

MITTEILUNGEN	Jg. 22	Nr. 1	S. 7 - 10	München 1.2.1976
Verband Deutscher Höhlen- u. Karstforscher				

FONF ASPEKTE DER ENTWICKLUNG DER GIPSHÖHLEN IM HAINHOLZ/SODHARZ

von: Stephan KEMPE, Andreas BRANDT, Martin SEEGER und
Firous VLADI; Arge f. nieders. Höhlen

*Harz, Süd
Gipskarst
Höhlengese*

Im Mai 1973 ist von der Hamburger Abteilung der Arge für niedersächsische Höhlen eine hydrogeologische Forschungswoche im Gipskarstgebiet Hainholz am Südhaz durchgeführt worden. Diese Forschungswoche schaffte die Voraussetzungen für ein hydrogeologisches Beobachtungsjahr, in dem 1975 alle 14 Tage an ausgesuchten Stellen Wasserproben genommen werden, deren Chemismus mit den Niederschlägen und Abflüssen korreliert werden soll. Die hydrochemischen und hydrographischen Ergebnisse aus beiden Programmen (die Veröffentlichung der Forschungswochen-Ergebnisse ist im Geologischen Jahrbuch, Hannover, vorgesehen BRANDT et al.), würden den Rahmen der 'Mitteilungen' sprengen, so daß hier nur einige Schlußfolgerungen für die Höhlengese thesehaft vorgestellt werden sollen. Die Entstehung der Einzelformen Laugdecke und Facette werden dabei ausgeklammert.

1.) SICKERWASSER haben, wenn sie nach 10-15 m Lauf durch die Gipsdecke in die Höhle eintreten, eine $\pm 100\%$ Gipsättigung, sie können also nicht zur Höhlenbildung auf dem Grundwasserspiegel beitragen. Dieser Befund steht im Gegensatz zu unserer eigenen früheren Meinung (KEMPE u. SEEGER 1972) und gibt F. REINBOTH (1974) recht, wenn er die Quellen für höhlengenetisch wirksames Wasser in punktuellen Zuflüssen sucht. Diese Aussage stützt sich auf acht Sickerwasserproben, die während der Forschungswoche genommen wurden und auf zwei Sickerstellen in der Jettenhöhle, die seit einem halben Jahr regelmäßig beprobt werden. Die Niederschläge haben wohl einen Einfluß auf die Aktivität der Sickerstellen, aber auch nach schweren Niederschlägen erreicht nur gipsgesättigtes Wasser die Höhlendecke. Die Gipsättigung wurde dabei von uns mit einem Fortran VI-Programm als der log des Quotienten von Ionenaktivitätsprodukt und Dissoziationskonstante des Gipses unter Berücksichtigung der neutralen Ionenpaare (das neutrale Ion CaSO_4 z.B. macht etwa 30 % des Sulfats aus) errechnet. Erst mit dieser Computation kann man den Sättigungszustand eines Wassers mit ausreichender Sicherheit beurteilen (eine gesonderte Darstellung der Methode ist für die Mitteilungen geplant).

2.) Die ZUFLOSSE können, wie bei der Marthahöhle, Bachschwinden sein (Bollerkopfbach) oder es sind Quellen aus den unterlagernden Kalken. Im Hainholz kämen dafür der Plattendolomit (Ca_2) bzw. der mächtigere Hauptdolomit (Straßfurtdolomit, Ca_2) in Frage, die durch den wasserstauenden grauen Salzton (T_3) getrennt sind.

In der Jettenhöhle fördern zwei kleine Quellen in der Sandspalte und in der Stephansgrotte "weiches" Wasser von nur 20-35 dH. Nach dem oben Gesagten kann es sich nicht um Sickerwasser des Gipses handeln, außerdem ist die Alkalinität mit über vier mval für Sickerwasser ebenfalls viel zu hoch. Auch der Teich im Hübichsaal zeigt Härten unterhalb der Gipsättigung. Der 2. Pfeilersee liefert Wasser mit 35-60 dH an der Oberfläche, während der 1. Pfeilersee, der nur durch einen Lehmriegel mit Versturzböcken von ihm getrennt ist, stets Wasser mit höherer Härte führt. Es muß im 2. Pfeilersee Wasser aus dem Untergrund auftauchen, anders lassen sich die Beobachtungen nicht erklären. Der genaue Austrittspunkt konnte aber noch nicht gefunden werden.

Wenn im Frühjahr sich nach der Schneeschmelze in der Romarhalle ein Teich bildet, so besteht er aus zusammengelaufenem Sickerwasser mit Härten über 90 dH, das dort liegende Gestein zeigt keine Laugspuren. Dieses Sickerwasser hat geringe CO_2 -Partialdrücke während die Teiche alle Werte zeigen, die typisch für Grundwasser sind, das einen CO_2 -Überdruck gegenüber der Luft aufweist. Sickerwasser gleicht seinen CO_2 -Druck mit Austritt an der Decke und dem Fall zum Boden ab (spontane Vergrößerung der Oberfläche).

Für die Jettenhöhle ergibt sich die Schlußfolgerung:

Entlang der Linie Sandspalte-Hübichsaal-2. Pfeilersee treten Wasser aus den unterliegenden Kalken (Dolomiten) aus (Abb. 1). Sie sind in Bezug auf Calcit und Dolomit gesättigt, nicht aber in Bezug auf Gips. Nach ihrem Austritt werden sie weiter mit Gips aufgehärtet. Man könnte diesen Vorgang als Doppelverkarstung bezeichnen. Dabei wird der CO_2 -Partialdruck teilweise mit der Höhlenluft abgeglichen. Hierdurch und durch die Tatsache, daß mit steigender Gips Härte nicht mehr die gleiche Calcit-Menge in Lösung gehalten werden kann (Calcium als Lösungsgenosse, diagrammatische Darstellung WIGLEY, 1973), kommt es zu einer Ausfällung von Calcit.

Dieser Vorgang vermag auch die großen Mengen von Calcit-Höhlensedimenten zu erklären, die im Hübichsaal und Kreuzdom mit Mächtigkeiten über 2,5-3 m erbohrt wurden. Im Hübichsaal liegt z.B. mehr Kalk als der ganze heutige Hohlraum groß ist, in seinem Bereich ist aber der Gips sicher nicht zu mehr als 50 % mit Karbonaten "verschmutzt", der Kalk kann also nicht als Lösungsrückstand gelten, er muß von außen hereingebracht worden sein. Die Anordnung der genannten Quellpunkte läßt auf eine tektonische Linie schließen, die den wasserstauenden grauen Salzton versetzt, so daß hier Wasser aus dem verkarsteten Staßfurtdolomit hochkommen können (Abb. 2). Diese Störung liegt parallel zum NE-Rand des Hainholzes, der ebenfalls einen Bruch markiert, an dem der Dolomit gegen den Gips gehoben ist. Eine Quelle an dieser Störung, der sogenannte "Arteser" (Brunnen) liefert ähnlich beträchtliche Mengen an Calcit durch Abgleich des Grundwasser- CO_2 -Partialdruckes mit dem der Luft. Die Quelle hat sich einen beachtlichen Schwemmkegel aufgebaut, so daß der Quelltrichter heute über drei Meter tief ist.

3.) Die GESCHICHTLICHKEIT der höhlenbildenden Vorgänge ist stets zu berücksichtigen.

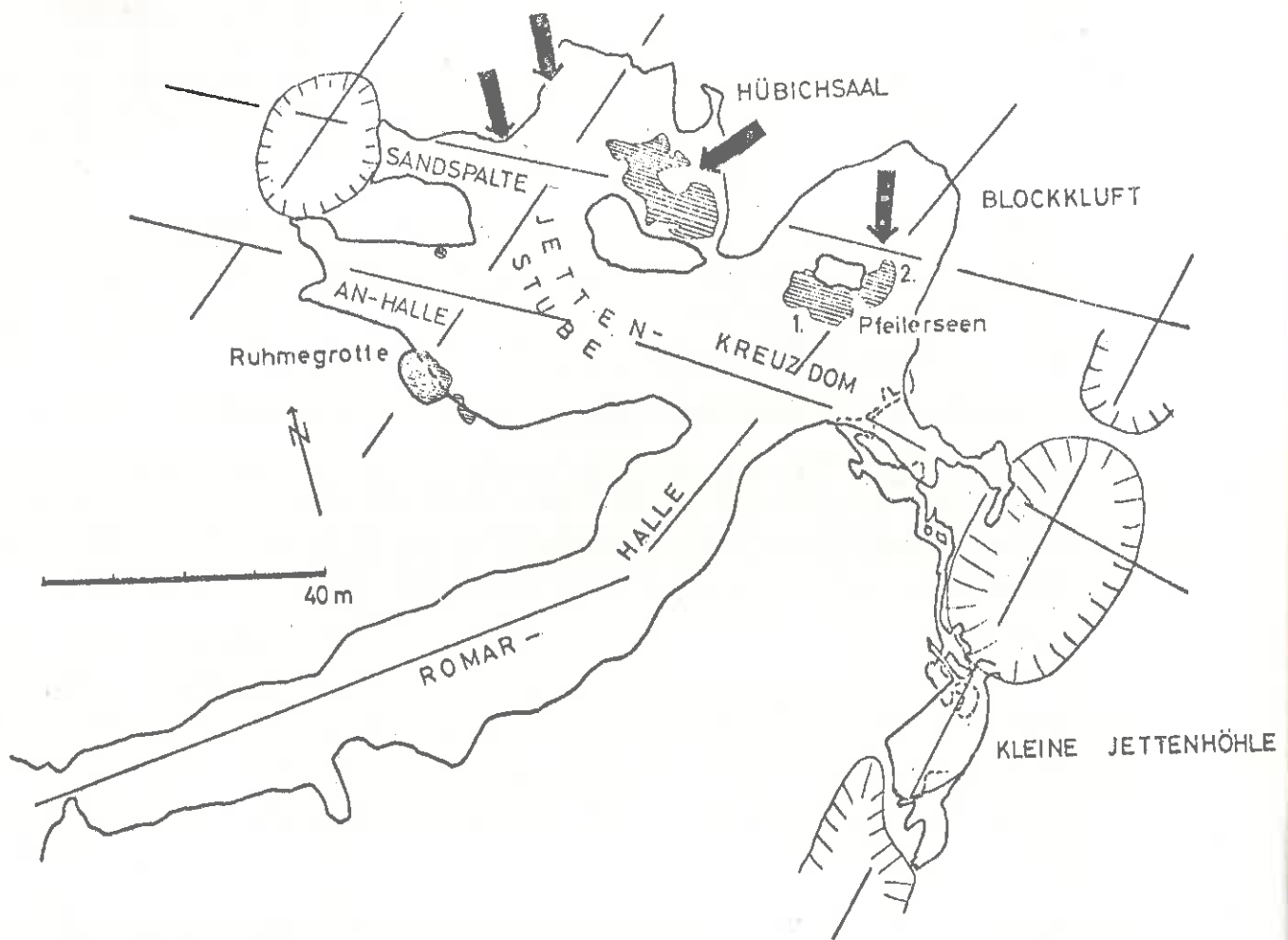


Abbildung 1.

Das Jettenhöhlensystem (Kleine Jettenhöhle und Verbindungsgang zur Jettenhöhle schematisch) ist entlang hercynisch (NW-SE) und erzgebirgisch (NE-SW) streichender tektonischer Elemente angelegt. Kalkkarstwässer aus dem Staßfurt-Dolomit kommen möglicherweise entlang der nördlichen hercynischen Linie (Verwerfung?) von unten in die Teiche (schraffiert) der Jettenhöhle (dicke Pfeile.).

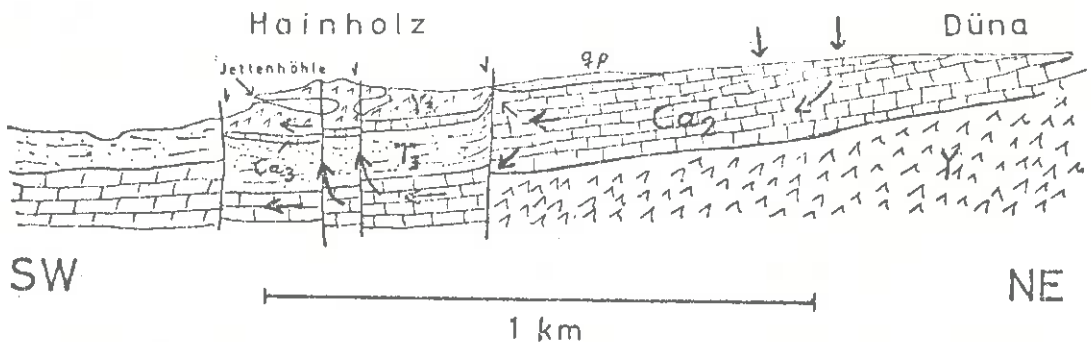


Abbildung 2.

Zweifach überhöhtes halbschematisches Profil durch die Hochfläche von Düna und das Hainholz. Entlang von Störungen steigen Wässer aus dem Staßfurt-Dolomit (Ca_2) in den Hauptanhydrit (Y_3) auf, der graue Salzton (T_3) (Mächtigkeit im Hainholz unklar) verliert seine wasserstauende Funktion an den Störungen. Der Basalanhydrit (Y_2) wurde zwischen T_3 und Ca_2 ausgelassen, im Bereich Hainholz dürfte seine südliche Vorkommensgrenze liegen. Der Plattendolomit (Ca_3) spielt eine untergeordnete Rolle und dürfte z.T. sogar fehlen. Verändert nach KEMPE, SEEGER, VLADI 1970.

In der Jettenhöhle gibt es zwei große hercynisch streichende Linien: AN-Halle, Jettenstube, Kreuzdom, Verbindungsgänge zum Erdfall nördlich der Kleinen Jettenhöhle, und die schon erwähnte Linie Sandspalte, Hübichsaal, Blockkluff (s. Abb. 1). Vielleicht markiert diese erste Hohlraumfolge eine heute nicht mehr aktive Quelllinie. Die Romarhalle ist dann vielleicht als der Auslauf dieser Wasser in Richtung Vorfluter zu begreifen.

Möglicherweise gab es aber auch früher eine Bachschwinde, die Wasser von der Hochfläche von Düna direkt in die Jettenhöhle (durch eine heute verstürzte Fortsetzung der Blockkluff) lieferte. Es könnte sich somit der Kreis der Überlegungen zur "Alten Flußhöhle" STOLBERGS (1926) schließen. Diese Vermutung muß allerdings noch überprüft werden, z.Z. deuten nur einige ältere Sedimente der Jettenhöhle an, daß möglicherweise ein anderes hydrographisches System als nur Quellen aus dem Kalkkarstuntergrund bestanden haben könnte.

Andererseits ließe sich die Entstehung der Jettenhöhle auch als allmähliches Durchpausen von erzgebirgischen und hercynisch streichenden tektonischen Linien verstehen, an denen zu verschiedenen Zeiten Wasser aus dem Untergrund aufdrang. Dies würde die Tatsache erklären, warum die Jettenhöhle mitten in einem Gipsgebiet liegt und nicht wie sonst typisch, mehr am Rande.

Die Untersuchung des Klinkerbrunnens zeigt, daß die Höhle, so wie sie heute ist, gar nicht entstehen konnte. In der Beiersteinschwinde versickert hoch mit Gips aufgehärtetes Wasser aus dem Heiligental. Die Schwinde liegt außerdem auf der Gegenseite des Beiersteins. Falls ihr Wasser überhaupt im Klinkerbrunnen auftaucht, so muß es bis dahin vollständig mit Gips gesättigt sein. In der Tat ist das Wasser der Höhle bereits so hart, daß man ausschließen möchte, daß dieses Wasser punktuell eine große Halle herauslösen konnte. Vielmehr scheint uns die Höhle heute inaktiv zu sein (d.h. sich nicht weiter zu vergrößern). Sie entstand möglicherweise durch den Hackenbach, der heute nur 30-40 m westlich der Höhle vorbeifließt. Früher kann er durchaus Wasser in den Klinkerbrunnen geliefert haben, auch die talartige Einbuchtung vor dem Eingang der Höhle kann dahingehend gedeutet werden.

Das Polenloch wird ebenso erst mit dem geschichtlichen Aspekt verständlich werden. Die beiden aufgeschlossenen Wasserkörper: Brunnen und Wassergrotten, zeigen gipsgesättigtes Wasser mit einer Alkalinität, die eindeutig auf Sickerwasser deutet. Schwankungen der Wasserstände wurden bisher noch nicht beobachtet. Erst mit der Annahme eines alten Quellpunktes aus dem unterlagernden Kalkkarst kann man eine Erklärung für die Entstehung der Höhle geben.

4.) Die Frage nach dem VERBLEIB der Höhlenwässer wird durch unsere Untersuchungen eher noch kompliziert. Die Auswertung der während der Forschungswoche gemessenen Abflüsse ergab, daß offensichtlich nur ein kleiner Teil der zu erwartenden Gebietspende in den unmittelbaren Vorfluter auftaucht. Möglicherweise verschwindet ein größerer Teil des Gipskarstwassers im tieferen Untergrund unter dem Buntsandstein. Diese Umstände, verbunden mit vermutlich hohen Laufzeiten im Untergrund, haben uns bisher davon abgehalten, durch Färbeversuche z.B. dem Verbleib des Wassers der Marthahöhle nachzuspüren.

5.) Die Untersuchungen des FOLLVORGANGES der Marthahöhle von REINBOTH (1974) dürfen nicht dazu führen, die Höhlenbildung als einen sich in einem geschlossenem System abspielenden Vorgang zu sehen. Ein Modell, in das Wasser gefüllt wird und das dann exponentiell der Sättigung zustrebt, kann nur ein Einzelereignis beschreiben.

Die Höhlenbildung, auch unser Parademodell Marthahöhle, läuft dagegen in einem offenen System ab. REINBOTHs Betrachtungen zur Marthahöhle müssen den Anfang zu einer längeren Beobachtung der hydrochemischen und hydrographischen Daten der Marthahöhle bilden. Die jeweilige Härte (aktuell) ist nicht allein abhängig von der verstrichenen Zeit seit der Einfüllung, sondern Funktion der Differenz zwischen Zu- und Abfluß. Bei schnellen Einfüllvorgängen, wie sie REINBOTH beschreibt, ist die Entwicklungsgeschwindigkeit für kurze Zeit recht hoch, dennoch werden erst weitere Beobachtungen ergeben, ob nicht die längeren Perioden mit nicht so schwankendem Wasserspiegel und vermutlich geringerer Entwicklungsgeschwindigkeit quantitativ bedeutender sind. Dann wären auch Laugdecken und Facetten nicht primär von der Lösung während der schnellen Einfüllvorgänge abhängig (REINBOTH hält die "nivellierende" Wirkung des schwankenden Wasserspiegels für die Ursache der Ebenheit der Laugdecke. Näheres dazu aus der Sicht der Autoren im vorbereiteten Bericht der Forschungswoche (BRANDT et al.)). Bei der Beurteilung der Differenz zwischen aktuell und Sättigung darf man nicht von statischen Löslichkeitstabellen ausgehen. REINBOTH zitiert GEMLIN und gelangt bei 4,8°C zu einer Sättigung für Gips bei 76°dH. Dieser Wert, den er auch aus der exponentiellen Kurve abliest, ist zu klein. Es liegen Gesamthärtemessungen bis fast 110°dH vor, die bei Abzug der Karbonathärte eine Sulfathärte von zwischen 90- und 100°dH als Sättigung ergeben. Diese Differenz zu REINBOTH zeigt, daß die Marthahöhle nicht der Sättigungskonzentration von Gips zustrebt, sondern einer Grenzhärte, die im Idealfall Funktion des Zu- und Abflusses und der Geometrie (i.e. der räumlichen Exponentiation des Gipses zur Lösung) der Höhle ist. Nach den bisherigen Beobachtungen der Arge f.n.H., also von REINBOTH und den Autoren, scheint diese Grenzkonzentration für die Marthahöhle im gefluteten Zustand etwa bei einer Gesamthärte von 80-85°dH zu liegen.

Zukünftige Löslichkeitsberechnungen mit Hilfe des oben erwähnten Computer-Programmes werden hier wesentlich genauere und verlässlichere Aussagen ermöglichen.

Die hier diskutierten Punkte verstehen sich als Anregungen für weitere Beschäftigung mit dem Thema Gipskarst, Gipshöhlengeneese und dem Naturschutzgebiet Hainholz. Sie zeigen, daß sorgfältige hydrochemische und geologische Untersuchungen unabdingbare Voraussetzung für das bessere Verständnis der ablaufenden Vorgänge sind. Nur anhand neuer Fakten kann eine auch innerhalb einer Gruppe (der Arge für nieders. Höhlen) scharf geführte Diskussion zu neuer Erkenntnis und auch zu neuartigen Fragestellungen führen.

Literatur:

BRANDT, A., KEMPE, St., SEEGER, M. u. VLADI, F.:

Zur Geochemie und Karstkunde (Arbeitstitel) des Gipskarstgebietes Hainholz/Südharz. - (in Vorb.).

KEMPE, St., MATTERN, E., REINBOTH, F., SEEGER, M. u. VLADI, F.:

Die Jettenhöhle bei Düna und ihre Umgebung. - Abh. z. Karst- u. Höhlenkunde., Reihe A, H.6, Herzberg 1972

KEMPE, St. u. SEEGER, M.:

Zum Problem der Höhlengeneese im Stillwassermilieu. - Mitt. Verb. Dt. Höhlen- u. Karstforscher, 18, Nr. 3, 53-58, München 1972

KEMPE, St., SEEGER, M. u. VLADI, F.:

Geologische Kartierungsübung Düna/Südharz. - Geol. Karte, Profile und Kartierbericht, unveröffentlicht, Hamburg 1970-

REINBOTH, F.:

Untersuchungen zum Problem der Höhlenbildung im Gips. - Mitt. Verb. Dt. Höhlen- und Karstforscher, 20, Nr. 2, 25-34, München 1974.

WIGLEY, T.M.L.:

Chemical Evolution of the System Calcite-Gypsum-Water. - Canadian Journal of Earth Sciences, 10, S. 306-315, Ottawa 1973

Anschrift der Verfasser:

i.V.
Stephan Kempe
Geol.-Pal. Institut
Von-Melle-Park 11

2 Hamburg 13