

- B. GÉZE: L'origine des eaux souterraines. Paris 1947.
 A. GRUND: Karsthydrographie.
 FR. KATZER: Karst und Karsthydrographie. Sarajewo 1906.
 K. KEILHACK: Lehrbuch der Grundwasser- und Quellkunde. Berlin 1935.
 W. KRIEG: Über einige Probleme der Verkarstung am östl. Dachsteinstock. Mitt. d. B. H. K. Wien 1953/2.
 O. LEHMANN: Die Hydrographie des Karstes.
 E. A. MARTEL et RABOZÉE: Les cavernes et les eaux souterraines. Brüssel 1910.
 E. A. MARTEL: Nouveaux traités des eaux souterraines. Paris 1921.
 E. A. MARTEL: Appel aux Maires. Le Matin 22. 2. 08, Paris.
 — Rapport. Brüssel 1903.
 — Deuxième Rapport sur les eaux souterraines. Paris 1930.
 E. SEEFELDNER: Karsthydrographische Beobachtungen am Unterberg, Mitt. über Höhlen- und Karstforschungen 1937.
 J. STINI: Sperrbauten und Speicherwerke im Kalkgebirge.
 Ungenannt: Ein Mahnruf an die Besucher des Schneeberg- und Raxgebietes. Ausflügler, Jahrgang 6, Heft 6, Wien.
 A. THURNER: Die Wasserversorgung in den nördlichen Kalkalpen. Gas, Wasser, Wärme Bd. VI/3, Wien 1952.

Über die vertikale Verteilung der nordalpinen Karsthöhlen

Von O. Schauberg (Hallstatt)

Die Frage, ob die Karsthöhlen der großen nordalpinen Kalkmassive in bestimmten „Niveaus“ angehäuft sind und diese mit alten Verebnungen oder Talsystemen in Verbindung gebracht werden können, wurde in letzter Zeit mehrfach erörtert, mit einer Ausnahme (W. KRIEG, 9), jedoch verneint (E. WILTHUM, 8 und K. WICHE, 3) oder im Sinne einer tektonischen Entstehungshypothese beantwortet (E. ARNBERGER, 12 und H. TRIMMEL, 13). Dabei wird ohne genügend klare Umschreibung teils von „Höhlenniveaus“, teils von „Höhlenstockwerken“ gesprochen, so daß es angezeigt erscheint, vorerst diese Begriffe so zu definieren und zu unterscheiden, wie sie in den folgenden Ausführungen verstanden sein wollen.

Jeder oberirdische und unterirdische Wasserlauf bewegt sich in einem bestimmten „Niveau“, das aber nicht eine waagrechte, sondern eine schräge Ebene darstellt, die dem mittleren Gesamtgefälle des Gerinnes entspricht. Dabei können innerhalb des Gesamtgefälles Steilstufen mit \pm horizontalen Strecken, in unterirdischen Wasserläufen auch mit Gegensteigungen wechseln. Somit ist jedem oberirdischen Talniveau ebenso wie jedem „Höhlenniveau“ ein bestimmtes Höhenintervall zugeordnet, dessen Größe vom jeweiligen Gefälle und von der Länge des Wasserlaufes abhängt, oder mit anderen Worten: Zu jedem Niveau gehört ein gewisser vertikaler Spielraum. Im Gegensatz zum oberirdischen Wasserlauf kann sich ein Höhlengewässer gleichzeitig in zwei oder mehreren Niveaus bewegen. Fast jeder aktive Karstwasserlauf besitzt ein Niederwasser- und ein Hochwasserniveau und nicht selten ist auch noch ein Mittelwasserniveau dazwischengeschaltet. Mit der allgemeinen Tieferlegung der Erosionsbasis rückt auch das Karstwassersystem allmählich tiefer. Das bisherige NW-Niveau übernimmt die Rolle des früheren MW-Niveaus, und dieses wird zum neuen HW-Niveau, während das bisherige HW-Niveau endgültig trockengelegt wird. Verläuft diese Entwicklung durch einige Zeit hindurch ziemlich ungestört, so entsteht ein Höhlenstockwerk, d. h. eine Übereinanderfolge von teils inaktiven, teils aktiven Niveaus, die mehrere hundert Höhenmeter umfassen kann. Dabei kann die Ausbildung der einzelnen Niveaus, ihr Gefälle, ihr gegenseitiger Abstand durch lokale Ver-

schiedenheiten der Gesteinszusammensetzung (z. B. Dolomitisierung) und der Lagerung starken Modifikationen unterworfen sein. Der Anschluß eines Karstwasserlaufes an das oberirdische Entwässerungsnetz wird ebenso wie in der Gegenwart auch in der Vergangenheit nicht immer unmittelbar und im gleichen Niveau erfolgt sein, sondern manchmal über eine Steilstufe, etwa in der Art der glazialen Hängetäler. Ebensowenig aber, wie es jemanden einfallen wird, den hydrographischen Zusammenhang eines solchen Hängetales mit dem über-tieften Haupttal zu leugnen, kann von den scheinbar in die Luft austreichenden Karstwasserniveaus behauptet werden, sie seien „völlig unabhängig von jeder Erosionsbasis“ (WICHE) gewesen oder, es handle sich um „selbständige, in sich geschlossene Karstgefäße ohne Beziehung zu einer Vorflut“ (WILTUM).

Früher oder später wird die Entwicklung eines Höhlenstockwerkes, das schließlich eine bedeutende Anzahl von Höhlenniveaus umfassen kann, durch eine tektonische Phase (Heraushebung in Begleitung von Brüchen) zunächst beendet.

Durch den totalen oder teilweisen Verlust des bisherigen Einzugsgebietes und durch die tektonische Unterbrechung der unterirdischen Wasserwege wird das alte Karstentwässerungssystem außer Funktion gesetzt. Erst mit dem Abklingen der tektonischen Bewegungen, die eine sprunghafte Tieferlegung der Karstwasserkirkulation bewirken, kommt es wieder zur Entwicklung von Höhlenniveaus, die nunmehr den neuen Schichtneigungen und Bruchlinien folgen. Dies kann eine völlige Änderung der unterirdischen Entwässerungsrichtung mit sich bringen. Auch wird dieses neue, tiefere Höhlenstockwerk nicht mehr die gleichen Raumgrößen aufweisen wie es das vorhergehende, weil durch die erhebliche Verkleinerung des Einzugsgebietes das unterirdische Erosionspotential eine entsprechende Verminderung erfahren hat.

Im fortgesetzten Wechsel der orogenetischen Phasen mit solchen flächenhafter Abtragung können in einem Kalkmassiv weitere Höhlenstockwerke (je-weils mehrere Niveaus umfassend) solange entstehen, bis der wasserunlösliche und damit wasserstauende Unterbau erreicht ist. Bis zu diesem untersten Niveau des tiefsten Höhlenstockwerkes erfolgt dann die gesamte Entwässerung des Kalkstockes im Wesentlichen nur noch vertikal, es sei denn, daß durch den Verschluß der basalen Austrittsöffnungen oder durch einen ungewöhnlich starken Wasserandrang ein Rückstau in höhere Niveaus oder gar Stockwerke verursacht wird, der zu einer — wenn auch zumeist (geologisch) nur kurzfristigen — Reaktivierung älterer Karstwasserrläufe führen kann.

Wasserhöhlen entstehen heute wie ehemals und überall, wo die klimatischen Bedingungen gegeben sind, nach dem gleichen Prinzip: Schichtfugen und Klüfte weisen abwechselnd dem Wasser den Weg des geringsten Widerstandes, sein Lösungsvermögen und die dynamische Energie seiner der Schwerkraft gehorchenden Bewegung schaffen den Raum. Zwischen den aktiven Wasserhöhlen der Gegenwart und den trockenliegenden Großhöhlen der Vergangenheit besteht kein grundsätzlicher Unterschied, außer jenem der Größenordnung, leicht erklärbar durch den Altersunterschied und die inzwischen eingetretene Reduzierung der Einzugsgebiete.

Trotz Raumverfall und sekundärer Umgestaltung bewahren unsere Großhöhlen, diese mächtigen Torsos ehemals viel größere Systeme, noch die untrüglichen Zeugen einer starken und langdauernden Durchflutung in ein und derselben Richtung (H. BOCK, 7 und F. BAUER, 11).

Die Frage ist nun, ob sich die Existenz solcher Höhlenstockwerke, wie sie soeben theoretisch abgeleitet wurden, durch eine entsprechende statistische Aufgliederung der bisher bekannten Höhlenvorkommen tatsächlich nachweisen läßt.

Im Jahre 1925 veröffentlichte M. HELL (1) erstmalig eine solche vertikale Aufteilung der damals bekannten Höhlen des Tennengebirges mit dem Ergebnis, daß von den 59 Höhlen rund 46% zwischen 1500—2000 m M. H. liegen, somit in diesem Höhenbereich eine deutliche Massierung der Höhlenvorkommen vorhanden ist. 1925 hat G. ABEL auf Grund eines bedeutend umfangreicheren Materials in einem (unveröffentlichten) Schaubild die Höhlen des Landes Salzburg nach ihrer Höhenlage geordnet. Daraus ist zu entnehmen, daß

im Untersberg 85% aller Höhlen zwischen 1300—1900 m M. H.,

im Tennengebirge 70% aller Höhlen zwischen 1500—2300 m M. H. und

im Hagengebirge 62% aller Höhlen zwischen 1500—2200 m M. H.

auftreten. Zwischen 800—1300 m M. H. befindet sich in allen drei Gebirgsgruppen ein ausgesprochen höhlenarmer Raum, in dem nur 5—7% aller Höhlen vorkommen. H. TRIMMEL (13) hält diese Aufstellung für nicht beweiskräftig, weil in ihr auch die als nicht niveaugebundene „Durchläufer“ anzusehenden Schachthöhlen enthalten sind. Tatsächlich wird dadurch die Höhlenhäufigkeit zwischen 1500 u. 2000 m übermäßig betont, weil die Schächte in diesem Höhenbereich ihre größte Verbreitung besitzen und z. B. im Tennengebirge unter 1300 m nicht mehr vorkommen. Da aber die Schächte an der Gesamtzahl der Höhlen nur mit einem Viertel bis einem Drittel beteiligt sind, wäre es ebenso unrichtig, die in den Aufstellungen von HELL und ABEL so deutlich zum Ausdruck kommende Massierung der Höhlen in einem bestimmten Höhenbereich nur der Einbeziehung der Schächte (und Halbhöhlen) zuzuschreiben.

Inzwischen haben die Fortschritte der Höhlenforschung in den letzten zwei Jahrzehnten und die Ausarbeitung neuer Höhlenverzeichnisse nach einheitlichen Gesichtspunkten (O. SCHAUBERGER — H. TRIMMEL, 13) wesentlich verbesserte Unterlagen für eine neuerliche statistische Untersuchung der vertikalen Verbreitung unserer Höhlen geliefert. Ich bediene mich im folgenden der erst kürzlich fertiggestellten Höhlenverzeichnisse des Toten Gebirges, des Dachstein und des Tennengebirges* und gebe zunächst einen Überblick der in diesen drei Kalkmassiven bis Ende 1955 bekanntgewordenen Höhlen:

Tabelle 1

Anzahl der Höhlen (mit Ende 1955)

Gebirgsgruppe	verkarst. Fläche (km ²)	aktive Wasserh.	Trocken-Höhlen	perman. Eishöhl.	Schachthöhlen***	Halb- u. Spalth.	Summen
Totes Gebirge**	345	26	78	12	55	16	187
Dachstein	360	19	88	7	55	31	200
Tennengebirge	117	14	67	23	34	10	148

* Für die freundliche Überlassung des Höhlenverzeichnisses sei Herrn G. ABEL bestens gedankt!

** Ohne südl. Vorberge, jedoch einschl. Hohe Schrott.

*** Die Zahl der Schächte ist — abgesehen von den bisher nicht erfaßten Objekten — tatsächlich größer, da in den Höhlenverzeichnissen öfters mehrere Schächte unter einer Nummer als Schachtgruppe zusammengefaßt wurden, z. B. Nr. 1625/20 : Schachtgruppe am Traglhals.

Bezüglich der horizontalen Verbreitung der Höhlen sei bemerkt, daß im Toten Gebirge eine deutliche Anhäufung derselben im westlichen und südwestlichen Teil, im Dachstein an der Nordseite und im Tennengebirge an der Südseite festzustellen ist. Sie steht also im Toten Gebirge und im Dachstein in Übereinstimmung, im Tennengebirge jedoch in Widerspruch zur heutigen unterirdischen Entwässerungsrichtung.

Für die Ermittlung der vertikalen Verbreitung der Höhlen sind in Anbetracht ihrer Verknüpfung mit hydrographisch-morphologischen Problemen nur die ehemaligen und rezenten Karstwasserhöhlen heranzuziehen, also Höhlen mit einer \pm horizontalen Entwicklung innerhalb eines Höhenintervalls, das auf jeden Fall kleiner ist als die ebensöhlige Länge der Höhle. Die nicht niveaugebundenen Schachthöhlen scheidet ebenso aus wie alle Höhlen, die nicht durch Karstwasserzirkulation entstanden sind, also z. B. Uferhöhlen, Ausbruchhöhlen, Bergspalten u. dgl.

Für die graphische Darstellung der vertikalen Verteilung (Tafel 1) waren somit nach Tabelle 1 aus dem Toten Gebirge 116, aus dem Dachstein 114 und aus dem Tennengebirge 106 Höhlen verwendbar.

Die Einstufung wurde von 50 zu 50 m vorgenommen. Niveaudifferenzen innerhalb eines Höhlensystems oder zwischen Höhleneingängen, die unter 50 m betragen, kommen also in dieser Höhenskala nicht zur Geltung. Bei jenen Mittel- und Großhöhlen aber, die zwischen Höhleneingang und Höhlenhauptideau eine Höhendifferenz von mehr als 50 m aufweisen oder deren Hauptgang nicht in das gleiche Intervall zu liegen kommt wie der Höhleneingang, wurde, einer Forderung E. ARNBERGS Rechnung tragend, an Stelle der Höhe des Höhleneingangs ein mittleres Gangniveau eingesetzt. Jene Höhlensysteme, in denen mehrere Gangniveaus in Abständen von ≥ 50 m entwickelt sind (z. B. Mamuthöhle, Eisriesenwelt, Schwarzmooskogel-Eishöhle) sind ebenso oft in der Höhenskala vertreten.

Das mithin unter möglicher Ausschaltung aller Fehlerquellen gezeichnete Graphikon der „Vertikalen Verbreitung alpiner Karsthöhlen (Tafel 1) ergibt für das Tote Gebirge und den Dachstein etwa sechs (I—VI), für das Tennengebirge sogar acht Höhlenstockwerke (die durch Unterteilung der beiden tiefsten Stockwerke ebenfalls auf sechs zurückgeführt wurden).

Während im Tennengebirge die einzelnen Stockwerke durch höhlenfreie Höhenintervalle völlig voneinander getrennt sind, ist dies im Toten Gebirge nur teilweise der Fall. Im Dachstein gehen die Höhlenstockwerke ohne Unterbrechung ineinander über. Die Höhlenstockwerke der drei benachbarten Kalkmassive korrespondieren offensichtlich, erscheinen jedoch in der Höhenlage z. T. gegeneinander verschoben. Speziell die Höhlenstockwerke des Tennengebirges sind gegenüber jenen des Dachstein und Toten Gebirges um durchschnittlich 100 m höher geschaltet.

Auf den ersten Blick tritt im Schaubild das Höhlenstockwerk II absolut dominierend hervor. Es vereinigt in jeder der drei Gebirgsgruppen rund 70% aller Karsthöhlen auf sich. Man könnte sich dieses Höhlen-Hauptstockwerk als durch die Verschmelzung mehrerer, von den Häufigkeitsspitzen gebildeten Stockwerken entstanden denken. Es erstreckt sich (wenn man auch im Toten Gebirge und im Dachstein ein selbständiges Stockwerk I annimmt)

im Toten Gebirge	über 450 m Höhe (1900—1450 m M. H.) und
im Dachstein	über 550 m Höhe (1950—1400 m M. H.) und
im Tennengebirge	über 750 m Höhe (2250—1500 m M. H.).

Das Höhlenstockwerk II zeigt in allen drei Gebirgsgruppen je drei mehr oder minder markant ausgebildete Häufigkeitsspitzen, deren mittlere im Dachstein und im Toten Gebirge im gleichen Höhenbereich (1600—1700 m) auftritt. Die Anzahl der auf ein Höhenintervall (50 m) entfallenden Höhlen, die vertikale Höhlendichte, erreicht im Toten Gebirge zwischen 1600 und 1650 m einen Höchstwert, bleibt dagegen im Tennengebirge unter 10 zugunsten eines um 300 m höher hinaufreichenden Hauptstockwerkes.

Das Übergewicht des Höhlenstockwerkes II würde durch die Einbeziehung der in den Höhlenverzeichnissen nicht geführten Höhlenruinen (Denudationsreste ehemaliger Horizontalhöhlen) zweifellos noch mehr in Erscheinung treten, denn gerade im Bereich des Stockwerkes II sind Höhlenruinen häufig, so z. B. im westlichen Toten Gebirge zwischen 1600 und 1700 m, „Am Stein“ (Dachstein) zwischen 1800 und 1900 m. Die Beobachtung von Höhlenruinen in großen Höhen am Hochkönig durch GOLDBERGER (4) läßt übrigens auf ein ehemaliges Höhlenstockwerk schließen, das noch über dem Stockwerk I gelegen war.

Unter dem Höhlenstockwerk II sinkt die vertikale Höhlendichte auffallend rasch ab und zugleich erfolgt eine Aufsplitterung in mehrere, relativ geringmächtige Höhlenstockwerke. Es entfallen auf die Stockwerke III—VI durchschnittlich nur je 6% der vorhandenen Karsthöhlen. Noch im Höhlenstockwerk IV (ab 1150 m) gibt es im Toten Gebirge und im Dachstein aktive Wasserhöhlen, im Tennengebirge dagegen erst im Stockwerk V (ab 1000 m).

Das tiefste und zugleich jüngste Höhlenstockwerk VI ist besonders im Toten Gebirge stärker entwickelt als die vorhergehenden, es reicht auch im Dachstein (Nordseite) bis auf mindestens 450 m M. H. herunter, nämlich bis auf die Sohle des verschütteten Glazialtroges, von der die Karstquellen als „Köhbrunnen“ teils im See, teils durch die Schotterausfüllung wieder aufsteigen.

Die Stockwerk-Gliederung der nordalpinen Karsthöhlen ist somit als erwiesen anzusehen. Denn es kann nicht zweifelhaft sein, daß die statistische Untersuchung in den übrigen Kalkmassiven zu analogen Ergebnissen führen wird.

Der Einwand TRIMMLES (13), daß die scheinbare Massierung von Horizontalhöhlen in gewissen Höhenlagen auch durch den ungleichmäßigen Forschungsstand mitbedingt sei, gilt zumindest nicht für das Tennengebirge, da die Höhlenbestandesaufnahme in dieser Gebirgsgruppe i. W. als abgeschlossen anzusehen ist. Aber auch im Dachstein und im Toten Gebirge werden die künftigen Forschungen kaum noch größere Verschiebungen mit sich bringen, zumal es sich bei den noch nicht registrierten Höhlen zum Großteil um Schachthöhen handelt, die für die vertikale Verteilung der Höhlen ohnehin außer Betracht bleiben.

Einige Autoren (8, 12, 13) wollen die Entwicklung von Höhlenstockwerken durch ein etagenweise optimales Zusammentreffen von petrographischen und tektonischen Faktoren, denen überhaupt eine dominierende Bedeutung für die Speläogenese beizumessen sei, erklären.

Dazu ist zu sagen, daß gerade der Dachsteinkalk trotz seiner großen Mächtigkeit (1000—1500 m) durchwegs eine sehr gleichartige Gesteinsausbildung und regelmäßige Bankung aufweist. Ebenso sind schichtparallele Gleitflächen in allen Höhenlagen zu beobachten und das Kluffnetz der sich kreuzenden NO- und NW-Störungen durchsetzt den Schichtstoß von oben bis unten.

Die in allen drei Kalkmassiven vom Höhlen-Hauptstockwerk eingenommene Region oberhalb 1400/1500 m läßt im allgemeinen keine petrographischen oder tektonischen Unterschiede gegenüber den tieferen Lagen erkennen. Trotzdem ist die mittlere vertikale Höhlendichte des Hauptstockwerkes 4—5mal so groß als in den Höhlenstockwerken unter 1450 m. Überdies erfolgt der starke Rückgang der Höhlenhäufigkeit zwischen 1500—1400 ganz unvermittelt, ohne daß eine petrographische oder tektonische Grenzfläche zu beobachten wäre.

Obzwar also die petrographischen und tektonischen Faktoren auf die Entwicklung einzelner Höhlenniveaus fördernd oder hemmend einwirken können, vermögen sie den Gesamtablauf eines karsthydrographischen Zyklus', wie er in einem Höhlenstockwerk zum Ausdruck kommt, nicht zu bestimmen — sofern natürlich die petrographischen Grundvoraussetzung in Form eines verkarstungsfähigen Gesteines gegeben ist.

Als Hauptfaktor für die Entwicklung eines Höhlenstockwerkes ist vielmehr die Wassermenge anzusehen, welche während eines gewissen geologischen Zeitabschnittes für die unterirdische Erosionsarbeit zur Verfügung steht. Daß die während der Ausbildung des Höhlenstockwerkes II wirksam gewesene Wassermenge ein Vielfaches der späteren und heutigen Karstwasserschüttung betragen haben muß, läßt sich schon aus dem Größenverhältnis des Stockwerkes II zu den jüngeren Höhlenstockwerken, dann aber auch aus den an Eforationsprofilen unserer Großhöhlen angestellten Berechnungen der vermutlichen Durchflußmenge erschließen.

Einen gewissen Anhaltspunkt mag auch die Feststellung bieten, daß die mittlere vertikale Höhlendichte des Höhlen-Hauptstockwerkes rund das 3fache jener des rezenten Höhlenstockwerkes beträgt, wobei allerdings zu beachten ist, daß an der Entwicklung des Höhlenstockwerkes VI die inter- und postglazialen Schmelzwässer hauptbeteiligt waren.

Eine so bedeutende Wassermenge setzt ein entsprechend großes Einzugsgebiet voraus, das solange zur Verfügung stand, als die heute zwischen 1500 und 2500 m M. H. liegende Höhenregion unserer Kalkstöcke noch eine geschlossene geologische Einheit und ein aktives Element im jungtertiären Entwässerungssystem bildete.

Der ziemlich unvermittelte Abschluß des Höhlen-Hauptstockwerkes nach unten läßt auf eine relativ jähe und weitgehende Abschaltung des großen Einzugsgebietes schließen; der hiedurch eintretende Wasserverlust mußte eine dementsprechende Abschwächung des unterirdischen Verkarstungsprozesses zur Folge haben.

Der Verlust des Einzugsgebietes erfolgte offenbar durch die Unterbrechung der hydrographischen Verbindungen zwischen den Zentralalpen, bezw. der Grauwackenzone und den nördlichen Kalkalpen; weitere Verluste ergaben sich aus der Zerlegung der Kalkzone in einzelne Stöcke.

Die jüngeren Höhlenstockwerke blieben in ihrer Entwicklung auf die Niederschlagsmengen angewiesen, welche die isolierten Kalkhochflächen für sich empfangen. Ihr Volumen reicht daher bei weitem nicht an das des Höhlen-Hauptstockwerkes heran. Nur das Höhlenstockwerk VI gelangte zufolge des humiden Klimas der Eiszeit zu etwas stärkerer Entwicklung.

Die Frage liegt nun nahe, ob und wieweit sich die im Toten Gebirge, im Dachstein und im Tennengebirge nachgewiesenen Höhlenstockwerke in das System der alten Verebnungen und Talstufen einfügen.

Da aber die Morphologen dieses System noch nicht einheitlich gliedern, wurden in dem folgenden Graphikon (Tafel 2) die Annahmen der wichtigsten Autoren für den Bereich der oberösterreichisch-salzburgischen Kalkalpen gegenübergestellt und durch eine Zeittafel ergänzt, deren Einstellung auf die morphologische Entwicklung etwa der Auffassung WINKLER-HERMADENS entspricht.

Die Gegenüberstellung zeigt zunächst eine dem Hochkönigniveau (HN) SEEFELDNER in den Salzburger Kalkalpen analoge Einstufung des HN am Dachstein durch KRIEG.

Dem Tennen-Niveau (TN) in Salzburg entspricht am Dachstein nach KRIEG das TN I, nach WILTHUM die „Ältere Plateaulandschaft“ (P_1).

Etwas niedriger als das Gotzen-Niveau (GN) wird als nächsttieferes Flächensystem am Dachstein von KRIEG ein TN II, von WILTHUM die „Jüngere Plateaulandschaft“ (P_2) angenommen.

Gute Übereinstimmung besteht in der Horizontierung des ältesten Talsystems (t_I , T_1 , N I) um 1550 m, nur KRIEG glaubt im (östlichen) Dachstein hier noch das GN nachweisen zu können.

Die gleiche Übereinstimmung herrscht bezüglich des nächsttieferen Talsystems (t_{II} , T_2 , N II), über Anzahl und Höhenlage der folgenden Talniveaus gehen jedoch die Angaben auseinander. Dabei nehmen die Flächen- und Talniveaus in Salzburg (nach SEEFELDNER) im ganzen eine jeweils um 50—100 m höhere Position ein als im Salzkammergut.

Erst hinsichtlich der Höhenlage des präglazialen Talsystems (t_{IV} , 3, T_3 , N IV) ist die Auffassung wieder ziemlich einheitlich.

Das höchstgelegene Höhlenstockwerk I befindet sich noch im Bereich des HN und mag den Denudationsrest eines ursprünglich mächtigeren Stockwerkes darstellen.

Das Höhlenhauptstockwerk setzt im Dachstein und im Tennengebirge bereits zwischen HN und TN, im Toten Gebirge erst im TN ein und endet einheitlich zwischen dem ersten und zweiten Hochtalsystem. Die unterirdische Verkarstung war also schon unter der Älteren Plateaulandschaft (TN) im vollen Gang, sie eilte der oberirdischen Verkarstung, die erst nach der völligen Abtragung der Juraüberdeckung, nach der Ausbildung von P_2 einsetzen konnte, erheblich voraus (SCHAUBERGER, 10). Wenn WILTHUM (8) argumentiert, daß die in der Zone der Plateaulandschaften vorkommenden Höhlen nicht mit Talsystemen in Verbindung gebracht werden können, weil es auf den Plateaulandschaften keine Terrassensysteme gibt, so deckt sich das durchaus mit unserer Vorstellung, daß die aus den Zentralalpen kommenden Wasserläufe die Kalkzone zur Gänze unterirdisch durchquerten, daher auf der Hochfläche keine Taleinschnitte erzeugen konnten. Wohl aber dürften die meisten der im Bereich des GN noch erhaltenen Karsthochtäler (z. B. Lahnfriedtal am Dachstein) auf Suberosion zurückzuführen sein, d. h. auf Unterlaugung mit fortgesetztem Nachbrechen der hangenden Schichtplatten — ein Prozeß, wie er im jungen nord-norwegischen Karst jetzt noch zu beobachten ist (SCHAUBERGER, 5). So wurden die alten, nach GANSS (2) bereits jurassisch angelegten Landoberflächen sozusagen von innen her abgetragen und reliefiert.

Mit dem Einsetzen der Zertalung des Kalkgebirges nach tektonisch vorgezeichneten Linien endet bezeichnenderweise auch die „Blütezeit“ der Höhlenbildung, denn die nun relativ rasch aufeinanderfolgenden Hebungen zwingen die inzwischen stark reduzierten Karstwässer zu verstärkter Tiefenerosion, um den Anschluß an das nächsttiefere Vorflutniveau nicht zu verlieren. Tat-

sächlich zeigen die mehr oder minder-deutlich ausgebildeten Höhlenstockwerke III—VI eine gute, im Tennengebirge sogar völlige Übereinstimmung mit den jüngeren Talsystemen.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß in den drei höhlenreichsten Kalkmassiven der Nordalpen eine Stockwerkgliederung der Horizontalhöhlen statistisch exakt nachweisbar ist. Mögen auch einzelne Höhlenniveaus an stärker gestörte oder leichter lösliche Gesteinshorizonte geknüpft sein, ihre Gesamtheit, die Höhlenstockwerke sind das Ergebnis ebensovieler karsthydrographischer Zyklen, die den Wechsel epirogenetischer mit orogenetischen Phasen in der Entwicklungsgeschichte unserer Kalkalpen seit dem Jungtertiär widerspiegeln.

Literatur-Nachweis

- 1) M. HELL, Zusammenhang zwischen alten Landoberflächen und Höhlenbildung im salzburgischen Tennengebirge. (Mitt. für Höhlen- u. Karstforschung 1926, Heft 1 S. 17—22).
- 2) O. GANSS, Tektonik und alte Landoberflächen in der Dachsteingruppe (Jb. der Zweigstelle Wien d. RA f. Bodenforschung 89 Bd. (1939) S. 357—376).
- 3) K. WICHE, Neue Ergebnisse über die Formung kalkalpiner Höhlen und über die Beziehungen zwischen Höhlenkunde und Hochgebirgsmorphologie (Prot. d. 5. ordentl. Vollvers. Höhlenkommission 1950, S. 21 ff.).
- 4) J. GOLDBERGER, Reste abtragener Höhlen auf dem Hochkönig (Zeitschr. „die Höhle“, II. Jahrg. (1951), Heft 1).
- 5) O. SCHAUBERGER, Höhlen in Norwegen und ihre Bedeutung für die Morphologie der norwegischen Landschaft. (Prot. d. 6. ordentl. Vollvers. d. Höhlenkomm. 1951, S. 98—104.)
- 6) O. SCHAUBERGER u. H. TRIMMEL, Das österreichische Höhlenverzeichnis (Zeitschr. „die Höhle“, III. Jahrg. (1952), H. 3/4).
- 7) H. BOCK, Spuren ehemaliger Höhlenflüsse (Mitt. Höhlenkomm. 1952, S. 41).
- 8) E. WILTHUM, Die Stellung der Dachsteinhöhlen in der Morphotektonik ihrer Umgebung (Mitt. Höhlenkomm. 1953, H. 1, S. 80).
- 9) W. KRIEG, Höhlen und Niveaus (Zeitschr. „die Höhle“, 5. Jahrg. [1954], H. 1).
- 10) O. SCHAUBERGER, Hochkarst u. Höhlenbildung im Dachstein in: Erläuterungen zur geologischen Karte der Dachsteingruppe, (Wissenschaftl. AV-Hefte, Nr. 15 [1954], S. 65—67).
- 11) F. BAUER, Zur Paläohydrographie des Dachsteinstockes. (Zeitschr. „die Höhle“, 5. Jahrg. [1954], H. 3/4).
- 12) E. ARNBERGER, Höhlen und Niveaus (Zeitschr. „die Höhle“, 6. Jahrg. [1955], H. 1).
- 13) H. TRIMMEL, Höhlen und Niveaus (Zeitschr. „die Höhle“, 6. Jahrg. [1955], H. 1).
- 14) W. KRIEG, Zu „Höhlen und Niveaus“ (Zeitschr. „die Höhle“, 6. Jahrg. [1955], H. 4).

Zeichenerklärung zu Tafel 2:

I—IV = Höhlenstockwerke.

Vertikale Höhlendichte (= Anzahl der Karsthöhlen je 50 m Höhenintervall).
Legende auf der Tafel.

t_I — t_{IV} = Talsysteme nach MACHATSCHKEK.

Hn, T I, T II, GN = Alte Landoberflächen } am Dachstein nach W. KRIEG.
1—3 = Hochtalsystem

P 1, P 2 = ältere und jüngere Plateaulandschaft } am Dachstein nach
T 1—T 3 = Hochtalsysteme } E. WILTHUM.

HN, TN, GN = Alte Landoberflächen } in den Salzburger Kalkalpen
NI—N IV = Hochtalsysteme } nach E. SEEFELDNER.

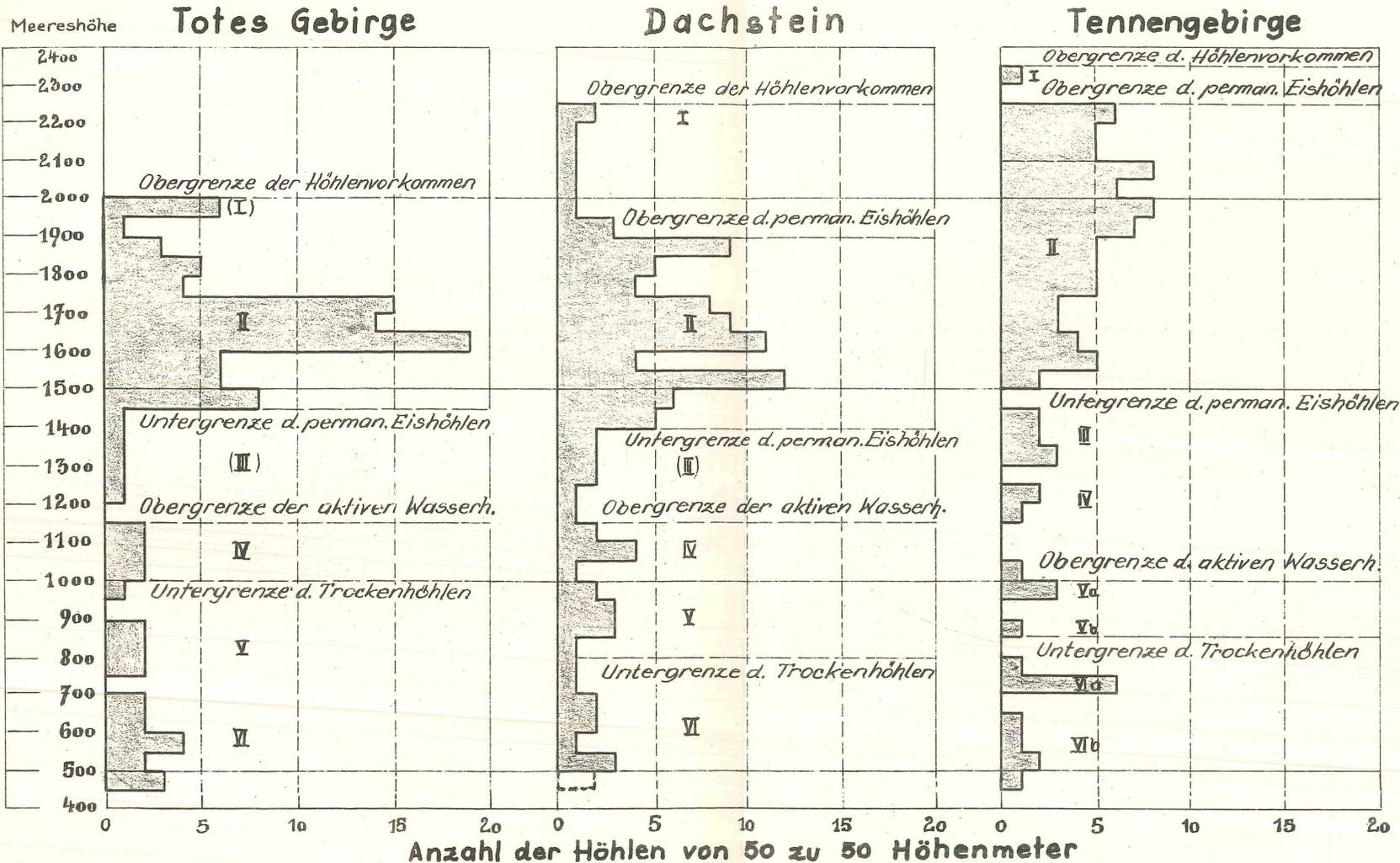
Beispiele für Höhlensysteme (mit einem oder mehreren Niveaus):

Im Toten Gebirge: Sa = Salzofenhöhle, FE = Feuertaleishöhle,
L = Loserloch, Sch = Schwarzmooskogleishöhle,
E = Elmhöhle, Li = Liagern bei Altaussee.

Im Dachstein: Sü = Südwandhöhle, P = Petrefaktenhöhle,
DE = Dachsteineishöhle, M = Mammuthöhle,
H = Hirlatzhöhle, OB = Obere Brandgraben-
K = Koppenbrüllerhöhle. [höhle,

Im Tennengebirge: EW = Eisriesenwelt.

Tafel 1: Vertikale Verbreitung der nordalpinen Karsthöhlen.



Druckfehlerberichtigung :

Seite 2, Zeile 41, statt 1212 richtig 1279

~~Seite 14, Zeile 16, statt Problemenkreis richtig Problemkreis~~

Seite 25, Zeile 33, statt TRIMMLS richtig TRIMMELS

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Höhlenkommission beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft](#)

Jahr/Year: 1955

Band/Volume: [9_1_1955](#)

Autor(en)/Author(s): Schauberger Othmar

Artikel/Article: [Über die vertikale Verteilung der nordalpinen Karsthöhlen 21-28](#)