Beispiel eines Karstisches innerhalb tiefer Kluffkarren ist die Abbildung von M. ECKERT (1902: Fig. 64) vom Gottesackerplateau.

4. Das Ausmaß der Kalklösung

Die Karsttische sind zwar eine unbedeutende Kleinform, sie sind aber geomorphologisch besonders wertvoll, weil sie in ihrem Bereich ein Maß der Landabtragung durch Lösung des Kalkes liefern. Das hat als erster schon

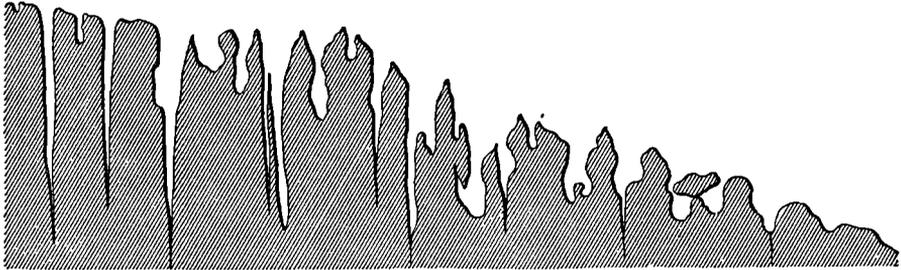


Abb. 4: Karren mit kleinem Karsttisch nach M. Eckert (1902), Gottesackerplateau (Maßstab: 1 cm = 30 cm in der Natur)

H. B. SAUSSURE klar erkannt. Auch H. BÖGLI (1961: 188) hält die „Karrentische“ für so wichtig, daß diese Form in ihrer Bedeutung weit über jene aller anderen Kleinformen der Korrosion hinausgehoben wird. In der Hauptsache geht es dabei um Kalkboden, der nach den späteiszeitlichen Gletscherständen eisfrei geworden ist und unter der Herrschaft eines periglazialen Klimas steht. Hier ergeben sich für den Zeitraum von ungefähr 10.000 Jahren folgende Werte für den Kalkabtrag:

Dachstein und Totes Gebirge (R. MOSER 1954, 1956, 1967)	10—15 cm
Hagengebirge (K. HASERODT 1965)	20 cm
Zentralschweiz (H. BÖGLI 1961)	15 cm
(W. BRÜCKNER 1956, nach Bildvergleich)	20 cm
Nordskandinavien (U. HOEL 1910)	25 cm
(G. HORN 1937)	15 cm
Westirland (P. W. WILLIAMS 1968)	10 cm
Neuguinea (J. J. DOZY 1939)	20—40 cm

Viel höher sind die Werte von J. CORBEL (1957: 399) mit 150 bis 180 cm in 10.000 Jahren für Kenmare, Westirland, was er mit den hier besonders hohen Niederschlägen erklärt. Für die letzten 2.000 Jahre nimmt er allerdings nur eine Abtragung von 5 bis 8 cm im Jahrtausend an. Für Nordwales und Nordwest-Yorkshire nahm D. MACKINTOSH (1883) eine Abtragung von nicht mehr als sechs inches (= 15,24 cm) an.

Abgesehen von diesen Hinweisen im Zusammenhang mit den Karsttischen, soll die Frage der Landabtragung durch Kalklösung hier nicht weiter besprochen werden, zumal da ein umfangreiches neueres Schrifttum herangezogen werden müßte, das stark verschiedene Auffassungen enthält. So ist nach J. CORBEL die chemische Abtragung im Raum der Arktis größer als im warmen Klima, während A. BÖGLI (1971) die Kalklösung in den humiden Tropen für wesentlich größer hält. Man vergleiche dazu auch die Untersuchung von U. HELLDÉN (1973) über die Kalklösung in Schwedisch-Lappland, die zahlreiche Werte des Lösungsabtrages enthält. Das von U. HELLDÉN ermittelte Ausmaß von 28 mm für 1000 Jahre paßt übrigens ausgezeichnet zu den Höhen der Karsttischsockel in den verschiedenen Periglazialgebieten.

4.1. Kleine Sonderformen des Kalkabtrags

Neben den Karsttischen gibt es noch kleinere Formen, die zur Messung des Kalkabtrags dienen können. Bei der von R. MOSER (1954) angegebenen Fossilienmethode geht es um die im Dachsteinkalk zahlreich enthaltenen Megalodonten; deren Ränder wittern auf den glatten Gletscherschliffen heraus, seit 1850 rund um einen Millimeter. Leider ist die Fossilienmethode nur für die jüngste Zeit brauchbar, weil auf den älteren Flächen die Abtragung schon die Dicke der Megalodonten übersteigt. Das Herauswittern der Megalodonten hat auch H. TRIMMEL (1968, S. 39) unter den Kleinformen der Höhlenwände beobachtet, ohne aber näher darauf einzugehen.

Ähnliche Beobachtungen über Abwitterung von Gletscherschliffen hatte C. VOGT (1847: 81 und 390) aus dem Grimsel-Gebiet gemacht, wo die Quarzadern und Quarzkristalle über die vom Gletscher polierte Granitfläche herausragen. Unter einem großen Block im Vorfeld des Unteraar-Gletschers war die Politur vollkommen erhalten, während ringsherum der Rundhöcker abgewittert war, ein augenscheinlicher Beweis, daß der Block den Fels vor der Verwitterung geschützt hatte.

In diesem Zusammenhang sei auch auf die Karrendorne hingewiesen, die nach den Beobachtungen von K. HASERODT (1965: 31) im Hagengebirge Relikte der ehemals höheren Felsfläche sind, die karsterosiv um einen bestimmten Betrag erniedrigt wurde. Die 6—14 cm hohen Karrendorne entsprechen nicht genau dem postglazialen Kalkabtrag; dieser muß um einige Zentimeter höher gewesen sein. Mehrere Reihen von Karrendornen zeigt die Abbildung auf S. 85 in der Arbeit über das Zugsplatt von K. THEIN (1958).

5. Karsttischähnliche Formen

Zu karsttischähnlichen Formen kommt es dort, wo Deckblöcke zuerst durch Verwitterung an Ort und Stelle entstehen, ihrerseits aber die Unterlage vor weiterer Abtragung schützen, so daß sie schließlich tischartig über die unmittelbare Umgebung herausragen. Ein Musterbeispiel dafür bietet nach den Untersuchungen von R. STREIFF-BECKER (1923) der Gipfel des Itatiaya im Mantiqueira-Gebirge in Brasilien. Auf dem Gipfel der Pedra Assentada paradien dort auf zwei bis drei Meter hohen Sockeln abgerundete und tief gekerbte Felsblöcke von Hausgröße, „unschwer läßt sich erkennen, daß die Felsplatten und Oberflächen der Blöcke im Laufe der Zeit um zwei bis drei Meter abgelaut worden sind und daß die Säulen unter dem Schutz des Blockes erhalten blieben, wie die Säulen unter den Gletschertischen der Alpen.“ Bei

der abgebildeten Pedra Tomate ist zwar ein selbständiger Sockel ausgebildet, der Deckblock liegt aber wohl noch an der ursprünglichen Stelle und nicht über fremdem Boden.

Hier liegt schon ein Übergang zu den Pilzfelsen vor, wo Deckblock und Sockel noch im ursprünglichen Gesteinsverband stehen. Großartige Beispiele dafür bieten die „Verzauberten Städte“ in Südwesteuropa, über die H. LEHMANN (1970) zusammenfassend berichtet hat. Auch auf die Vila velha im Staate Paraná (Brasilien) kann hier wegen ihrer eindrucksvollen Felsgestalten hingewiesen werden.

Eine ausgesprochene Karsterscheinung sind die zwar aus anstehendem Kalk bestehenden, aber mehrere Meter über die nächste Umgebung herausgewachsenen Karsttürme. Teilweise sind sie oben sogar mit einer Art Deckstein abgeschlossen. Die neuere Karstliteratur bringt davon viele lehrreiche Abbildungen.

Karsttischartig sind die an den Küsten vorkommenden Abrasionstische nach P. und S. SARASIN. Als Wirkung der Brandung haben sie eine Hohlkehle über dem Boden und darüber eine tischförmige Fläche oder eine kopfartige Figur. Wenn solche Formen später über die Strandlinie emporgehoben werden, läßt sich an der alten Brandungskehle der Betrag der Hebung ablesen. Eine lehrreiche Abbildung findet sich in der Arbeit über den tropischen Karst von Maros und Nord-Bone von M. A. SUNARTADIRJA und H. LEHMANN (1960).

Auf eine eng mit den Karsttischen verwandte Erscheinung wies W. BRÜCKNER (1956: 35) aus dem Bereich des Salzstockes von Ain Ouarka im algerischen Sahara-Atlas hin. Dort heben sich ursprünglich im Salz eingelagerte Blöcke durch die Lösung des Salzes tischartig heraus. Ähnliches berichtet B. MESSERLI (1972) von der Caldera des Emi Koussi (2900 m) im Tibesti-Gebirge. Dort liegen Basaltblöcke tischartig auf von ihnen vor der Abtragung geschützten limnischen Diatomeen-Sedimenten, wobei freilich weniger die Korrosion als vielmehr die allgemeine Abtragung im Spiele ist. Hier handelt es sich ja schon um Übergänge zu den wohlbekannteren Erdpyramiden, die in der Hauptsache aus Grundmoränenmaterial durch Schlagregen herausgeformt sind (Useigne im Wallis, Ritten oberhalb von Bozen).

6. Hinweise auf die Karsttische in den Lehrbüchern

Die Karsttische und ihre verschiedenen Bezeichnungen haben noch kaum Eingang in die lehrbuchmäßigen Darstellungen der Karstmorphologie gefunden. Sie fehlen vor allem noch in den gängigen Lehrbüchern der Geomorphologie. Eine Ausnahme macht hier H. WEBER, Die Oberflächenformen des Festlandes, 2. Auflage, Leipzig 1967, wo auf S. 159 ein Hinweis auf die Karrentische nach A. BÖGLI enthalten ist. Im vergleichenden Vokabular für den Formenschatz des Karstes von H. LEHMANN (1958) ist der Begriff des Karsttisches noch nicht enthalten. Einen Hinweis auf „Karrentische or Tables of Corrosion“ bietet das Werk von M. N. SWEETING, Karst Landforms, London 1972. Allerdings ist die Definition als „... remnants of the original pavement surface“ nicht zutreffend.

In den neueren Arbeiten der Karstliteratur ist zwar gelegentlich auf die Veröffentlichung von A. BÖGLI hingewiesen, man findet aber sonst keine weiteren Beobachtungen der Verfasser über Karsttische.

Die vorstehenden Ausführungen sollen dazu anregen, auf diese Karst-

erscheinung bewußt zu achten. Am ehesten wird man sie in gletschernahen Gebieten, aber auch im Bereich von Felsstürzen, ja vielleicht sogar bei den Ruinen historischer Bauten finden. Sicher wird auch die Durchsicht des karstmorphologischen Schrifttums mit seinen vielen Abbildungen noch manche Beispiele bieten können. In keinem Falle erhebt der Verfasser dieses Berichtes den Anspruch, das Vorkommen von Karsttischen und die damit zusammenhängenden karstmorphologischen Fragen schon erschöpfend behandelt zu haben.

Schrifttum

- AGASSIZ L., 1841. Untersuchungen über die Gletscher. Solothurn.
- BIESE W., 1956. Über Karstvorkommen in Chile. Die Höhle 7: 91—96.
- BÜGLI A., 1961. Karrentische, ein Beitrag zur Karstmorphologie. Z. f. Geomorphologie N. F. 5: 185—193.
- Karstdenudation — das Ausmaß des korrosiven Kalkabtrags. Regio Basiliensis 12: 352—361.
- BRÜCKNER W., 1956. Über „Lösungstische“. Die Alpen. Chronik des SAC 3—III: 35—36.
- BUCKLAND W., 1842. The reading of the first part of a memoir on the evidences of glaciers in Scotland and the North of England. Proceedings Geol. Soc. of London 3: 332—337.
- CHARPENTIER de J., 1841. Essai sur les glaciers. Lausanne.
- CHORLEY R. F., A. J. DUNN and R. P. BECKINSALE, 1964. The History of the Study of Landforms. London.
- CORBEL J., 1957. Les Karsts du Nord-Ouest de l'Europe. Lyon.
- DOLLFUS-AUSSET A., 1863. Matériaux pour l'étude des glaciers. Tome troisième: Phénomènes erratiques. Strasbourg (SAUSSURE 227 = 77—79).
- DOZY J. J., 1938. Eine Gletscherwelt in Niederländisch-Neuguinea. Z. f. Gletscherkunde 26: 45—52.
- 1939. General Stratigraphy, Tectonics. Geological Results of the Carstenz Expedition 1936. Leidsche Geologische Mededelingen 9/1: 70—95.
- ECKERT M., 1902. Das Gottesackerplateau. Wiss. Ergänzungshefte D. u. Ö. Alpenverein, Innsbruck.
- FAVRE A., 1867. Recherches géologiques dans les parties de la Savoie I. Paris.
- HASERODT K., 1965. Untersuchungen zur Höhen- und Altersgliederung der Karstformen in den nördlichen Kalkalpen. Münchener Geographische Hefte 27.
- HEIM A., 1878. Über die Karrenfelder. Jahrbuch des SAC 1878: 421—433.
- 1919. Geologie der Schweiz. Bd. I. Leipzig.
- HELLDÉN U., 1973. Limestone solution intensity in a Karst area in Lappland, Northern Sweden. Geografiska Annaler 54 A: 185—196.
- HOEL U., 1910. Okstinderne. Fjeldgrunden og braerne (Aarbok for 1910 utgitt av H. REUSCH. Oslo (zit. bei J. CORBEL, 1957).
- HORN G., 1937. Über einige Karsthöhlen in Norwegen. Mitteilungen über Höhlen- und Karstforschung. Zs. des Hauptverbandes Deutscher Höhlenforscher 1937/1. 's-Gravenhage.
- JOUKOWSKY E., J. FAVRE, 1913. Monographie géologique et paleontologique du Salève, Haute Savoie. Mém. Soc. Phys. Hist. nat. 37/4, Genève.
- LEHMANN H., 1958/59. Vergleichendes Vokabular für den Formenschatz des Karstes. Geogr. Taschenbuch 1958/59: 516—17.
- 1969. Über „verzauberte Städte“ in Carbonatgesteinen Südwesteuropas. Sitzungsberichte der Wissenschaftl. Gesellschaft, Univ. Frankfurt/Main 8/2. Wiesbaden 1970.
- MACKINTOSH D., 1883. Results of Observations in 1882 on the Position of Boulders Relatively to the Underlying and Surrounding Ground, in North Wales and North-west Yorkshire; with Remarks on the Evidence They Furnish of the Recency of the Close of the Glacial Period: The Geological Magazine, New Series, Decade II. Vol. X. London.
- MESSERLI B., 1972. Formen und Formungsprozesse in der Hochgebirgsregion des Tibesti. Hochgebirgsforschung 2. Innsbruck—München.
- MOSER R., 1954. Die Vergletscherung im Dachstein und ihre Spuren im Vorfeld. Dissertation im Manuskript. Referat darüber von H. PASCHINGER: Geogr. Jahresbericht aus Österreich 27 (1957—1958): 197—199.
- 1967. Kalktische im Toten Gebirge und im Dachsteingebiet. Jahrbuch des Österreichischen Alpenvereins 1967: 75—78 mit 2 Abb.
- 1971. Die Besteigung des Bobotov Kuk. Jahrbuch des Österreichischen Alpenvereins 1971: 145—152.
- NANGERONI G., 1967. I trovanti cioè i massi erratici. Bolletino del Club Alpino Italiano 1967: 163—170.
- PENCK A., 1900. Geomorphologische Studien aus der Herzegowina. Z. des Deutschen u. Österreichischen Alpenvereins 1900: 25—41.
- SACCO F., 1934. Le Alpi. Touring Club Italiano.
- SAUSSURE H. B., 1781. Reisen durch die Alpen. Erster Teil. Leipzig.
- STREIFF-BECKER R., 1923. Der Itatiaya im Mantiqueira-Gebirge. Jahrbuch des SAC 58: 175—188.
- SUNARTADIRJA M. A. u. H. LEHMANN, 1960. Der tropische Karst von Maros und Nord-Bone in SW-Celebes (Sulawesi). Zs. f. Geomorphologie, Supplementband 2: 49—65.
- SWEETING M. M., 1972. Karst Landforms. London.
- THEIN K., 1958. Neue Höhlenforschungen auf dem Zugspitzplatt (Oberbayern). Die Höhle 1958: 48—87.
- TRIMMEL H., 1965. Speläologisches Fachwörterbuch. Wien.

- TRIMMEL H., 1968. Höhlenkunde. Die Wissenschaft 26. Braunschweig.
- 1971. Das Phänomen der „Karsttische“ (Karrentische) — ein Beitrag zu den Problemen einer einheitlichen Karstterminologie. Die Höhle 1971, 4: 105—111.
- 1972. Ein Nachtrag zur Literatur über Karsttische (Karrentische). Die Höhle 23: 111—112.
- VOGT C., 1854. Agassiz's geologische Alpenreisen. Frankfurt am Main.
- WILLIAMS P. W., 1968. An evaluation of the rate and distribution of limestone solution and deportation in the Fergus basin, Western Ireland. Contribution to the Study of Karst. Canberra. Rezension A. GERSTENHAUER: Erdkunde 22 (1968): 327.

Zusammenfassung

Die Karsttische sind Kleinformen des Karstes. Sie bestehen aus einem ortsfremden Deckblock und einem Sockel aus anstehendem Kalk, der unter dem Schutz des Deckblockes vor der chemischen Lösung geschützt ist und daher über den freiliegenden Boden herausragt. Die meisten Deckblöcke sind von den späteiszeitlichen Gletschern auf dem von ihnen abgeschliffenen Boden abgelagert worden; sie können aber auch von Felsstürzen herrühren. Die bisher bekannten Fundstellen liegen vor allem in den Ostalpen und in den Schweizer Alpen, in Nordwesteuropa und im Hochgebirge von Neuguinea. Die Karsttische sind karstmorphologisch und geochronologisch besonders beachtenswert, weil sie ein Maß des Landabtrages durch Lösung des Kalkes in einem bestimmten Zeitraum liefern. Für die rund 10.000 Jahre seit dem Rückzug der späteiszeitlichen Gletscher beträgt die Lösung des Kalkbodens in den meisten Fällen 15—20 cm. Die meisten Beobachtungen über Karsttische stammen aus den letzten Jahrzehnten. Als erster hat sie aber schon H. B. SAUSSURE im letzten Viertel des 18. Jahrhunderts beschrieben.

S u m m a r y

„Karst Tables“ — a Means for Measuring the Amount of Corrosion

“Karst tables” constitute small geomorphological features of the karst. They consist of an allochthon rock, propped on a base of autochthon limestone having been protected against chemical solution and, therefore, protruding from the uncovered surface. Most of the covering rocks were deposited by glaciers of the late-glacial period on the polished ground, but they also might originate from rockfalls. So far karst tables were found mainly in the Eastern Alps and the Swiss Alps, in Northwestern Europe and in the high mountains of New Guinea. Karst tables are of importance both from the point of view of geomorphology and of geochronology, as they provide a means for measuring the amount of corrosion within a given period. In most cases it amounted to 15 to 20 cm during the approximately 10 000 years since the retreat of the glaciers of the late-glacial period. Most observations were made during the past decades only, but karst tables were described for the first time by H. B. Saussure as early as in the last quarter of the 18th century.

R é s u m é

Des champignons calcaires — un moyen de mesurer l'érosion calcaire

Les champignons calcaires appartiennent aux formes mineures de modelé karstique. Ils se composent d'un rocher d'origine étrangère reposant sur un socle calcaire autochtone qui, par le bloc superposé, est abrité de la dissolution chimique et surgit donc du sol. La plupart de ces blocs furent apportés par des glaciers tardi-glaciaires et déposés sur le sol poli, ou ils proviennent de masses d'éboulis. Les lieux de répartition connus jusqu'à présent se trouvent dans les Alpes Orientales et dans les Alpes Suisses, au NO de l'Europe et aux hautes montagnes de la Nouvelle-Guinée. Ces champignons calcaires sont d'un grand intérêt pour la morphologie du karst et pour la géochronologie, car ils

permettent à constater assez exactement la mesure de l'érosion par la dissolution de la chaux dans une certaine période: La dissolution du sol calcaire atteint en moyenne 15—20 cm dans la durée de 10.000 ans environ depuis le retrait tardiglaciaire. La plupart des observations de champignons calcaires datent de la dernière dizaine d'années. Mais c'était déjà H. B. Saussure qui, le premier, les ait décrits vers la fin du XVIII^e siècle.