

## Ein Beitrag zur Klärung von karsthydrologischen Erscheinungen – Bemerkungen zu einem Aufsatz von A. Spiegler (1975)

Von Fritz Reuter, Werner Kockert und Herward Molek  
(alle Bergakademie Freiberg, DDR)

In einem Aufsatz im Jahrgang 1975 der Zeitschrift „Die Höhle“, Seite 131–136, beschrieb A. SPIEGLER hydrologische Erscheinungen, die er in alpinen, dinarischen, türkischen und libanesischen Höhlen beobachtet hatte. Es handelt sich u. a. um Schwinden und Quellenaustritte, die offensichtlich in gleichen Abständen gesetzmäßig auftreten. Derartige „Kappungen“ hat er sowohl an Höhleneingängen als auch im Höhleninneren, z. B. an Schächten, festgestellt.

Das von SPIEGLER beschriebene Phänomen wurde auch von uns sowohl im Karst – z. B. in Höhlen der Volksrepublik Bulgarien, 30 km nördlich von Sofia, und in Mähren – als auch in nicht verkarstungsfähigen Gesteinen festgestellt.

SPIEGLER unterstreicht u. a. besonders die „erstaunliche Übereinstimmung der Distanz der Kappungsstrecken“ und die „offensichtliche Bindung ... an Gesteinsstrukturen“ (die, so auch er, allerdings selbstverständlich ist). SPIEGLER erklärt die geringe Wasserführung der Klüfte mit dem geringen Alter der geöffneten Klüfte, da sonst „eine Degradierung der Korrosionstätigkeit zur beinahe völligen Bedeutungslosigkeit“ erforderlich wäre. „Unbeantwortet muß“ nach ihm „die Frage nach der Ursache der weiträumig gleichen Dimensionen der Kappungen bleiben“. Der letzten Frage sind wir im Zusammenhang mit verschiedenen ingenieurgeologischen Aufgabenstellungen für Dissertationen, Diplom- und Studienarbeiten nachgegangen; das von SPIEGLER zuerst aufgeworfene Problem wird dabei mittelbar behandelt. Wir haben festgestellt, daß die angeschnittene Problematik sowohl von großem praktischem Interesse für verschiedene technische Arbeiten des Hohlraumbaus und des Wasserbaus als auch zur Klärung speläogenetischer Fragen von Bedeutung ist.

Bei injektionstechnologischen Arbeiten wurden von MEIER (1978) bei vollständigem Kerngewinn und speziellen kluftstatistischen Kernauswerteverfahren sowie bei Injektionsarbeiten üblichen Wasserdurchlässigkeitsprüfungen (allerdings bei steigenden und fallenden Druckstufen) Beobachtungen gemacht (die auch durch kluftstatistische Untersuchungen an der Geländeoberfläche untermauert wurden), wonach Klüfte zweier Wertigkeiten hinsichtlich der Wasserdurchlässigkeit auftreten. Ein Teil der Klüfte, die in relativ geringem Abstand vorkommen, hat einen geringen Durchtrennungsgrad (es treten häufig und länger aushaltende Materialbrücken auf), während andere Klüfte, die in größerem Abstand auftreten, das Gebirge vollständig durchtrennen und für die Wasserführung des Gebirges verantwortlich sind. Die Wasserwegigkeit der Trennflächen ist nach einiger Erfahrung an Hand sekundärer Merkmale auf den Klüften (Wasserführung, Belege von ausgefallenen Mineralen, Auflösungserscheinungen an Mineralfüllungen u. a. m.) leicht zu erkennen. Den Gebirgskörper, der durch die erstgenannten Klüfte gebildet wird, nannten wir Bruchkörper, der zweite wird, etwas unglücklich, als hydraulisch wirksamer Kluftkörper bezeichnet. Die Abstände der wasserführenden Klüfte zeigten im Untersuchungsgebiet (Gneis des Erzgebirges) folgende allgemeine Gesetzmäßigkeit:

(ac)-Flächen > (bc)-Flächen > (ab)-Flächen.

Den Abstand der Trennflächen des Bruchkörpers und der hydraulisch wirksamen Trennflächen zeigt Tabelle 1.

Tab. 1: Abstand von Trennflächen in einem Untersuchungsgebiet des Erzgebirges (Gneis)

Abstand der	Schieferung	(bc)-Flächen	(ac)-Flächen
mechanisch wirksamen Trennflächen	0,124	0,215	0,238
hydraulisch wirksamen Trennflächen	0,675	0,479	0,512

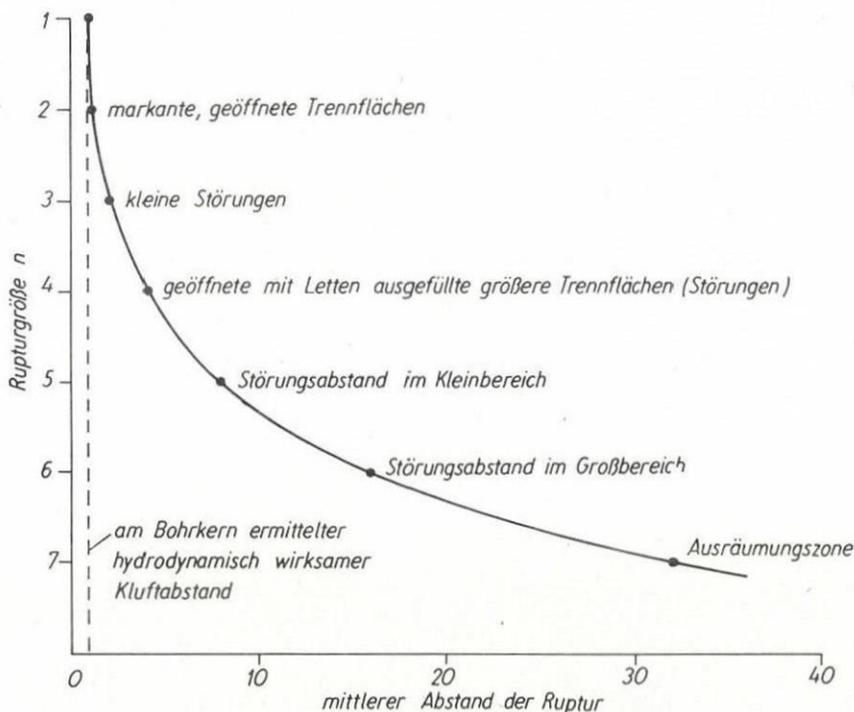


Abb. 1: Abhängigkeit der Rupturgröße von dem mittleren Trennflächenabstand bezogen auf die (bc)-parallelen Rupturen (Objekt A)

- Bei den Untersuchungen ergab sich ferner,
- daß die hydraulisch wirksamen Trennflächen im Mittel einen quadrigen Körper (entsprechend einer Klassifizierung nach DITTRICH 1970) einschlossen
  - daß es einen kleinsten Abstand hydraulisch wirksamer Trennflächen gibt und
  - daß in gesetzmäßigem Abstand die hydraulische Wirksamkeit bei größeren Rupturen entsprechend Bild 1 wiederkehrt (vgl. REUTER & MEIER 1974 und MEIER 1974)

Auf die hierbei zum Ausdruck kommende Äquidistanz der Trennflächen hatte bereits JUNG (1965) bei seinen lagerstättenkundlichen Arbeiten in der Mansfelder Mulde hingewiesen; auch in Arbeiten anderer Autoren wird darüber berichtet. Der Abstand der Klüfte bzw. Störungen ist offensichtlich von den Festigkeitseigenschaften des Gebirges abhängig, ist also gebirgsspezifisch und gilt zunächst jeweils für das untersuchte Gebiet; mit anderen Worten: die für verschiedene Gebirgsbereiche erzielten Ergebnisse lassen sich quantitativ, auch mittels mathematischer Ausdrücke beschreiben (MEIER 1974, REUTER & MEIER 1974, MEIER 1978).

In Zusammenhang mit ingenieurgeologischen Untersuchungen über Standsicherheitsfragen und als Beitrag zur Klärung der Höhlengesehe wurden in einigen Höhlen des Karbonatkarstes bei Rübeland und des Sulfatkarstes am Südrand des Harzes die von MEIER erstmals veröffentlichten Untersuchungen über die hydraulische Wirksamkeit von Trennflächen (mit Ausnahme der Injektionsversuche) durchgeführt. Als Beispiel möchten wir die Ergebnisse von den Rübeländer Höhlen hier kurz skizzieren. In den Gipshöhlen wurden übrigens ähnliche Beobachtungen gemacht.

Die Untersuchungen in Höhlen des Karbonatkarstes stoßen dabei häufig auf gewisse Schwierigkeiten. Einerseits sind im Karbonatkarst die wasserführenden Trennflächen infolge der auftretenden Tropfstein- und Sinterbildungen sowie an den Auflösungserscheinungen oder an der Wasserführung selbst deutlich zu erkennen; andererseits ist es schwierig, im Bereich der Sinterbildungen oder Auswaschungen exakte Werte für kluftstatistische Untersuchungen einzumessen; es treten relativ große Schwankungen der Meßwerte auf, sodaß für statistische Auswertungen relativ viele Meßwerte zur Verfügung stehen müssen.

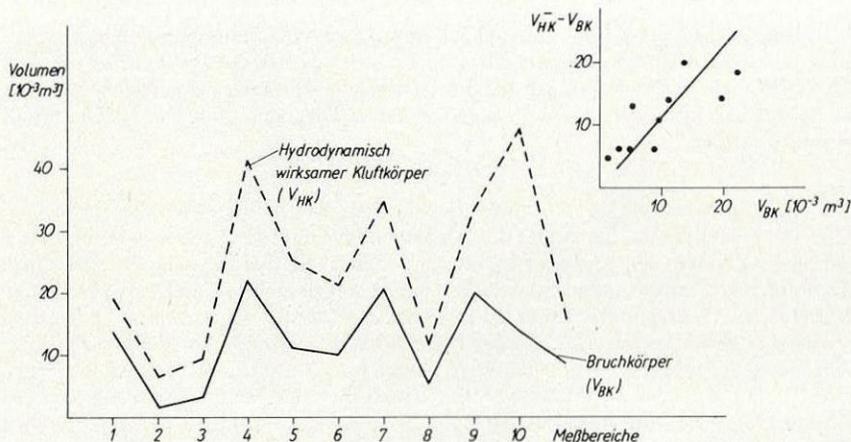


Abb. 2: Volumenvergleich der Kluftkörper in den Rübeländer Höhlen

Tab. 2: Vergleich der Körpervolumina mechanischer Bruchkörper – hydrodynamisch wirksamer Klufkörper

Meßbereich	$V_{BK}$ ( $m^3$ )	$V_{HK}$ ( $m^3$ )	"Faktor"
1	$5,38 \cdot 10^{-3}$	$18,80 \cdot 10^{-3}$	3,5
2	$1,45 \cdot 10^{-3}$	$6,38 \cdot 10^{-3}$	4,4
3	$3,06 \cdot 10^{-3}$	$9,31 \cdot 10^{-3}$	3,0
4	$22,30 \cdot 10^{-3}$	$40,60 \cdot 10^{-3}$	1,8
5	$10,80 \cdot 10^{-3}$	$24,80 \cdot 10^{-3}$	2,3
6	$9,83 \cdot 10^{-3}$	$21,20 \cdot 10^{-3}$	2,2
7	$14,40 \cdot 10^{-3}$	$34,50 \cdot 10^{-3}$	2,4
8	$4,87 \cdot 10^{-3}$	$11,10 \cdot 10^{-3}$	2,3
9	$19,60 \cdot 10^{-3}$	$34,00 \cdot 10^{-3}$	1,7
10	$13,60 \cdot 10^{-3}$	$46,20 \cdot 10^{-3}$	3,4
11	$8,64 \cdot 10^{-3}$	$15,20 \cdot 10^{-3}$	1,8

Der Bruchkörper wurde aus dem Klufabstand jedes Maximums unter Berücksichtigung aller Trennflächen ermittelt. Da eine Einordnung der Gefügekoordinaten nach SANDER nicht möglich war, galt für die Trennflächenabstände der einzelnen Scharen  $a < b < c$ . Die Klufkörper erhielten wir nach einem Diagramm von DITTRICH (1970) mittels der Koeffizienten

$$U = \frac{c}{b} \geq 1 \text{ und } V = \frac{a}{b} \leq 1.$$

Für die Konstruktion des „hydrodynamischen Klufkörpers“ wurden nur Trennflächen berücksichtigt, die Spuren der Wasserbewegung aufwiesen. Das in Abbildung 2 gezeigte Volumen der Klufkörper, begrenzt durch die hydrodynamisch wirksamen Trennflächen, ist stets größer als das der Bruchkörper (vgl. auch Tab. 2). Der Körper hat im Mittel einen quadrigen Habitus (nach DITTRICH 1970); die angegebenen Werte gelten jeweils für den kleinsten Abstand der hydrodynamisch wirksamen Trennflächen (vgl. Abbildung 1). Die unterschiedlichen Wertigkeiten hinsichtlich der Wasserführung zeigen eine Beziehung zu den in Abbildung 1 für die verschiedenen Rupturgrößen angegebenen Abstände der Trennflächen. Das Alter der Trennflächen entspricht den tektonischen Phasen. Im Falle der Rübäländer Kalksteine gehören diese der varistischen Gebirgsbildung an.

Abschließend einige kurze Hinweise zur Öffnungsweite der Klüfte. Deren Ermittlung ist in erster Linie ein meßtechnisches Problem, da am Ausbiß an der Oberfläche fast ausnahmslos Auflösungserscheinungen und Kolkbildungen auftreten. Deshalb muß die Messung hinter dieser Erscheinung ausgeführt werden. Die Öffnungsweite der hydrodynamisch wirksamen Trennflächen geht aus Abbildung 3 hervor. Das Maximum liegt bei 4 mm Öffnungsweite; das ist ein Wert, den auch LOUIS 1974 bei Untersuchungen im Kalkstein ermittelt hat.

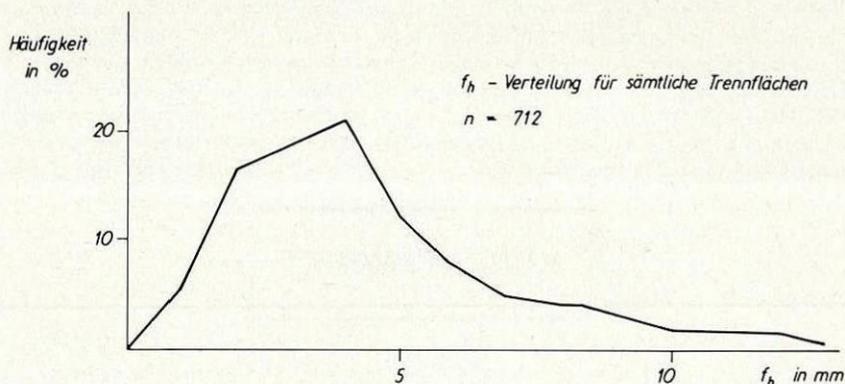


Abb. 3: Häufigkeitsverteilung der Klüftöffnungsweiten von hydrodynamisch wirksamen Trennflächen in den Rübeler Höhlen

#### Erwähnte Literatur:

- Dittrich, E.: Beobachtungen über den Kluftrkörper. Z. Bergakademie 22 (1970) 3, 151–160.
- Jung, W.: Zum subsalinaren Schollenbau im südöstlichen Harzvorland. Mit einigen Gedanken zur Äquidistanz. Z. Geol. 14 (1965) 3, 254–271.
- Louis, C.: Strömungsvorgänge in klüftigen Medien und ihre Wirkung auf die Standsicherheit von Bauwerken und Böschungen im Fels. Diss. Karlsruhe 1974.
- Meier, G.: Ermittlung und Darstellungsmethoden strukturgeologischer Parameter zur Bewertung des geohydraulischen Verhaltens des Felsuntergrundes von Staubbauwerken. Diss. Bergakademie Freiberg 1974.
- Meier, G.: Zum Problem der hydrodynamisch wirksamen Trennflächen. Freib. Forsch.-H., A 597, Leipzig 1978.
- Reuter, F., Meier, G.: Hydrodynamically effective joint-bordered rock bodies. Bull. Engineering Geology, Krefeld (1974) 9, 79–83.
- Reuter, F., Molek, H., Schneevogt, U.: Überblick über die mechanisch und hydraulisch wirksamen Trennflächen in Kalksteinen der Rübeler Höhlen. Fundgrube 12 (1976) 1, 2, 6–16.
- Spiegler, A.: Ein Beitrag zur Beobachtung rezenter und subrezenter karsthydrologischer Vorgänge. Die Höhle 26 (1975), 131–136.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Die Höhle](#)

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: [032](#)

Autor(en)/Author(s): Reuter Fritz, Kockert Werner, Molek Herward

Artikel/Article: [Ein Betrag zur Klärung von karsthydrologischen Erscheinungen - Bemerkungen zu einem Aufsatz von A. Spiegler \(1975\) 103-107](#)