

- TOWE, K. M. (1963): Paleogeographic Significance of Quartz Clasticity Measurements. — J. Geol., 71, 6, 790—793, 2 Abb., Chicago.
- VALENTINE, J. W. & PEDDICORD, R. G. (1967): Evaluation of Fossil Assemblages by Cluster Analysis. — J. Paleont., 42, 2, 502—507, 3 Abb., Menasha.
- VINOGRADOV, A. P. (1957): Variation in the chemical composition of carbonate rocks of Russian Platform. — Geochim. Cosmochim. Acta, 12, 273—276, London.
- WOLF, K. H. (1965): Gradational Sedimentary Products of Calcareous Algae. — Sedimentology, 5, 1—37, 25 Abb., 4 Tab., Amsterdam.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Erik Flügel, Geol.-Paläont. Institut, Technische Hochschule, Roßdörfer Straße 140, D-61 Darmstadt, Bundesrepublik Deutschland.

Geomorphologisch-hydrogeologische und speläologische Untersuchungen im Gebiet der Rattendorfer Alpe (Karnische Alpen, Österreich)

Von Wolfgang HOMANN, Darmstadt

Mit 2 Abbildungen und 3 Tabellen

Zusammenfassung:

In einer geomorphologischen Analyse des Untersuchungsgebietes werden die glazialen und postglazialen Oberflächenbildungen diskutiert. Untersuchungen in der Karstenklave des Schulter-Hüttenkofel-Gebietes ergeben ein hoch- bis periglaziales Alter für den Hauptvorgang der Verkarstung.

Durch hydrogeologische Messungen werden Entwässerungsverhältnisse, Schüttungsmengen und Abflußpenden der untersuchten Gewässer für den Zeitraum der zweiten Septemberhälfte 1967 ermittelt.

Die Beschaffenheit der Gewässer wird mittels chemischer und physikalischer Methoden untersucht.

Anlage und tektonische Zusammenhänge des Hüttenkofel-Höhle systems werden eingehend beschrieben; von den begehbaren Höhlenabschnitten wurden Grund-, Längs- und Profilrisse aufgenommen.

Einleitung:

Im Rahmen einer Diplomarbeit unter Leitung von Prof. Dr. Erik FLÜGEL (Geol.-Paläont. Institut TH Darmstadt) wurden die Gebiete der Treßdorfer Höhe und der Rattendorfer Alpe geologisch kartiert.

Die karstmorphologischen Untersuchungen beschränken sich auf die Umgebung der Rattendorfer Alpe.

Hydrogeologische Untersuchungen wurden im Gebiet der Rattendorfer Alm — in den Quellregionen des Dober-, Hütten-, Zankl- und Kessel-Baches — sowie an einzelnen Quellen im Naßfeld-Gebiet (Treffendorfer Höhe, Auernig) durchgeführt.

Die Beobachtungszeit liegt in einer niederschlagsarmen Periode in der zweiten Septemberhälfte 1967. Die Ergebnisse können daher nicht für Aussagen über längere Zeiträume verwendet werden.

I Geomorphologie

1.) Orographische Übersicht der Rattendorfer Alpe.

Das Gebiet der Rattendorfer Alpe besteht aus zwei tief eingesenkten Karen, dem nördlichen „Kessel-Kar“ und dem südlichen Kar der „Rattendorfer Alm“. Beide Kare sind nach E hin geöffnet. Das Kessel-Kar wird durch den Hochwipfel (2185 m), den Schulterkofel (2091 m), Höhe 1997, Obere Ringmauer (2017 m), Höhe 1787 und den Hüttenkofel (1808 m) begrenzt.

Die Grenzen der Rattendorfer Alm bilden die Höhe 1787, Obere Ringmauer (2017 m), Grenzkamm mit Rattendorfer Sattel (1783 m) und der Zottach-Kogel (2032 m).

Die begrenzenden Höhen sind gleichzeitig die oberirdische Wasserscheide beider Kargebiete. Verbindungen zwischen beiden Karen durch unterirdische Entwässerung wurden bisher nicht nachgewiesen.

Das Kessel-Kar wird durch den Gschwand-Graben entwässert, die Rattendorfer Alm durch Hütten- und Zankl-Bach. Alle drei Bäche vereinigen sich nördlich der Rattendorfer Alm am Punkt 1382 zum Dober-Bach.

2.) Geomorphologische Analyse

a) Glaziale Bildungen

Die Vergletscherungsverhältnisse in den Karnischen Alpen sind bei R. SRBIK (1936) dargestellt. KAHLER & PREY (1963:64) weisen auf die unsicheren Erkennungs- und Datierungsmöglichkeiten des präglazialen Reliefs hin.

Echte Glazialbildungen — kleine Lokalgletscher als Zubringer des Gailgletschers, die ihre Spuren in Form von End- und Seitenmoränen, rundgeschliffenen Bergen und ausgeschürften Wannen zurückgelassen haben (KAHLER & PREY 1963) — sind nur aus der Würmvereisung gesichert.

Im Bereich des Kessel-Kars ist kaum glazialer Schutt vorhanden. Der „Kessel“ wird u. a. als eine vom Eis ausgeschürfte Wanne gedeutet. Im Kessel-Bach stehen die unterlagernden Grenzlandbänke (Unterperm) — möglicherweise auch noch oberkarbonische Auernigsschichten — an, so daß hier keine größeren glazialen Schuttmächtigkeiten angehäuft sein können.

Aus dem Trogkofel-Kar und der Einmuldung 1871 (westlich des Zottach-Kogels) zogen zwei kleine Lokalgletscher bis in das Gebiet der Rattendorfer Alpe herab, deren Seitenmoränen — als flache Schuttwälle — bis in das Untersuchungsgebiet hineinreichen.

b) Spät- und postglaziale Bildungen

Zu den spät- und postglazialen Bildungen gehören Ablagerungen in Gräben und Bachbetten, Schuttbildungen, Hangrutsche, Felsstürze und Bergzerreißen.

Die mächtigen Schuttbildungen der Auernig- und Rattendorfer Schichten (Oberkarbon und Unterperm) an der Ringmauer und am Schulterkofel sind postglaziale bis rezente Ablagerungen, da ihnen jegliche Moränenüberdeckung fehlt.

Ebenfalls sehr jungen Alters sind die Hangrutsche und Großhanggleitungen im W und N der Treßdorfer Höhe, ferner östlich unterhalb der Reppwand, sowie an der Höhe 1885 (im SE des Garnitzen-Berges).

Eine lokale postglaziale Bildung ist ein kleines, bis zu 1 m mächtiges Torflager im „Kessel“, dessen Bildung noch anhält.

c) Karstmorphologie

Die Unteren Pseudoschwagerinenkalke neigen zu starker Verkarstung. Im Gebiet Schulterkofel — Kessel — Hüttenkofel entstand eine in sich abgeschlossene Karstenklave, in der vielgestaltige Formen von Verkarstungserscheinungen — Karren, Dolinen, Poljen, Ponore, Höhlen, Karstquellen — beobachtet wurden.

Auf dieses Karstphänomen wiesen bereits FELSER & KAHLER (1963) hin.

An der frei zutage liegenden Gesteinsoberfläche im Kessel-Kar sowie auf den Verebnungsflächen des Hüttenkofels treten vielgestaltige und wild zerrissene **Karrenfelder** auf. Die tiefen Kleinschluchten sind stellenweise nur schwer begehbar. Nach der Systematik A. BÖGLI 1960 und R. G. SPÖCKER (1963) können Rinnenkarren, Rillkarren, Rundkarren, Kluffkarren und Schichtfugenkarren beobachtet werden. **Dolinen** — Auslaugungs- und Einsturztrichter — treten auf dem südlichen Gipfelplateau des Hüttenkofels häufig auf, ferner östlich und nordöstlich der alten Kriegsstraße zwischen Ringmauer und Hüttenkofel. Die Durchmesser der Dolinen betragen 2—5 m, selten

einmal über 10 m, ihre Tiefen 2–6 m. Im Gebiet des Hüttenkofels reihen sich die Dolinen stellenweise in WSW–ENE-verlaufende Kluft- und Störungszonen (ac-Zerrklüfte) ein.

Die Gesamtzahl der Dolinen im weiteren Gebiet des Hüttenkofels beträgt 40–45.

Auf der Störungszone zwischen Oberer- und Unterer Ringmauer (bc-Abrißfläche) sitzen ebenfalls mehrere kleine Dolinen auf. Der „Kessel“ wird von FELSER & KAHLER (1963:88) auch als eine große Doline gedeutet.

Entstehungsgeschichte und Ausmaße des Kessels rechtfertigen jedoch auch eine Einreihung in die Klassifikation der Karst-Großformen — als Polje :

Der Kessel besitzt eine Längserstreckung von mehr als 250 m sowie stellenweise eine Breite bis zu 100 m. Eine Entstehung als Einsturz- oder Auslaugungstrichter — wie sie für echte Dolinen gefordert wird — kann nicht vorliegen, da der anstehende Untergrund aus der nicht verkarstungsfähigen Sandstein-Schieferfolge der Grenzlandbänke besteht, die hier mindestens 40 m mächtig ist (HOMANN 1968). Die Entwässerung des Kessels erfolgt durch einen oberirdischen Bach, der am E-Ende des Kessels durch ein Ponor (Schwundloch oder Wasserschlinger) in eine unterirdische Entwässerung übergeht.

Damit entspricht die Anlage des Kessels den Bedingungen, die R. G. SPÖCKER (1962 : 141) für eine Polje fordert.

Außer dem Ponor am E-Ende des Kessels kommen kleinere in der Nähe des Punktes 1861 (östlich der Ringmauer) vor.

3.) Zeitliche Fragen zur Verkarstung

Im Karstgebiet Schulter-Hüttenkofel reicht der Verkarstungsvorgang bis in die Gegenwart.

Für die Festlegung einer unteren Altersgrenze sind drei Beobachtungen wesentlich:

- a) Alle oberirdischen Karsterscheinungen sind ausschließlich auf die gegenwärtigen Talböden, Hänge oder Verebnungsflächen beschränkt, somit auf Oberflächenformen, die weitgehend dem Relief entsprechen, das die Glazialzeit hinterließ.
- b) Ein Teil der Karstformen (Dolinen, einzelne Höhlenabschnitte) wird heute nicht mehr von aktiven Wassergerinnen durchflossen.
- c) Eine postglaziale, fluviatile Tätigkeit, die alle Erscheinungsformen des Karstes in ein Gewässernetz einbezogen hätte, gab es im Untersuchungsgebiet nicht.

Damit muß die Verkarstung — nicht unbedingt deren Beginn — hauptsächlich in einer Zeit erfolgt sein, in der das heutige Relief schon weitgehend bestand und in der gleichzeitig genügend Wassermassen

zur Verfügung standen, um alle vorhandenen Karstformen in ein zusammenhängendes Gewässernetz einzubeziehen. Für den Hauptvorgang der Verkarstung ergibt sich daraus der Zeitraum zwischen Hoch- und Periglazial. Erst im Postglazial erfolgte eine Tieferlegung der Abflußwege im System der Hüttenkofel-Höhle, so daß heute Teile der Höhle trocken liegen und begehbar sind.

II Hydrogeologie

4.) Hydrogeologische Befunde im Untersuchungsgebiet

Die oberirdische Wasserscheide des Einzugsgebietes der Rattendorfer Alpe bilden Hochwipfel, Schulterkofel, Ringmauer, Grenzkamm und Zottach-Kopf. Das gesamte Niederschlagsgebiet (bis zur Linie Zottach-Kopf — Rattendorfer Alm — Höhe 1382) hat eine planimetrisch ermittelte Fläche von 4,75 km², wobei folgende Flächenanteile auf die einzelnen Bäche (als Vorfluter) entfallen:

Gschwand-Graben (Oberer Abschnitt des Dober-Baches)	1,53 km ²
Kessel-Bach	0,62 km ²
Hütten-Bach (insgesamt)	0,75 km ²
(Hütten-Bach bis zur Kriegskapelle)	0,21 km ²
Zankl-Bach	1,85 km ²
Zum Vergleich:	
Dober-Bach insgesamt	17,90 km ²

Die Quellgebiete der Bachläufe liegen in Höhen zwischen 1700 und 2000 m. Oberhalb 1650 m ist das Niederschlagsgebiet gänzlich waldfrei, jedoch stellenweise mit Latschen bestanden. Unterhalb 1600 m setzt die geschlossene Bewaldung (Nadelwald) ein. Niederschlagsmessungen des untersuchten Gebietes liegen nur vom Naßfeld vor. Während einer 10jährigen Beobachtungszeit (1931—1940, vgl. KAHLER & PREY 1963) lag das Jahresmittel bei 2803 mm Niederschlag. Im Jahre 1960 wurde als Extremwert ein Jahresmittel von 3222 mm verzeichnet. Im 900 m tiefer liegenden Gailtal betrug der durchschnittliche Jahresniederschlag für den Zeitraum von 1901—1950 1719 mm (E. REMY 1961: 20).

Für das Gebiet der Rattendorfer Alpe dürfen ähnliche Niederschlagsverhältnisse angenommen werden, wie sie auf dem Naßfeld herrschen.

Die Rattendorfer Alpe entwässert oberirdisch gegen das Gailtal.

a) Abflußmessungen und Fließgeschwindigkeiten

Die Meßwerte für Abfluß- und Fließgeschwindigkeiten und die hieraus ermittelten Abfluß-Spenden sind in Tabellen 1 und 2 zusammengestellt. Die oberirdische Trockenwetter-Abflußspende im un-

tersuchten Gebiet schwankt zwischen 0,85 bis 20,61 l/s km². Sie ist in erster Linie abhängig von der Beschaffenheit der an der Oberfläche anstehenden Gesteine.

Die Talsohlen des Zankl-Baches, Gschwand-Grabens, Dober-Baches und auch des untersten Abschnittes vom Hüttenbach werden von wasserstauenden, klastischen Gesteinen der Auernigschichten und Grenzlandbänke gebildet. Die Abflußspenden bewegen sich hier zwischen 8,3 und 13,1 l/s pro km². Die hohe Abflußspende im oberen Abschnitt des Hüttengrabens, sowie die geringe Spende im Kessel-Bach sind durch Karsterscheinungen zu erklären. Vermutlich versickert ein großer Teil der Niederschläge an Ringmauer und Schulterkofel im verkarsteten Untergrund und gelangt nicht in den Einzugsbereich des Kessel-Baches, dessen Einzugsgebiet somit erheblich kleiner wäre als sein Niederschlagsgebiet.

Geradezu umgekehrt liegen die Verhältnisse im Hütten-Graben. Hier treten Karstquellen aus, deren Einzugsbereich nur schwer abzugrenzen ist und sicherlich nicht mit der Größe des planimetrisch ermittelten Niederschlagsgebietes übereinstimmt.

Gewässer	Einzugsgebiet F	Oberird. Abfluß Q = l/s	Abfluß-Spende $\frac{Q}{FN} = q$ (l/s je km ²)
Zankl-Bach	1,85 km ²	15,31	8,28
Hütten-Bach (gesamt)	0,75 km ²	7,11	9,04
Hütten-Bach (oberhalb der Kriegs- kapelle)	0,21 km ²	4,33	20,61
Gschwand-Graben	1,53 km ²	~20,1	13,1
Kessel-Bach	0,62 km ²	0,53	0,85
Dober-Bach (unterhalb Pkt. 1382)	4,75 km ²	~63,6	13,4

Tabelle 1: Trockenwetter-Abflußspende der Bachläufe im Gebiet der Rattendorfer Alpe

b) Grundwasserleiter

Im Untersuchungsgebiet treten Kalke, Sandsteine, Schiefer und Konglomerate als Grundwasserleiter auf.

Gewässer	Gefälle ‰	Fließgeschwindigkeit (10-m-Meßstrecke) m/s		Mittlere Fließ- geschwindigkeit (100-m-Meßstrecke)
		Max.	Min.	
Kessel-Bach	2	0,19	0,026	0,07
Hütten-Graben (oberer Abschnitt)	14	0,76	0,07	0,10
Gschwand-Graben	21	> 4,00	0,22	0,37
Dober-Bach (unterhalb Höhe 1382)	8	2,1	0,09	0,29
Zankl-Bach	29	1,8	0,23	0,42
Bachlauf westlich der Watschiger Alm	12	0,27	0,08	0,14

Tabelle 2: Fließgeschwindigkeiten der untersuchten Bachläufe im Gebiet der Rattendorfer Alpe und der Watschiger Alm in der Zeit vom 20. — 26. 9. 1967.

Die besten Grundwasserleiter bilden die karbonatischen Abfolgen der Unteren Pseudoschwagerinenkalke, sowie die kalkreichen Gruppen der Auernigschichten. Die Kalke weisen Zerrklüfte auf und sind von Karsthohlräumen durchzogen.

Das Niederschlagswasser versinkt sofort auf der vegetationsarmen, gut durchlässigen Gesteinsoberfläche in die Tiefe und tritt nach kürzeren oder längeren Durchflußwegen in starken Karstquellen wieder zutage.

Die meist geringmächtigen Sandstein- und Schiefereinlagerungen innerhalb der Unteren Pseudoschwagerinenkalke sind nicht immer in das Klüftungssystem der Kalke mit einbezogen.

Besonders die Schiefer bilden Stauhazonten, die durch Naßgallen, Sumpfwiesen oder flache Tümpel im Gelände auffallen. Solche Schautümpel treten im östlichen Teil des Gipfelplateaus der Oberen Ringmauer, auf dem Hüttenkofel, am E-Abhang des Schulterkofels, sowie am Gipfel der Treßdorfer Höhe auf.

Ähnliche Stauhazonten bilden die Schiefer der Grenzlandbänke im „Kessel“, sowie an vielen Stellen im Bereich des Grenzkammes der Rattendorfer Alpe.

Die aufgeweichten Schieferlagen bilden bei geringer Schichtenneigung gefährliche Gleitbahnen und sind als Ursache der großen Hangrutsche am W-Hang der Treßdorfer Höhe, sowie an der Höhe 1885 (im SE des Garnitzen-Berges) anzusehen.

Die Niederschlagswässer auf den Sandsteinen und Schieferrinnen größtenteils oberflächlich ab. Kleine Quellen, häufig auch Quellen-

horizonte, die in ihren Schüttungen starken Schwankungen unterliegen, sind im Bereich der Grenzlandbänke sehr häufig anzutreffen.

Die groben Sandsteine und Konglomerate der Auernig-schichten verhalten sich hinsichtlich ihrer Wasserführung verschieden. Die in der Regel wenig geklüfteten und gut verfestigten Gesteine sind kaum wasserdurchlässig, zumal immer wieder wasserstauende Schiefer-zwischenlagen eingeschaltet sind.

In den oberflächennahen — durch Verwitterung aufgelockerten Partien — ist die Wasserdurchlässigkeit und -führung jedoch ausge-zeichnet. Infolge dieses Gegensatzes kann das Niederschlagswasser meist leicht in den Boden eindringen, trifft dann aber sehr bald auf einen wasserundurchlässigen Untergrund. Die Folge sind zahlreiche Sumpfstellen, Naßgallen und Quellaustritte — Erscheinungen, die im Naßfeld-Gebiet namengebend waren.

An den Auflagerungsflächen der Unteren Pseudoschwagerinen-kalke auf den Auernigschichten können stärkere Schicht- und Karst-quellen entspringen (Hütten-Graben, W-Hang der Treßdorfer Höhe).

c) Quellen

Im Untersuchungsgebiet variieren die Quellen in ihrer Anlage, Schüttung und in ihrem Wasserchemismus zum Teil außerordentlich (vgl. Tab. 3). Bis auf einzelne Verwerfungsquellen im Gschwand-Graben, deren Wasserherkunft nicht zu ermitteln ist, sind alle anderen Wasseraustritte absteigende oder Auslaufquellen.

d) Chemische und physikalische Beschaffenheit der Gewässer

Einzelne Wasserproben aus dem Arbeitsgebiet wurden chemisch untersucht (vgl. Tab. 3). Hierbei wurden die im Grundwasser häufig auftretenden Ionen Cl^- , SO und Fe^{3+} quantitativ, Mn^{2+} und H_2S qualitativ bestimmt; ferner wurden Messungen der pH-Werte und Temperaturen, sowie Bestimmungen der Karbonat- und Gesamthärten ausgeführt (vgl. Tab. 3).

In den untersuchten Gewässern schwanken die Karbonat-härten zwischen $2,4^\circ$ (sehr weich) und $7,7^\circ$ (weich).

Die Gewässer aus den Sandsteinen und Schiefern des Untersu-chungsgebietes sind sehr weich; Kalkwässer weisen etwas größere Karbonathärten auf. Dennoch ist die geringe Härte aller untersuchten Ge-wässer auffällig.

Die Chloridgehalte der untersuchten Gewässer sind sehr niedrig. Es wurden Werte zwischen $0,8 - 3,2$ mg/l ermittelt.

Eine Ausnahme bildet die Schwefelquelle an der Naßfeldstraße unterhalb des Auernig mit einem Cloridgehalt von $25,3$ mg/l. Der er-

höhe Chloridgehalt dieser Quelle muß im Zusammenhang mit der ebenfalls sehr hohen Sulfatkonzentration gesehen werden und könnte möglicherweise aus einer lokalen Salinar-Einschaltung herzuleiten sein.

Die geringe Nichtkarbonathärte der untersuchten Gewässer wird fast ausschließlich durch Sulfate hervorgerufen, da Chloride oder andere Härtebildner nur in Spuren vorhanden sind.

Die Sulfatgehalte der untersuchten Gewässer schwanken zwischen 13,1–31,8 mg/l; einen extrem hohen Wert von 182,4 mg/l weist die Schwefelquelle unterhalb des Auernig auf.

In Abbildung 1 werden die Sulfatgehalte der untersuchten Gewässer in Beziehung zur NKH gesetzt. Eine direkte Abhängigkeit besteht für etwa 50% der Wasserproben.

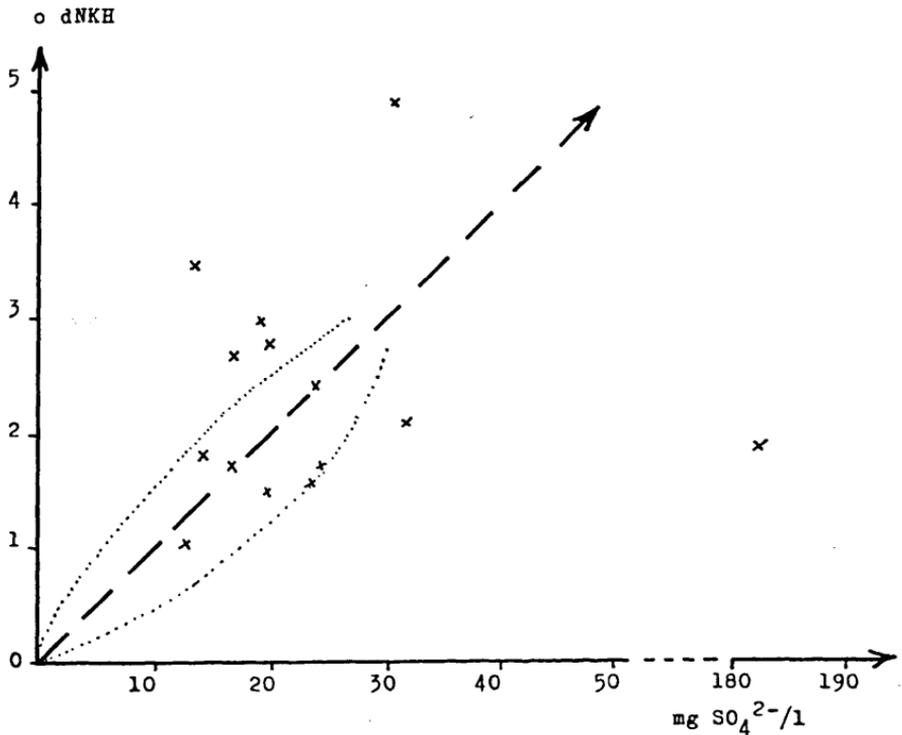


Abb. 1: Beziehungen zwischen Sulfatgehalt und Nichtkarbonathärte der untersuchten Gewässer des Naßfeldes und der Rattendorfer Alpe.

Die ermittelten Werte für Eisen (bestimmt als Fe³⁺) schwanken zwischen 0,1 und 8,9 mg/l. Es sei aber hier erwähnt, daß eine eisenhaltige Quelle im Gebiet der Treßdorfer Alm, die als auffällig kräftig braunrot gefärbtes Rinnsal an der Fahrstraße von der Naßfeldhütte zur Unteren Treßdorfer Alm links unterhalb der letzten Steigung vor der

Gewässer/Quellen	T °C	Abfluß l/s	pH	°dKH	°dGH	°dNKH	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	Fe ³⁺ mg/l	Mn ²⁺ qual.	H ₂ S qual.
Kessel-Bach	6,8	0,5	5,5	2,3	4,1	1,8	1,8	16,9	<0,1	neg.	neg.
Ob. Hütten-Graben	8,2	4,3	5,7	4,1	5,2	1,1	2,2	13,1	<0,1	neg.	neg.
Gschwand-Graben	8,8	~20,1	5,9	3,1	6,0	2,9	4,1	19,1	4,2	neg.	neg.
Dober-Bach	8,8	~63,6	5,9	4,4	6,7	2,3	5,3	24,1	4,1	neg.	neg.
Zankl-Bach	8,1	15,3	5,6	5,4	7,1	1,7	2,0	13,9	1,3	neg.	neg.
Bach SW											
Watschig. Alm	7,8	2,0	5,7	7,2	9,1	1,9	14,6	19,4	4,3	neg.	neg.
Höhle Hüttenkofel	3,6	—	5,7	6,8	11,7	4,9	0,8	30,7	8,9	neg.	neg.
Rattendorfer Alm											
Quelle Kriegskapelle	5,0	0,4	5,7	3,4	5,1	1,7	1,1	24,1	2,0	neg.	neg.
Wasserversorgung	5,3	0,4	5,6	6,8	9,6	2,8	3,9	19,5	3,1	neg.	neg.
Rattendorfer Alm											
Wasserversorg. Unt. Treffdorfer Alm	5,2	0,4	5,7	3,0	5,7	2,7	2,8	17,1	2,1	neg.	neg.
Wasserversorgung Ob. Treffdorf. Alm	5,1	0,6	5,6	6,1	9,6	3,5	4,2	14,3	4,2	neg.	neg.
Fe-Quelle Unt. Treffdorf. Alm	5,3	0,7	5,8	2,5	4,1	1,6	3,2	23,1	36,6	pos.	neg.
S-Quelle Auernig	4,2	0,04	5,7	7,7	9,6	1,9	25,3	182,4	1,8	neg.	pos.
Quelle Watschiger Alm	5,2	0,2	5,8	7,2	9,2	2,0	12,8	31,8	5,0	neg.	neg.
Karstquelle	5,6	~6,0	5,6	—	—	—	—	—	—	—	—
Treffdorfer Höhe											

Tabelle 3: Ergebnisse der Gewässeruntersuchungen im Gebiet des Naffeldes und der Rattendorfer Alpe.
Probenahme 20. 9.—28. 9. 1967.

Treßdorfer Alm im Gehängeschutt der Auernigschichten entspringt. 36,6 mg/l Fe^{3+} enthält.

Die pH - W e r t e der untersuchten Gewässer bewegen sich zwischen 5,4 bis 5,9. Die Gewässer reagieren somit ausnahmslos leicht sauer.

Die T e m p e r a t u r :

Bei einem Abstand von wenigstens 200 m vom Quellgebiet schwankten die Temperaturen aller oberirdischen Gewässer bei wiederholten Messungen zwischen $7,8-8,8^{\circ}\text{C}$, (vgl. Tabelle 3). Die Quellentemperaturen lagen zwischen $4,2-5,3^{\circ}\text{C}$, wobei zu verschiedenen Tageszeiten Schwankungen von $0,1^{\circ}\text{C}$ auftraten. Die tiefste Bergtemperatur wurde in einem stehenden Gewässer der Hüttenkofel-Klufthöhle mit $3,6^{\circ}\text{C}$ gemessen.

5.) Fä r b e v e r s u c h e a n d e r K e s s e l b a c h - V e r s i c k e r u n g

Durch zwei Färbeversuche — vom 26.—28. 9. 1967 — an der Versickerungsstelle des Kesselbaches sollten eventuell bestehende Zusammenhänge des Hüttenkofel-Höhlensystems, ferner die unterirdische Entwässerungs-Richtung des Kessel-Kars, sowie der vermutete Zusammenhang zwischen der Versickerungsstelle und den starken Karstquellen im oberen Hüttengraben geklärt werden.

Als Farbstoff standen 250 g Uranin und 100 g Natrium-Fluoreszein zur Verfügung.

Die Beobachtungen der möglichen Austrittsstellen erstreckte sich vom Zankl-Bach, Hütten-Graben, Gschwand-Graben bis zur letzten Vereinigungsstelle aller Bäche im Dober-Bach am Höhenpunkt 1382. Nach einer Gesamtbeobachtungszeit von 62 Stunden wurde der Versuch ergebnislos abgebrochen. Es konnte nirgendwo ein Wiederaustritt des gefärbten Wassers festgestellt werden.

Der Durchflußweg hätte bis zum oberen Abschnitt des Hüttengrabens bei 15% Gefälle in der Luftlinie 430 m betragen. Von der Versickerungsstelle bis zum Punkt 1382 des Dober-Baches wäre bei einem Gefälle von 28% eine Entfernung (Luftlinie) von 1570 m zu durchfließen gewesen.

III Hö h l e n k u n d e

6.) D a s H ü t t e n k o f e l - H ö h l e n s y s t e m

Der Hüttenkofel (1808 m) westlich der Rattendorfer Alm wird von einem annähernd EW-verlaufenden Höhlensystem durchzogen. Die Höhlen entwässern das südliche Kessel-Kar und sind — zumindest in Teilabschnitten — noch heute aktive Wasserhöhlen. Zur Zeit sind zwei Eingänge mühsam begehbar.

Den westlichen, höheren Zugang bildet in 1820 m Höhe der Ponor am E-Ende des Kessels (Blatt 198/3 Hochwipfel, Geographische Position $13^{\circ} 10' 46''$ / $46^{\circ} 35' 09''$). Der stark verstürzte Eingang wurde im Spätsommer 1967 durch Ausräumung des Schuttes freigelegt, führt jedoch sofort steil in die Tiefe und konnte infolge mangelnder Ausrüstung bisher nicht begangen werden.

Ein weiterer begehbarer Zugang liegt am NNE-Abhang des Hüttenkofels in 1670 m Höhe (Blatt 198/3 Hochwipfel, Geographische Position $13^{\circ} 11' 08''$ / $46^{\circ} 35' 19''$). Dieser Zugang folgt einer großen, NS-streichenden steil nach E einfallenden Störungszone (ac-Zerrkluft), die den N-Teil des Hüttenkofels durchsetzt.

Ein direkter Zusammenhang zwischen beiden Höhlenzugängen konnte bisher nicht nachgewiesen werden, wird jedoch für sehr wahrscheinlich gehalten, da die Beschaffenheit beider Höhleneingänge weiträumige Fortsetzungen erwarten läßt.

Weitere Höhlenzugänge könnten möglicherweise in einigen Dolinen auf dem Hüttenkofel-Plateau, sowie in den Ponoren nordöstlich des Höhenpunktes 1861 (im NE der Ringmauer) freigelegt werden.

Die Hüttenkofel-Höhlen fanden bisher wenig Beachtung in der Literatur. FELSER & KAHLER (1963) erwähnen den unterirdischen Abfluß des Kessels. Gleichfalls wird hier der Zugang zur unteren Höhle am NNE-Hang des Hüttenkofels erwähnt. Ein Zusammenhang mit dem Kessel wird für wahrscheinlich gehalten.

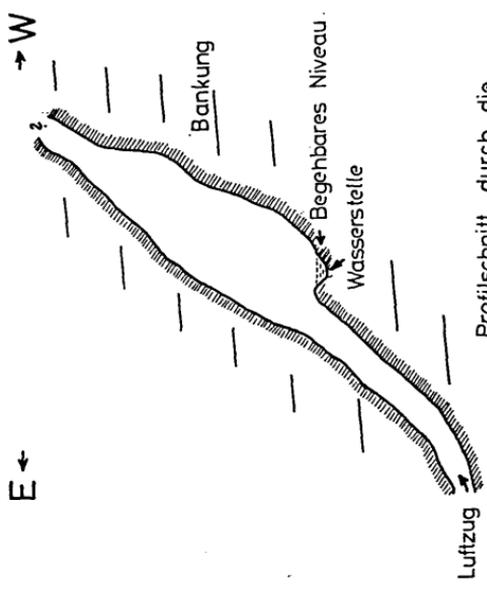
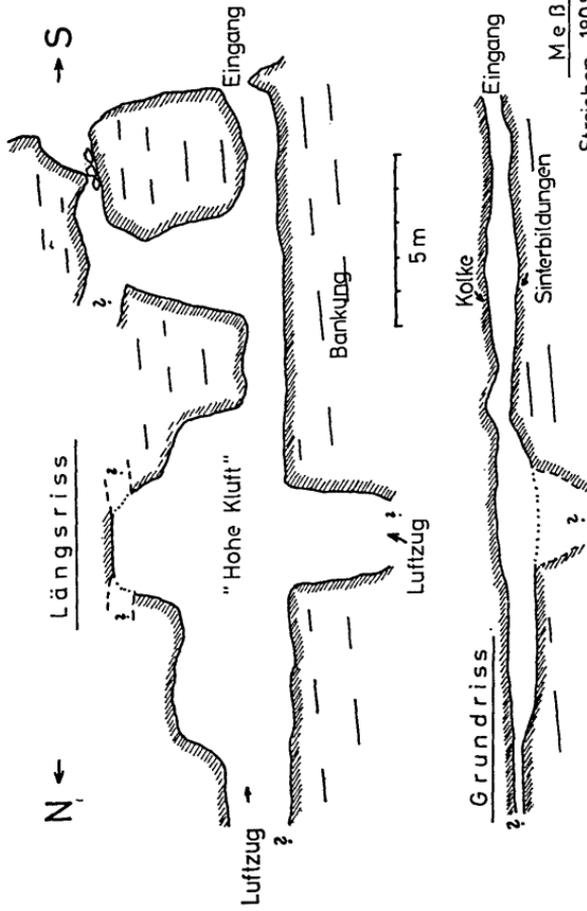
a) Höhlenbeschreibung und Aufnahmetechnik

Der Höhleneingang am E-Ende des Kessels nimmt die Wassermassen des Kessel-Baches auf. Im Spätsommer 1967 hatte der Bach die nur geringe Schüttung von 32 l/min. Das letzte Wasser versickerte bereits 4 m vor dem eigentlichen Höhlenzugang in den zahlreichen Erdspalten. An alten Wasserstandsmarken ist abzulesen, daß die Schüttungsmengen zeitweise sehr viel größer sein müssen. Die Größe des Höhleneingangs, sowie die unmittelbaren Fortsetzungen lassen den Schluß zu, daß zur Zeit der Schneeschmelze Wassermengen von 40 bis 50 l/s ohne Schwierigkeiten aufgenommen werden können.

Die Entfernung zwischen oberem und unterem Höhleneingang beträgt bei einer Höhendifferenz von 150 m in der Luftlinie 450 m.

Der vermutete Wiederaustritt des Höhlenbaches liegt 70 m tiefer in einem Karstquellen-Horizont im oberen Abschnitt des Hüttengraben, nordwestlich der Höhe 1787 und damit etwa 420 m (Luftlinie) vom Eintrittsponor des Kessels entfernt. Der Zugang zur unteren Höhle führt kein Wasser. Es gibt im begangenen Höhlenabschnitt nur ein kleines stehendes Gewässer, das von Deckentropfen gespeist wird. Die Begehung der Höhle ist mühevoll, da sie sich vertikal stellenweise auf weniger als 40 cm verengt (Abb. 2).

Hüttenkofel - Klufthöhle



Meßwerte:
 Streichen 180°
 Einfallen 55-60°E
 T_{Luft} 4,0° C
 T_{Wasser} 3,6° C
 pH 5,7

Abb. 2

Das vor der Höhle angesammelte Gesteinsmaterial wird von FELSER & KAHLER (1963) als Geschiebe ehemaliger Hochwasserschüttungen angesehen. Eine deutliche Ausrichtung der Haldenformen durch fließendes Wasser ist stellenweise unverkennbar. Die begangenen Höhlenabschnitte sind völlig frei von Geröllanhäufungen oder Bodenbildungen.

Es muß angenommen werden, daß die Höhle auf tektonisch vorgezeichnetem Wege ausschließlich durch Karbonatlösung entstanden ist. Die zeitweilig austretenden Höhlengewässer haben niemals größere Gerölmengen geführt, sich jedoch einen sichtbaren Weg durch den vor der Höhle aufgehäuften Hangschutt gebahnt. Ob in den Zeiten der Schneeschmelze noch heute Wasser aus der Höhlenöffnung austritt, ist derzeit noch unbekannt.

Die Höhle ist vorläufig auf einer Länge von 19 m begehbar; die vermessene Gesamtlänge beträgt nach dem derzeitigen Stand 33 m. Die Vermessung erfolgte in Form eines Polygonzuges mittels Bandmaß und Kompaß. Aufgenommen wurden je ein Grund- und Längsriß im Maßstab 1:100, sowie ein Profilschnitt durch den höchsten Höhlenteil der „Hohen Kluft“ im Maßstab 1:50 (vgl. Abb. 2). Die Höhle besitzt eine größte Höhe von 8 m, die breiteste Stelle mißt 1,30 m. Sofern die Höhen nicht unmittelbar zu vermessen waren, erfolgte eine visuelle Abschätzung.

Die Höhle folgt einer NS-streichenden, mit 60–65° nach E einfallenden großen Störungszone (ac-Zerrkluft). Eine möglicherweise begehbare Fortsetzung ist am Grunde der „Hohen Kluft“ vorhanden. Ein starker, kalter Luftzug (3,6° C!), der hier austritt und auch aus den unbegehbaren nördlichen Fortsetzungen der Höhle kommt, ist ein sicheres Zeichen weiterer Fortsetzungen. In der Höhle fehlen jegliche Sedimente oder Bodenbildungen. Vereinzelt Sinterbildungen und kleine Auswaschungskolke sind im Eingangsbereich zu beobachten.

b) Tektonische Situation des Höhlengebietes

Alle oberirdischen und unterirdischen Verkarstungserscheinungen im Hüttenkofel-Gebiet folgen tektonisch vorgezeichneten Wegen (einige Karrenbildungen ausgenommen!). Die Dolinen liegen auf großen EW-Störungen. Die Ponorhöhle im Kessel liegt auf der tektonischen Grenzfläche zwischen Unteren Pseudoschwagerinenkalken und Grenzlandbänken und ist nach der speläologischen Nomenklatur (TRIMMEL 1965) als Schichtgrenzhöhle zu bezeichnen.

Die aufgenommene Klufthöhle am NNE-Abhang des Hüttenkofels folgt einer steil nach E einfallenden, N-S-streichenden Störungszone (ac-Zerrkluft), die gleichzeitig eine vertikale Verschiebung des Schichtenverbandes um mindestens 30 m verursacht hat.

In den unteren Bereichen des Hüttenkofels sind die Unteren Pseudoschwagerinenkalke vorwiegend massig oder grob gebankt ausgebildet. Die Bänke fallen flach nach N bis NNE ein.

Nach den im Abschnitt (3) diskutierten Altersbeziehungen ist für den Hauptvorgang der Höhlenbildung ebenfalls der Zeitraum zwischen Hoch- und Periglazial anzunehmen. Die Höhlenbildung dauert rezent an.

c) Entwässerungswege

In den nicht verkarstungsfähigen Gebieten (westliche Rattendorfer Alpe; nördliches Kessel-Kar) erfolgt die Entwässerung weitgehend oberirdisch durch ein weit verzweigtes Bachnetz. In der Karstenklave des Hüttenkofels sind neben dem rezenten, aktiven unterirdischen Entwässerungsnetz noch ältere, verlassene Entwässerungswege vorhanden. Zu letzteren gehört ein Teil der Dolinen, die ihrer Anlage nach früher einmal als Ponore gewirkt haben, sowie die Hüttenkofel-Klufthöhle. Es kann derzeit nicht entschieden werden, ob eine Tieferverlegung der Entwässerungswege oder eine tektonische bedingte Verstellung des Hüttenkofels die Ursache für das Verlassen des älteren Entwässerungsnetzes ist.

Für eine Tieferverlegung spricht der Austritt kleinerer Karstquellen im Gehängeschutt des Gschwand-Grabens, sowie in den tieferen Abschnitten des Hütten-Grabens. Sofern jedoch das Wasser der Kesselbach-Versickerung im oberen Abschnitt des Hütten-Grabens wieder austritt und ein ursprünglicher Zusammenhang zwischen dem Kessel und der Hüttenkofel-Klufthöhle bestanden hat, wäre eine Höherentverlegung des Entwässerungsweges um etwa 60 m erfolgt, die nur durch eine tektonisch bedingte Verstellung des Gebietes zu erklären wäre.

SCHRIFTTUM:

- BÖGLI, A.: Kalklösung und Karrenbildung. — Intern. Beitr. Karstmorphologie, Supplementbd., 2, 4—21, 5 Abb., 18 Fotos, Göttingen 1960.
- FELSER, K. O. & KAHLER, F.: Die Geologie der Rattendorfer Alm (Karnische Alpen). — Carinthia II, 73, 72—90, 1 Abb., Klagenfurt 1963.
- HOMANN, W.: Lithofazielle, sedimentologische und mikropaläontologische Untersuchungen in den Unteren Pseudoschwagerinenkalken (UPK) (Rattendorfer Schichten; Unter-Perm) der Typus-Lokalität (Rattendorfer Alm und Treßdorfer Höhe; Karnische Alpen, Österreich). — Unveröffentlichte Diplomarbeit, TH Darmstadt 1968.
- KAHLER, F. & PREY, S.: Erläuterungen zur Geologischen Karte des Naßfeld-Gartnerkofel-Gebietes in den Karnischen Alpen. — 116 S., 26 Abb., 3 Tab., 5 Taf., Geol. Bundesanst. Wien 1963.
- REMY, E.: Wasserwirtschaft des Gailtales. — In GÜNTSCHL, E.: Der Gailfluß, 18—22, 5 Abb., Wien 1961.
- SPÖCKER, R. G.: Karstmorphologische Untersuchungen im Laubensteingebiet. — Jh. Karst- u. Höhlenkde., 1962, 131—205, 32 Abb., 2 Karten, München 1963.

SRBIK, R.: Glazialgeologie der Nordseite des Karnischen Kammes. — Carinthia II, Sonderh. 6, Klagenfurt 1936.

TRIMMEL, H.: Speläologisches Fachwörterbuch (Fachwörterbuch der Karst- und Höhlenkunde). — 109 S., 20 Abb., Wien (Landesverein f. Höhlenkunde) 1965.

Anschrift des Verfassers:

Wolfgang HOMANN, D-6100 Darmstadt, Kranichsteiner Straße 46.

Über die bisher in Kärnten gefundenen Eozängerrolle

Von Franz KAHLER und Adolf PAPP

Problemstellung

Die Vorkommen eozäner Ablagerungen in Kärnten im Gebiet Guttaring und Klein St. Paul sind seit langem bekannt. Bei Guttaring (Sonnberg) und Klein St. Paul (Sittenberg) wurde eozäne Kohle abgebaut. Die Kalke des Eozäns werden am Dobranberg von der Wietersdorfer Zementindustrie verwertet. Diese Vorkommen sind heute isoliert. Da sie eine optimale Fossilführung mariner Organismen zeigen, besonders Foraminiferen (Assilinen, Nummuliten und Alveolinen können gesteinsbildend sein), müssen ursprünglich Verbindungen zu offenen Weltmeeren bestanden haben. Die ursprünglich weit verbreiteten Eozänvorkommen sind heute erodiert. Der Nachweis ihrer Existenz kann nur durch die Auffindung von Geröllen in jüngeren Ablagerungen erfolgen. Das Vorkommen und die Streuung derartiger Gerölle gibt somit einen wertvollen Beitrag zur Paläogeographie des Eozäns.

Die erwähnten Tertiärvorkommen im Krappfeld bei Guttaring und Klein St. Paul wurden von J. van HINTE 1962 kartiert und stratigraphisch gegliedert. In dieser Arbeit werden fossilere Schichten zwischen Maastricht und Eozän als Speckbauer Roter Ton bezeichnet, der im Wesentlichen das Paleozän umfaßt. Die marine Transgression setzt mit der Höhwirt — Sittenberg-Folge ein; sie umfaßt das ältere Untereozän bzw. Cuis. Höheres Untereozän bzw. Cuis und unteres Mitteleozän bzw. Lutet sind als Nummulitenkalke besonders am Dobranberg bei Klein St. Paul entwickelt. Die obersten Partien am Dobranberg sind jedoch zum Teil schon abgebaut.

Ein wesentliches Ziel der Bearbeitung eozäner Gerölle aus Kärnten konnte es daher nur sein, einen Vergleich mit den am Dobranberg anstehenden Nummulitenkalken durchzuführen. Ein weiterer Versuch.