

**Dritter Internationaler Kongreß für Speläologie**

**Troisième Congrès International de Spéléologie**

**Third International Congress of Speleology**

**Band**

**V**

**Themenkreis b**

**Das Studium der Karstentwässerung  
im Hinblick auf Fragen der  
Karstwassernutzung und Wasserversorgung**

**Themenkreis c**

**Beziehungen zwischen Höhlenbildung  
und Oberflächenformung**

**Kommission für konventionelle Zeichen  
und Terminologie**

**WIEN**

**1966**



**Dritter Internationaler Kongreß für Speläologie**

**Troisième Congrès International de Spéléologie**

**Third International Congress of Speleology**

**Band**

**V**

**Themenkreis b**

**Das Studium der Karstentwässerung  
im Hinblick auf Fragen der  
Karstwassernutzung und Wasserversorgung**

**Themenkreis c**

**Beziehungen zwischen Höhlenbildung  
und Oberflächenformung**

**Kommission für konventionelle Zeichen  
und Terminologie**

**WIEN**

**1966**

Gesamtredaktion:

Hubert TRIMMEL

Herausgeber, Eigentümer und Verleger:  
Organisationskomitee des Dritten Internationalen Kongresses für Speläologie  
Verband österreichischer Höhlenforscher  
Obere Donaustrasse 99/7/1/3 - WIEN 2

Satz: Verband österreichischer Höhlenforscher  
Offsetdruck: Akademische Druck- und Verlagsanstalt  
Auerspergasse 12, GRAZ.

Hinweis . . . . .	5
<b>Themenkreis b: Das Studium der Karstentwässerung im Hinblick auf Fragen der Karstwassernutzung und Wasserversorgung. . .</b>	
ANDREAE Horst, Anwendungsmöglichkeiten elektrischer Fernmeßverfahren in der höhlenhydrologischen Forschung . . . . .	9
BINDER Hans, Karsthydrographische Untersuchungen am Blautopf bei Blaubeuren (Kreis Ulm/Donau - Bundesrepublik Deutschland) . . . . .	13
GATTINGER Traugott, Hydrogeologisch-tektonische Vergleichsuntersuchungen im Schneeberggebiet . . . . .	25
JILG Otto, Das Dobratsch-Karstmassiv. Wasserwirtschaftliche Fragen bei seiner Erschließung für den Fremdenverkehr . . . . .	27
KESSLER Hubert, Wasserhaushalts- und Wasserwirtschaftsfragen in Karstgebieten . . . . .	31
MIKULEC Stjepan, Beitrag der Speläologie zur Untersuchung der Wasserkraftausnutzungsmöglichkeiten im jugoslawischen Karst . . . . .	35
MONTORIOL-POUS Joaquín, Las surgencias de las costas de Garraf (Barcelona) . . . . .	43
SZABÓ Pal Zoltan, Angaben zu den hydrodynamischen Eigenschaften des Karstwassers . . . . .	51
THAUVIN J.-P., Observations sur le karst du Jbel Lochab (Rif marocain) . . . . .	61
ZÖTL Josef, Systematische Untersuchungen zur Hydrographie des nordostalpinen Karstes und die Bestätigung ihrer Ergebnisse durch Aufschließungsarbeiten . . . . .	65
Diskussionen . . . . .	73
<b>Themenkreis c: Beziehungen zwischen Höhlenbildung und Oberflächenformung . . . . .</b>	
DROPPA Anton, Untersuchungen der Parallelität von Flußstrassen mit horizontalen Höhlen . . . . .	79
EK Camille, Une relation entre des grottes à développement horizontal et les terrasses fluviales . . . . .	83
GEZE Bernard, Rapports entre phénomènes karstiques et phénomènes géologiques dans le Sud de la France . . . . .	87
HABE France, Die Tektonik des nördlichen Randes des Plukabeckens unter besonderer Berücksichtigung des Höhlensystems von Predjama . . . . .	93

HERRMANN Axel, Vergipsung und Oberflächenformung im Gipskarst . . . . . 99

NOVAK Dušan, Researching the highmountainous karst in Slovenia . . . . . 109

Kommission für konventionelle Zeichen und Terminologie . . . . . 125

AUDÉTAT Maurice, DUMMERMUTH Hans und VETTERLI Albin, La Suisse et les signes conventionnels en spéléologie . . . . . 127

CIGNA Arrigo A., Dizionario speleologico - speleological dictionary . . . . . 147

FINK Max H., Vergleichende Übersicht der für Höhlenpläne vorgeschlagenen und verwendeten Signaturen . . . . . 161

Les Eclaireurs de France: LEXIQUE SPÉLÉOLOGIQUE . . . . . 169

Vorschlag der Subkommission für einheitliche Höhlenplan=signaturen - Proposition de la sub-commission pour des signes conventionnels . . . . . 181

7 Bildtafeln im Textteil

3 Planbeilagen im Textteil

## HINWEIS.

Die Zusammenfassungen der in diesem Band veröffentlichten Vorträge sind bereits im Band A der Akten des Kongresses veröffentlicht. Auf die nochmalige Wiedergabe in diesem Bande wurde daher verzichtet. Von den folgenden angemeldeten Vorträgen, deren Zusammenfassung bereits im Band A der Akten enthalten ist, wurde der vollständige Text dem Generalsekretariat des Kongresses nicht übermittelt, so daß auf die Veröffentlichung in diesem Bande der Akten verzichtet werden mußte:

Les résumés, des communications ont été déjà publiés dans le volume A des Actes du Congrès; ils n'ont pas été répétés dans ce tome-ci. Des communications suivantes dont le résumé a été publié, le texte complet n'a pas été remis par l'auteur et ne sera pas publié:

### Themenkreis b:

BAUER Fridtjof, Die Erstellung eines Karstquellenkatasters als Grundlage wasserwirtschaftlicher Planungen in Karstgebieten

BAUER Fridtjof, Karbonathärteschwankungen von Karstquellwässern in Abhängigkeit von den Einzugsbereichen und den unterirdischen Karstwasserwegen

KESSLER Hubert, Ein Dreihundert-Meter-Siphon in der Seehöhle von Tapolca(Ungarn)

PFEIFFER Dieter, Zur Theorie über das Karstgrundwasser

POPOFF I. V., Karstforschungen beim Wasserhochbau in der UdSSR

### Themenkreis c:

SERBAN Mihai, Die "Rotonda", eine neue Geländeform der unterirdischen Wasserläufe

SERBAN Mihai und VIEHMANN Iosif, Die Gleichartigkeit der unter- und oberirdischen Wasserläufe

WOJCIK Zbigniew, The problem of terraces in the calcareous areas in highlands

Reihenfolge und Gruppierung der Vorträge, die bei der dem "Themenkreis B" gewidmeten Sitzung gehalten wurden, sind dem Bericht über die zusammenfassenden Diskussionen (Seite 73 - 75 des vorliegenden Bandes) zu entnehmen. Zusätzlich zu den Vorträgen, deren Zusammenfassung im Band A der Kongressakten bereits enthalten war, wurden Berichte von T. GATTINGER, G. HORNINGER, O. JILG, St. MIKULEC und F. BAUER-J. ZÖTL gegeben. Der Text dieser Vorträge ist mit Ausnahme jener von G. HORNINGER und von F. BAUER-J. ZÖTL, wo er dem Generalsekretariat nicht vorlag, ebenfalls in den vorliegenden Band der Kongressakten aufgenommen worden.

Die von H. TRIMMEL unter dem Titel "Begriffsbestimmungen der speläologischen Fachausdrücke im Deutschen" gegebene Ankündigung (vgl. Band A der Akten, S.88) ist durch die inzwischen erfolgte Ausgabe von Band C der Akten des Kongresses, "Speläologisches Fachwörterbuch", realisiert worden.





THEMENKREIS B

Herrn ANDREAE

**Themenkreis b**  
**Das Studium der Karstentwässerung**  
**im Hinblick auf Fragen der**  
**Karstwassernutzung und Wasserversorgung**

**Etude sur l'hydrologie karstique vue sous**  
**l'aspect de l'utilisation des eaux karstiques**  
**et de l'approvisionnement en eau**

**Studies of the drainage of Karst areas**  
**considering problems of the utilization**  
**of Karst waters and water supply**

Gliederung

- A. Der Wert exakter Messungen für die Klärung der Speleologie als Wissenschaft.
- B. Einsatzmöglichkeiten moderner technischer Geräte in Höhlen:
  1. Elektrische Temperaturregistrierung und die Luftdruckmessung.
  2. Wasserstandsfernregistrierung.
  3. Elektrischer Strömungsgeschwindigkeitsmesser.
  4. Das Niederanlagenerregistriergerät.
  5. Der Wasserstandsintenzitätsauswertegerät.
- C. Erfahrungen mit dem elektrischen Fernübertragungssystem Hermannshöhle in Röhrland (Nordbayr.)  
Mulleitung.
  1. Beschreibung des Temperaturregistriergerätes.
  2. Spezialisierung des Meßverfahrens auf die Zwecke der Speleologie.
  3. An welchen Stellen der Höhle sind Meßstellen anzubringen?
    - a) Temperaturgefälle zwischen Erdoberfläche und Höhle in Stufen.
    - b) Gesteinstemperatur in der Höhle.
    - c) Wassertemperatur in der Höhle.
    - d) Lufttemperaturmessungen in der Höhle.
  4. Exakte Temperaturregistrieranlage in der Hermannshöhle in Röhrland (Bayern) Meßstellen.
  5. Vorteile der Fernmessung gegenüber der Messung von Hand.



THEMENKREIS B

---

Horst ANDREAE

ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN ELEKTRISCHER FERNMESSVERFAHREN -  
FAHREN IN DER HÖHLENHYDROLOGISCHEN FORSCHUNG.

(Besonders am Beispiel der elektrischen Temperaturfernmessung dargestellt ).

Gliederung:

- A. Der Wert exakter Messungen für die Fundierung der Speläologie als Wissenschaft.
- B. Einsatzmöglichkeiten neuentwickelter hydrometrischer Geräte in Höhlen:
  1. Elektrische Temperaturfernmessverfahren als Kontaktthermometer.
  2. Wasserstandsfernregistriergerät.
  3. Elektrischer Strömungsgeschwindigkeitsmesser.
  4. Das Niederschlagsfernregistriergerät.
  5. Der Wasserstandsminimalschwankungsmesser.
- C. Erfahrungen mit dem elektrischen Fernthermometer in der Hermanns-Höhle in Rübeland /Nordharz.  
Einleitung.
  1. Beschreibung des Temperaturfernmessverfahrens
  2. Spezialisierung des Meßverfahrens auf die Zwecke der Speläologie
  3. An welchen Stellen der Höhle sind Meßstellen interessant
    - a) Temperaturgefälle zwischen Erdoberfläche und Höhle in Stufen
    - b) Gesteinstemperatur in der Höhle
    - c) Wassertemperatur in der Höhle
    - d) Lufttemperaturmessungen in der Höhle
  4. Erste Temperaturfernmessanlage in der Hermanns-Höhle in Rübeland Harz (4 Meßstellen)
  5. Vorteile der Fernmessung gegenüber der Messung von Hand.

## A. Der Wert exakter Messung für die Fundierung der Speläologie als Wissenschaft.

Für jede Naturwissenschaft bilden einwandfreie Meßverfahren, die vergleichbare Meßwerte liefern, die Arbeitsgrundlage. Um der jungen hydrologischen Wissenschaft eine solche exakte Grundlage zu geben, habe ich in den letzten zehn Jahren eine Anzahl elektrischer Meßgeräte und Fernmeßverfahren entwickelt und erfolgreich erprobt.

Durch die nahezu ausschließliche Hinwendung zu elektrischen Fernmeßverfahren konnten besonders folgende Anwendungsvorteile erzielt werden:

Die Verfahren arbeiten in der Regel, verglichen mit den bisher üblichen, mit einer 10 - 20 fachen Meßgenauigkeit. Sie sind trotzdem nur halb so teuer wie die bisherigen. Die Messungen sind viel zuverlässiger als bisher. Einmal sind sie frei von menschlichen Unzulänglichkeiten (fehlerhafte Messung, Meßversäumnis), und zum anderen lassen sie durch ihre Signalisierung sofort jede Störung erkennen. Außerdem werden durch die Anwendung der neuen elektrischen Fernmeßverfahren Arbeitskräfte frei.

Ganz entsprechend wie die allgemeine Anerkennung der Hydrologie als exakte Naturwissenschaft durch gediegene Meßverfahren und überprüfbare Resultate rascher vonstatten geht, so dürfte dies, sogar in verstärktem Maße, für den naturwissenschaftlichen Teil der Speläologie bei Anwendung elektrischer Fernmeßverfahren zutreffen.

## B. Einsatzmöglichkeiten neuentwickelter hydrometrischer Geräte in Höhlen.

Aus der Vielzahl unserer neuen hydrometrischen Verfahren, die besonders auch bei der speläologischen Forschung wertvolles leisten können, seien vor allem folgende genannt:

### 1. Elektrisches Temperaturfernmeßverfahren als Kontaktthermometer.

Über diese Fernmeßeinrichtung sei hier nichts bemerkt, denn im nachfolgenden Abschnitt C. Erfahrungen mit dem elektrischen Fernthermometer, berichte ich über dieses Verfahren ausführlich. Die gleichfalls für die speläologische und besonders höhlenhydrologische Praxis besonders wichtigen elektrischen Verfahren und Fernmeßgeräte kann ich nachfolgend nur nennen.

### 2. Wasserstandsfernregistriergerät.

zur automatischen und absolut genauen Feststellung aller Wasserstände. Hier also für die ständige Überwachung der Wasserstandsschwankungen von Höhlenfließgewässern und Höhlenseen.

### 3. Elektrischer Strömungsgeschwindigkeitsmesser

Dieses handliche und transportable Gerät basiert auf der Kühlwirkung des strömenden Mediums und gestattet Geschwindigkeitsmessungen in der Höhle bis auf mm/sec. genau.

### 4. Das Niederschlagsfernregistrierungsgerät

- hier zur automatischen Bestimmung des Höhlentropfwassers - gestattet eine kontinuierliche und langfristige Messung des wechselnden Tropfwassers.

### 5. Der Wasserstandsminimalschwankungsmesser

- eine Neuentwicklung wie die speläologische vielleicht so interessante Einsickerungsregistrierung - ermöglicht die Feststellung der Wasserstandsveränderungen von Bruchteilen eines mm.

## C. Erfahrungen mit dem elektrischen Fernthermometer in der Hermanns-Höhle in Rübeland/Harz.

### Einleitung:

Die Fernmessung von Temperaturen, namentlich die genaue Fernmessung war bisher nur auf kleine Entfernungen (bis 500 m) möglich, wenigstens in den Fällen, in denen man auf komplizierte mechanisch-elektrische Übermittlungsglieder (auch z. B. bei der Radiosonde) verzichten mußte. Verfahren mit Thermoelementen, temperatur-

empfindlichen Widerständen oder Bolometern vertragen nur mäßig lange Leitungen zwischen Temperaturfühler und Anzeigegerät. Bei Temperaturfernmessungen in Höhlen ergeben sich aber oft große Entfernungen zwischen Meßstelle und Anzeigegerät, die mehrere km betragen können. Hier ist das im folgenden beschriebene Meßverfahren geeignet:

### 1. Beschreibung des Temperaturfernmessverfahrens

Einrichtungen zur Temperaturfernmessung sind in verschiedenster Form bekannt. Es werden Thermoelemente, Thermosäulen, Bolometeranordnungen und ähnliches benutzt.

Bei diesen Verfahren machen sich Leitungswiderstand sowie Thermostrome störend bemerkbar. Weiterhin sind kostspielige und mechanisch empfindliche Anzeige- oder Registriergeräte erforderlich. Sie scheiden für die hydrometrische Praxis aus. Deshalb werden hier einfache, wenig stöempfindliche Bauelemente benutzt. An den einzelnen Meßstellen, z.B. im Erdboden, sind in einer wasserdichten Metallkapsel Thermometer angebracht; es ist ein Quecksilberthermometer, dessen Kugel eine kleine Heizwicklung trägt, und das, wenn es der Grundwasser- oder Bodentemperaturmessung dienen soll, bei 15<sup>0</sup> C einen Einschmelzkontakt P<sub>1</sub> und einen Gegenkontakt P<sub>2</sub> trägt.

Die Messung verläuft folgendermaßen:

Die Heizspule des Thermometers wird von einem konstanten Strom durchflossen, der das Thermometer solange erwärmt, bis der Quecksilberfaden den Kontakt P<sub>1</sub> erreicht hat. Die Zeit, die vom Stromschluß bis zum Schließen des Kontaktes P<sub>1</sub> vergeht, ist abhängig von der Differenz zwischen der Temperatur, die das Thermometer solange erwärmt, bis der Quecksilberfaden den Kontakt P<sub>1</sub> erreicht hat. Die Zeit, die vom Stromschluß bis zum Schließen des Kontaktes P<sub>1</sub> vergeht, ist abhängig von der Differenz zwischen der Temperatur, die das Thermometer beim Einschalten des Stromes hatte und der bei P<sub>1</sub> (15<sup>0</sup>C) liegenden Temperatur. Eine Vorausberechnung der Laufzeit des Thermometers ist wegen des komplizierten Wärmeaustausches kaum möglich. Da sich der Vorgang bei einer bestimmten Temperatur stets in der gleichen Weise abspielt, genügt eine einmalige Eichung in Form von Teilstrichen auf der Registriertrommel.

Die Messung kann natürlich nur in größeren Zeitabständen erfolgen (etwa 10 Minuten), weil sich das Thermometer wieder auf die Umgebungstemperatur abkühlen muß.

### 2. Spezialisierung des Meßverfahrens auf die Zwecke der Speläologie.

In der Speläologie treten nur sehr geringe Temperaturschwankungen auf. Aus diesem Grunde mußte das Meßverfahren den Verhältnissen angepaßt werden die Laufzeit der Thermometer beträgt 1/2<sup>0</sup>C pro Sekunde bei 300 mA Heizstrom (Heizwicklung 15 Ohm). Ein Herabsetzen des Heizstromes empfiehlt sich nicht, da ein zu langsames Ansteigen der Quecksilbertemperatur einen Wärmeaustausch mit der Umgebung zur Folge hat, so daß das Meßergebnis von deren Eigenschaften abhängen würde. Als zweckmäßig erwies sich, die Geschwindigkeit der Meßtrommel zu verdreifachen, wodurch ein Grad C etwa 4 cm groß auf der Skala erscheint, so daß die Ablesegenauigkeit etwa  $\pm \frac{1}{100}^{\circ} \text{C}$  beträgt.

### 3. An welchen Stellen der Höhle sind Meßstellen interessant?

#### a) Temperaturgefälle zwischen Erdoberfläche und Höhle in Stufen

Die Meßstellen können zwischen Erdoberfläche und Höhleninnerem in verschiedenen Stufen angebracht werden. Man erhält so Aufschluß über den Wärmeaustausch zwischen Höhle und Erdoberfläche, der z.B. wesentlich lebhafter wird, wenn Sickerwasser die Schichten durchdringt. Hier wieder in besonderem Maße bei stark porösem Gestein.

#### b) Gesteinstemperatur in der Höhle

In der Höhle selbst sind Messungen in der Decke und im Boden aufschlußreich, besonders in vulkanischem Gebiet, wo sich eine höhere Bodentemperatur ergibt.

c) Wassertemperatur in der Höhle

Die Temperatur der Gewässer in der Höhle gibt oft Aufschluß über deren Herkunft oder Verbleib.

d) Lufttemperaturmessungen in der Höhle

Der Vergleich von Luft und Gesteinstemperatur in der Höhle ist für die verschiedensten Feststellungen ininteressant. So kann beispielsweise dabei ermittelt werden, ob die Lufttemperatur in der Höhle maßgebend vom Höhlengestein (besonders im vulkanischem Gebiet) bzw. von den Wassertemperaturen beeinflusst wird. In bestimmten Fällen wird die Temperatur in der Höhle auch von höhlenfremden Einflüssen mitgestaltet. Von den anthropomorphen Veränderungen (Höhlenbeleuchtung, Besuchereinflüsse) kann in unserem Falle abgesehen werden. Einen wesentlichen Einfluß auf die Ausprägung der Lufttemperatur in Höhlen üben alle Zugänge zur Außenluft aus (Höhleneingänge und Öffnungen). Die Aufgabenstellung erlaubt es hier nicht, auf alle physischen Faktoren, die auf den im Vergleich zur oberirdischen Lufttemperatur außerordentlich gleichmäßig verlaufenden Temperaturgang in Höhlen Einfluß haben, detailliert einzugehen (Einfluß von Höhlenseen verschiedener Tiefe, Höhlenflüsse, große Hohlräume, Hallen, Dome. Ganz zu schweigen von den Verhältnissen in Eishöhlen.

4. Erste Temperaturfernmessanlage in der Hermanns-Höhle in Rübeland/Harz (4 Meßstellen).

Um das Temperaturfernmessverfahren auch in Höhlen auszuprobieren, wurde eine Anlage in der Hermanns-Höhle im Nordharz in Rübeland angebracht. Im Vorraum der Höhle wurde die Meßzentrale aufgestellt, die durch 6 Adern (1 Ader pro Meßstelle und 2 gemeinsame Adern) mit 4 Fernthermometern im Inneren der Höhle verbunden war. Es wurde ein Thermometer im Wasser des Olmensees, eines in einer Gesteinsspalte über dem Olmensee und zwei weitere im Gestein der Schlucht und im Gestein des Saals untergebracht. Als Leitungsmaterial wurde zweiaadriger Klingelleitungsdraht mit Igelitisolation verwendet, der sich gut bewährte. Eine besondere hohe Isolation ist nicht erforderlich. Die Luftfeuchtigkeit in der Höhle machte sich jedoch anfangs anderweitig sehr störend bemerkbar, weil durch die aus den Fernthermometern herausragenden Kabelenden beim Meßvorgang Luft ausgestoßen und später feuchte Luft eingezogen wurde. Das Fernthermometer wurde naß und die Messung falsch.

Durch Vergießen von Kabelenden konnte diese Störung beseitigt und dann stets einwandfreie Messungen gewonnen werden.

5. Vorteile der Fernmessung gegenüber der Messung von Hand.

Fast alle genannten Messungen sind jedoch von Hand kaum durchführbar: Zunächst ergibt die regelmäßige Begehung z. B. mehrmals bei Tag und Nacht viel Mühe und Aufwand. Wenn man dies aber auch in Kauf nähme, so ist es außerdem kaum möglich, genaue Meßwerte zu bekommen. Die Temperatur, welche ja oft in kleinsten Bruchteilen eines Grades steigt und fällt, wird durch Atmung und Wärmestrahlung des Beobachters verändert und das Resultat wird gefälscht. Es ist also fast unumgänglich notwendig, das Ferntemperaturmeßverfahren auch in der Speläologie anzuwenden, wenn genaue und zuverlässige Resultate erreicht werden sollen.

Hans BINDER

KARSTHYDROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN AM BLAUTOPF  
BEI BLAUBEUREN

(Kreis Ulm /Donau - Bundesrepublik Deutschland)

Herrn Oberlandesgeologen  
Dr. Fritz WEIDENBACH (Stuttgart)  
zur Vollendung des 60. Lebensjahres  
gewidmet.

EINFÜHRUNG:

Der Blautopf liegt bei Blaubeuren in einer Nische im ehemaligen Tal der Ur-Donau im Weißen Jura Delta. Die Ur-Donau verließ das Tal während des Höchststandes der Rißzeit vor etwa 200.000 Jahren. Seit dieser Zeit ist es um rund 30-35 m aufgeschottert worden.

Seinen Namen verdankt der Blautopf der wunderschönen blauen Farbe seines Wassers. Die Tiefe von 20,6 m läßt die Eigenfarbe des reinen Wassers voll zur Geltung kommen. Nach Regenfällen trübt sich das Blau zu einem Grün, anhaltende Starkregen oder die Schneeschmelze lassen schmutzigbraune Fluten der Quelle entströmen.

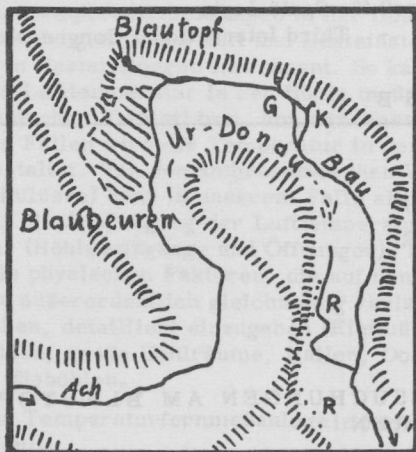
Im Mittel der Abflußjahre 1925-59 betrug die Schüttung 2.160 l/s. Das bekannte Maximum liegt bei 26.200 l/s. (am 4.3.1956), das Minimum bei 350 l/s. (vermutlich am 5.1.1872). Die Abbildung 2 zeigt als Beispiel für die Abflußverhältnisse die Abflußkurve für das trockene Jahr 1959. Typisch für den Blautopf ist das rasche Ansprechen auf Starkregen und Schneeschmelze.

1. Das Einzugsgebiet: Die erste gründliche Bearbeitung des Blautopfes in jeder Beziehung nahm 1929 Hans SIHLER vor. Für seine Überlegungen über die Größe und die Lage des Einzugsgebietes hatte er nur wenige Anhaltspunkte:

a) die von der bayrischen obersten Baubehörde errechnete Abflußspende von 12 l/skm<sup>2</sup> für die ganze Schwäbische Alb,

b) die mündliche Überlieferung, man habe festgestellt, daß das bei Asch versickernde Wasser in der Gieselbachquelle austrete, und

c) die Beobachtungen anlässlich des Wolkenbruches bei Hohenstadt und des Brandes in Treffensbuch.



## QUELLEN BEI BLAUBEUREN

G= Gieselbach K=Kneippbadquelle  
R= obere und untere Riedquellen

0 1000m

Abb. 1

Heute, im Sommer 1961, stehen zur Begrenzung des Blautopf-Einzugsgebietes 11 erfolgreiche Färbungen und Salzungen und 5 sonstige Beobachtungen zur Verfügung. Die von SIHLER vermutete Umgrenzung wurde eindrucksvoll bestätigt und damit auch die von ihm mit 170 - 180 km<sup>2</sup> angenommene Größe. Die Daten der einzelnen Versuche enthält die Tabelle I.

Alle seit 1952 vorgenommenen Färbversuche und Salzungen wurden unternommen, um die Abflußwege geplanter Kanalisationen festzustellen. In Blaubeuren epidemisch auftretende Magenerkrankungen hatten bei einem Blaubeurer Arzt schon 1949 den Verdacht geweckt, das dem Blautopf entnommene Trinkwasser der Stadt Blaubeuren sei verseucht (SCHMEHLE 1949). Bakteriologische Untersuchungen bestätigten den Verdacht und die Färbungen zeigten, woher das verunreinigte Wasser kam. Seit Oktober 1958 wird daher aus dem Blautopf kein Trinkwasser mehr entnommen. Auch die Gemeinde Weiler beabsichtigt, von der Versorgung aus der eigenen Quelle abzugehen. Für die dritte betroffene Trinkwasserquelle, die Lauterquelle, konnten ausreichende Schutzmaßnahmen getroffen werden.

2. Niederschlag, Abfluß und Verdunstung: Leider sind die älteren Aufschriebe über den Blautopfabfluß verlorengegangen. Genauere Berechnungen konnten deshalb nur für die 35 Abflußjahre von November 1924 bis Oktober 1959 vorgenommen werden. Da die Niederschläge der im Einzugsgebiet liegenden Station Westerheim für das Gebiet zu hoch sind, wurden die Station Seifen verwendet, Sie liegen höchstens 3 -5% zu niedrig.

Die am Blautopf abgeflossenen Wassermengen wurden zunächst für ein Einzugsgebiet von 175 km<sup>2</sup> auf l/m<sup>2</sup> umgerechnet. Damit sind von der Bilanzgleichung der im Umlauf befindlichen Wassermenge

$$\text{Niederschlag} = \text{Abfluß} + \text{Verlust}$$

Niederschlag und Abfluß bekannt, der Verlust kann also errechnet werden. Der Verlust schließt ein die Verdunstung durch Wärmeeinwirkung (Vw), den Wasserverbrauch der Pflanzen (Vp) und den verzögerten Abfluß infolge von Frosteinwirkung und Vorratsbildung. (Va). In vielen Gegenden braucht man Va nicht zu berücksichtigen, weshalb man meist Vw und Vp unter der Bezeichnung "Verdunstung" zusammenfaßt. Der zusätzliche Abfluß



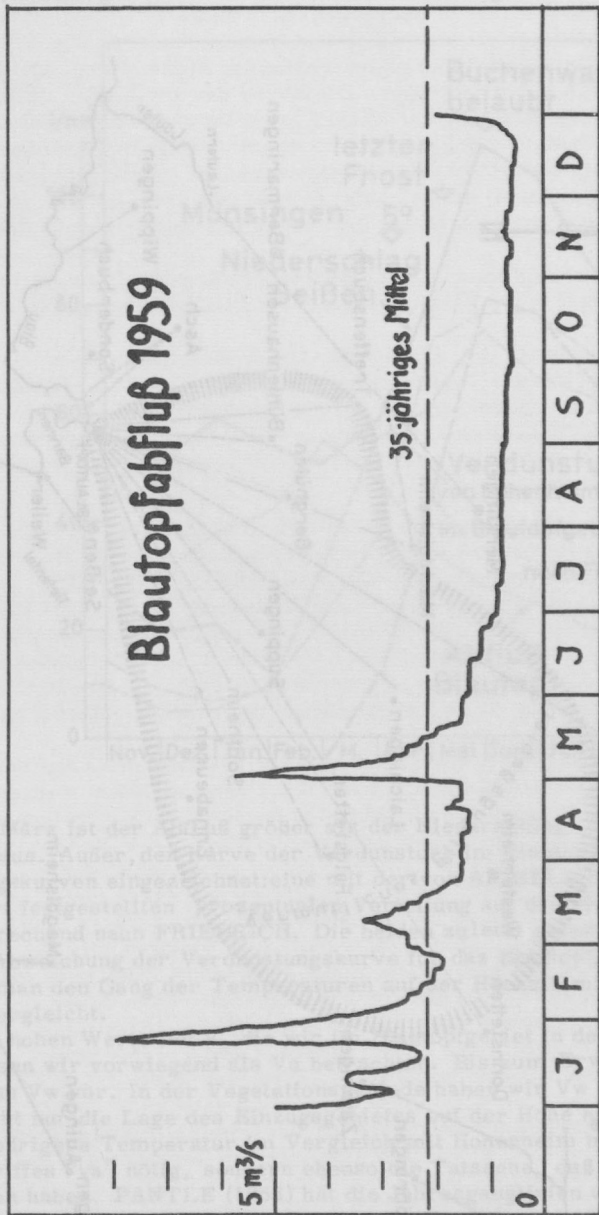
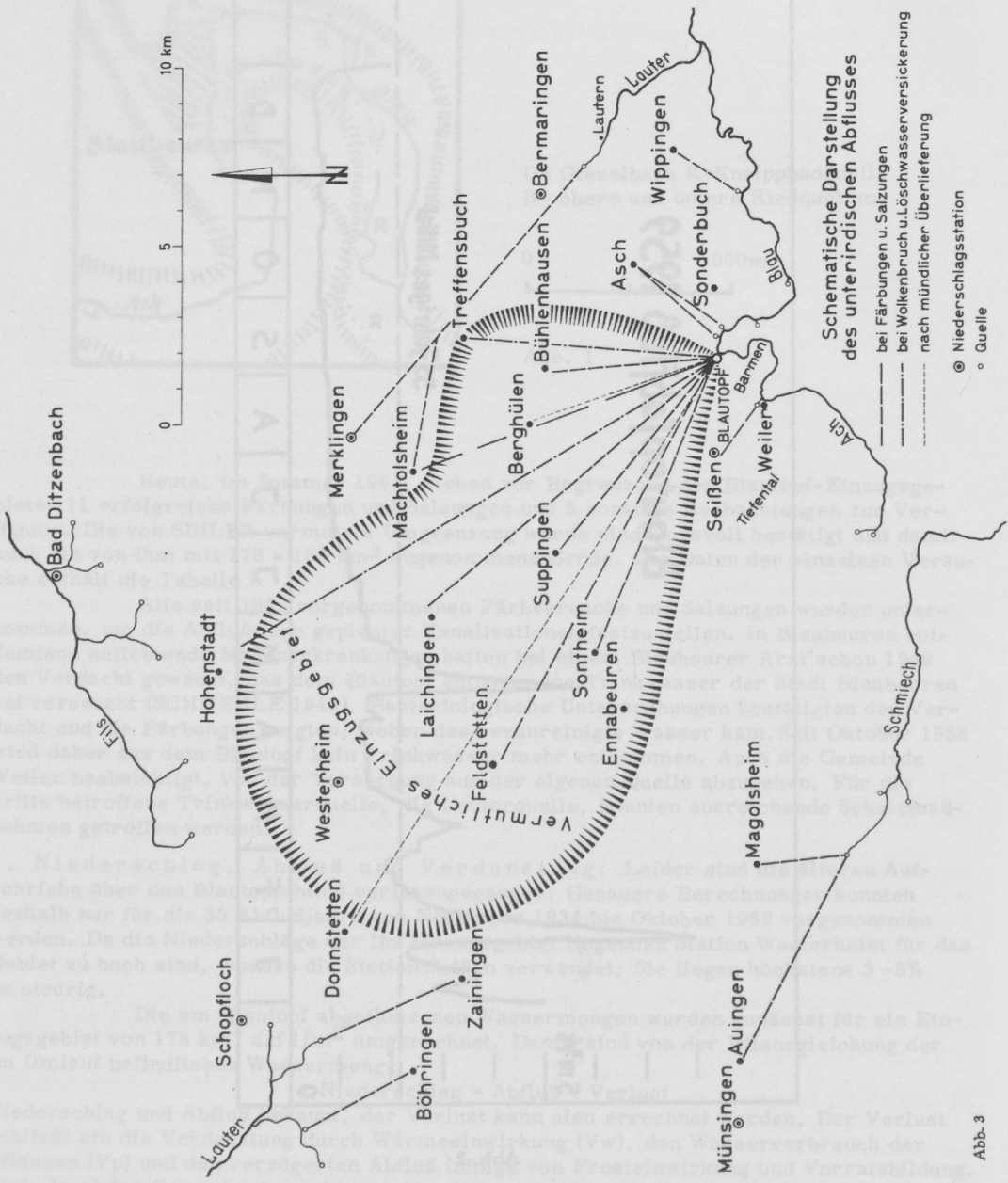


Abb. 2



Schematische Darstellung des unterirdischen Abflusses

- bei Färbungen u. Salzungen
- - - bei Wolkenbruch u. Löschwasserversickerung
- · - nach mündlicher Überlieferung
- ⊙ Niederschlagsstation
- Quelle

aus dem unterirdischen Wasservorrat gleicht sich mit der Speicherung auf lange Sicht aus, so daß er die Abflußhöhe aufs Ganze gesehen nicht beeinflußt.

Die Abbildung 4 stellt die in der Tabelle II mitgeteilten Werte graphisch dar.

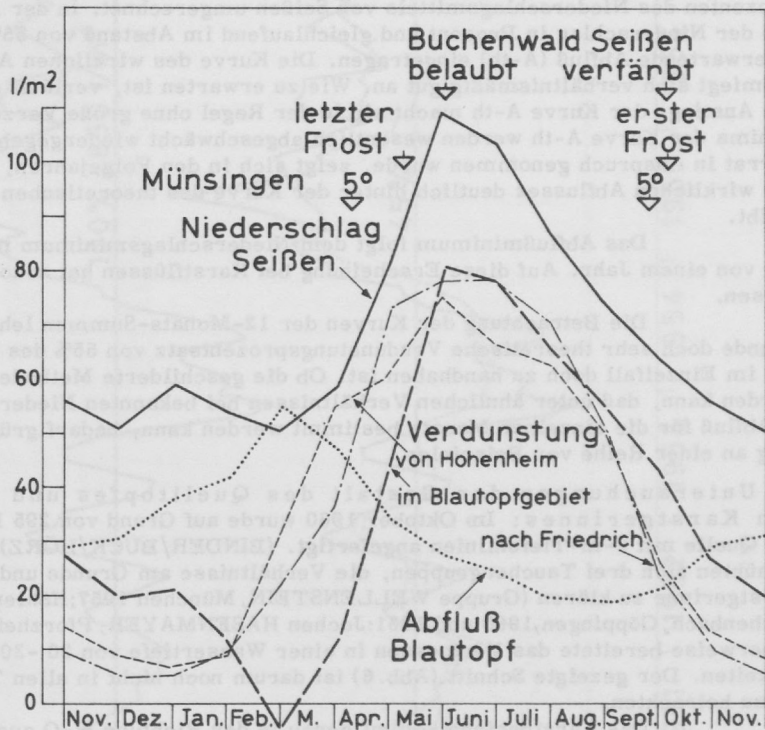


Abb. 4

Im März ist der Abfluß größer als der Niederschlag. Hier wirkt sich die Schneeschmelze aus. Außer, der Kurve der Verdunstung im Blautopfgebiet sind noch zwei Verdunstungskurven eingezeichnet: eine mit der von AICHELE für die Station Hohenheim bei Stuttgart festgestellten prozentualen Verteilung auf die einzelnen Monate, die andere entsprechend nach FRIEDRICH. Die beiden zuletzt genannten Kurven ähneln sich stark. Die Abweichung der Verdunstungskurve für das Blautopfgebiet wird verständlich, wenn man den Gang der Temperaturen auf der Hochalb mit dem auf der Filder bei Hohenheim vergleicht.

Die hohen Werte für V, die wir im Blautopfgebiet in den Wintermonaten feststellen, müssen wir vorwiegend als  $V_a$  betrachten. Bis zum Erwärmen der Vegetation herrscht dann  $V_w$  vor. In der Vegetationsperiode haben wir  $V_w$  und  $V_p$  vor uns.

Nicht nur die Lage des Einzugsgebietes auf der Höhe eines Mittelgebirges und somit die niedrigere Temperatur im Vergleich mit Hohenheim machen aber die Einführung des Begriffes "va" nötig, sondern ebenso die Tatsache, daß wir es mit einem Karstgebiet zu tun haben. PANTLE (1953) hat die Jahresganglinien von Flüssen aus verkarstetem und nichtverkarstetem Gebiet verglichen. Er stellte ein Nachhinken der Ganglinien der Karstflüsse um 2-3 Monate fest.

Um einen Vergleich des Niederschlages mit dem Abfluß auch in den einzelnen Monaten vornehmen zu können, war es nötig, die großen Monatsschwankungen bei Niederschlag und Verdunstung auszuschalten. Angeregt durch die Versuche PANTLES,

eine Hüllkurve für die Abflußganglinien der Fils zu berechnen, schlug ich folgenden Weg ein:

Für den Niederschlag und für den Abfluß wurden 12-Monats-Summen gebildet ( jeder Monat wurde mit den 11 vorhergehenden addiert). Diese Summen wurden in Prozenten des Niederschlagsmittels von Seißen umgerechnet. In der Abbildung 5 wurde nun der Niederschlag in Prozent und gleichlaufend im Abstand von 55% der theoretisch zu erwartende Abfluß (A-th) eingetragen. Die Kurve des wirklichen Abflusses (A-12Mon) schmiegt sich verhältnismäßig gut an. Wie zu erwarten ist, verläuft sie ausgeglichener. Die Anstiege der Kurve A-th macht sie in der Regel ohne große Verzögerung mit. Die Minima der Kurve A-th werden wesentlich abgeschwächt wiedergegeben. Daß hier der Vorrat in Anspruch genommen wurde, zeigt sich in den Folgejahren, in denen die Kurve des wirklichen Abflusses deutlich hinter der Kurve des theoretischen Abflusses zurückbleibt.

Das Abflußminimum folgt dem Niederschlagsminimum mit einer Verzögerung von einem Jahr. Auf diese Erscheinung bei Karstflüssen hat schon PANTLE hingewiesen.

Die Betrachtung der Kurven der 12-Monats-Summen lehrt, daß der im Grunde doch sehr theoretische Verdunstungsprozentsatz von 55% des Jahresniederschlags im Einzelfall doch zu handhaben ist. Ob die geschilderte Methode so weit ausgebaut werden kann, daß unter ähnlichen Verhältnissen bei bekannten Niederschlag der unbekannte Abfluß für die einzelnen Monate bestimmt werden kann, bedarf gründlicher Überprüfung an einer Reihe von Beispielen.

3. Untersuchungen der Gestalt des Quelltopfes und des einmündenden Karstgerinnes: Im Oktober 1960 wurde auf Grund von 295 Lotungen ein Plan der Quelle mit 2-m-Tiefenlinien angefertigt. (BINDER/BUCK/HÖRZ) Zuvor und danach bemühten sich drei Tauchergruppen, die Verhältnisse am Grunde und im einmündenden Karstgerinne zu klären (Gruppe WELLENSTEIN, München 1957; Höhlenforschungsgruppe Eschenbach, Göppingen, 1960 und 1961; Jochen HASENMAYER, Pforzheim 1961). Verständlicherweise bereitete das Vermessen in einer Wassertiefe von 20 -30 m manche Schwierigkeiten. Der gezeigte Schnitt (Abb. 6) ist darum noch nicht in allen Teilen als endgültig zu betrachten.

Das Karstgerinne kommt genau in der Richtung W-O aus den Blautopfgrund. HASENMAYER, der nach seinem Bericht von der Düse aus 100 m weit eingedrungen ist, hat wie die Gruppe Eschenbach, Göppingen, keine Richtungsänderung bemerkt. Diese W-O Richtung ist ein Hinweis auf das hohe Alter des Gerinnes. Wie die oberen Gänge in der Laichinger Tiefenhöhle, die auf die Lauterquelle zu gerichtet sind (OSO), entstand auch dieses Gerinne schon in der Zeit, als für die Bildung der ober- und unterirdischen Abflußwege auf der Alb deren Ostkipfung den Ausschlag gab. Die spätere Südkipfung, deren Beginn für das Pliozän angegeben wird, führte dann zum heutigen Bild der Abflußwege. WAGNER (1929) hatte noch angenommen, diese anhaltende Südkipfung habe in der Rißeiszeit das Ausbrechen der Donau aus der Alb veranlaßt. Nach neueren Feststellungen ist aber zu dieser Zeit keine weitere Südkipfung mehr erfolgt. Eine einleuchtende Erklärung für das Ausbrechen der Donau konnte WEIDENBACH (1952) geben.

Die von der Gruppe Eschenbach, Göppingen (KELLER/WELFHÖFER) erreichte größte Tiefe von 32 m (rund 40 m hinter der Düse) entspricht ungefähr dem Niveau des Ur-Donautales. Hinweise auf ein direkt ins Ur-Donautal entwässerndes Gerinne konnte bisher nicht gefunden werden. Einige Unstimmigkeiten zwischen den Berichten der verschiedenen Taucher müssen noch durch eine gemeinsame Aktion mit Vergleich der benutzten Tiefenmesser geklärt werden. HASENMAYER berichtete, das Gerinne senke sich stetig in großen Absätzen, die verursacht sind durch die Bankung des Weißen Jura Delta. Er kehrte um, als sein Tiefenmesser auf 50 m stand (100 m von der Düse entfernt). WELFHÖFER, der 60 m weit eindrang, las in dieser Entfernung eine Tiefe von 28 m ab. Zwischen seiner Umkehrstelle und der Stelle in 40 m Entfernung von der Düse, wo in einer Tiefe von 32 m KELLER zur Sicherung verblieben war, betrug die Tiefe einmal sogar nur noch 26 m.

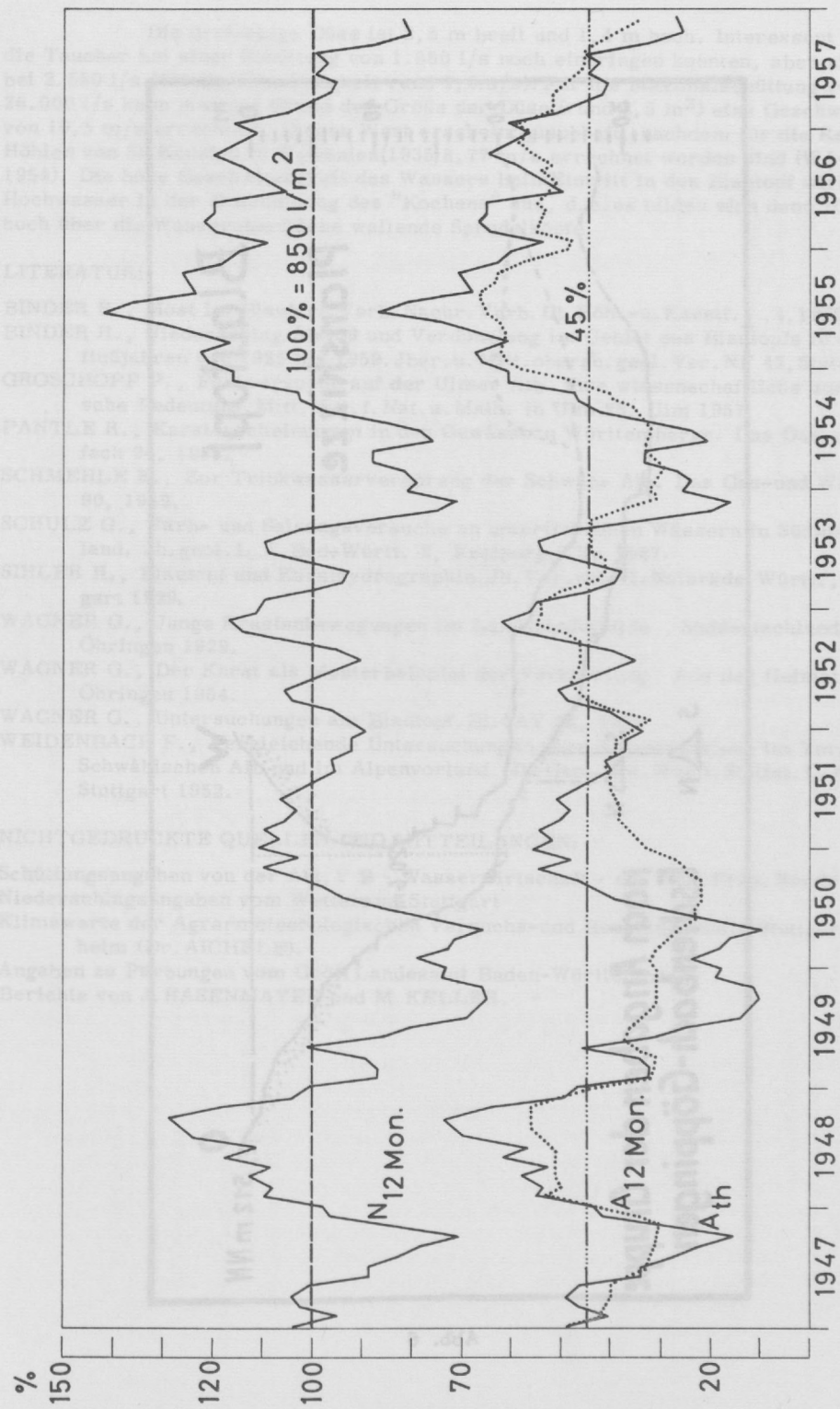


Abb. 5

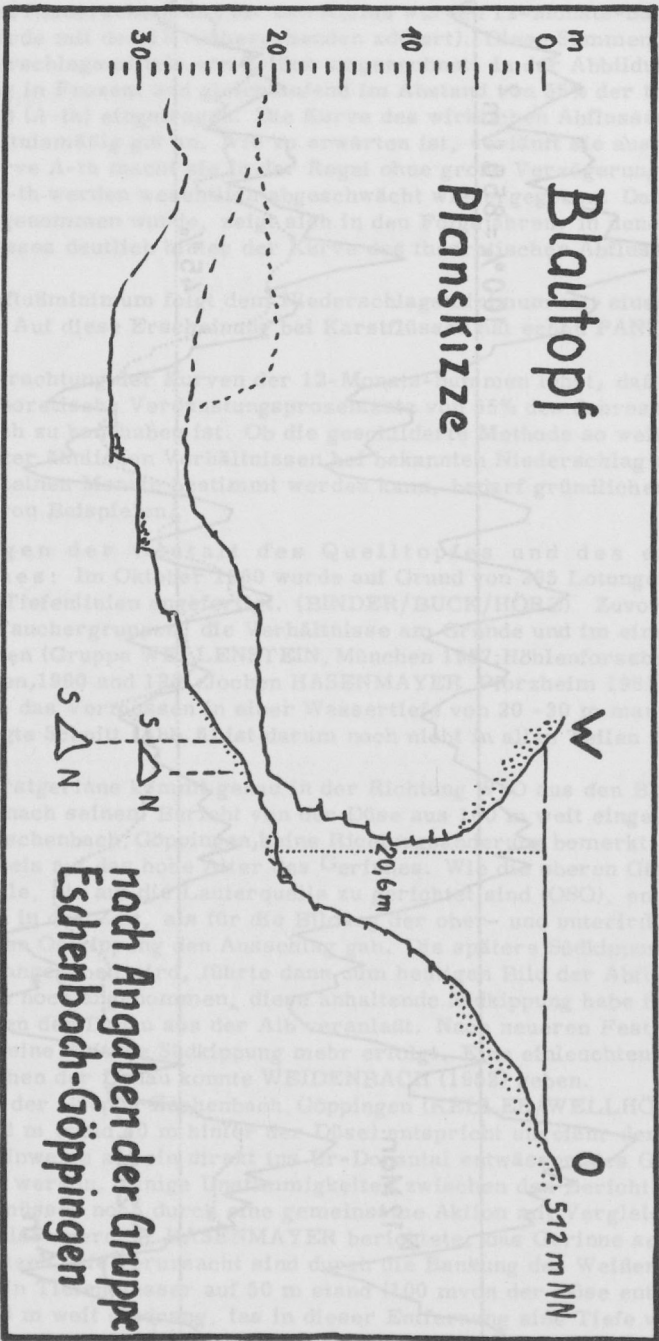


Abb. 6

Die dreieckige Düse ist 3,5 m breit und 1,4 m hoch. Interessant ist, daß die Taucher bei einer Schüttung von 1.850 l/s noch eindringen konnten, aber nicht mehr bei 2.550 l/s (Fließgeschwindigkeit rund 1,0m/s). Für die Maximalschüttung von 26.000 l/s kann man auf Grund der Größe der Düse (rund 2,5 m<sup>2</sup>) eine Geschwindigkeit von 10,5 m/s errechnen. Dieser Wert erscheint glaubhaft, nachdem für die Reka in den Höhlen von St. Kanzian in Slowenien(1935)8,77 m/s errechnet worden sind (WAGNER 1954). Die hohe Geschwindigkeit des Wassers beimEintritt in den Blautopf wirkt sich bei Hochwasser in der Erscheinung des "Kochens" aus, d.h.es bilden sich dann 10-15 cm hoch über die Wasseroberfläche wallende Sprudelköpfe.

#### LITERATUR:

- BINDER H., Most im Blautopf. Verb. Nachr. Verb. Dt. Höh.-u. Karstf. 4, 4, 1958  
BINDER H., Niederschlag, Abfluß und Verdunstung im Gebiet des Blautopfs in den 35 Abflußjahren von 1925 bis 1959. Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver. NF 42, Stuttgart 1960  
GROSCHOPF P., Färbversuche auf der Ulmer Alb. ihre wissenschaftliche und praktische Bedeutung. Mitt. Ver. f. Nat. u. Math. in Ulm 25, Ulm 1957  
PANTLE R., Karsterscheinungen in den Gewässern Württembergs. Das Gas- und Wasserfach 94, 1953.  
SCHMEHLE E., Zur Trinkwasserversorgung der Schwäb. Alb. Das Gas- und Wasserfach 90, 1949.  
SCHULZ G., Färb- und Salzungsversuche an unterirdischen Wässern in Südwestdeutschland. Jh. geol. L. A. Bad. Württ. 2, Freiburg i. Br. 1957.  
SIHLER H., Blautopf und Karsthydrographie. Jh. Ver. vaterl. Naturkde. Württ., 85, Stuttgart 1929.  
WAGNER G., Junge Krustenbewegungen im Landschaftsbilde Süddeutschlands. Öhringen 1929.  
WAGNER G., Der Karst als Musterbeispiel der Verkarstung, Aus der Heimat 62, Öhringen 1954.  
WAGNER G., Untersuchungen am Blautopf. Bl. SAV 64, 1958  
WEIDENBACH F., Vergleichende Untersuchungen über Talentwicklung im Vorland der Schwäbischen Alb und im Alpenvorland. Jh. Geol. Abt. Württ. Statist. L. A. 2, Stuttgart 1952.

#### NICHTGEDRUCKTE QUELLEN UND MITTEILUNGEN:

- Schüttungsangaben von der Abt. V B - Wasserwirtschaft - des Reg. Präs. Nordwürttemberg;  
Niederschlagsangaben vom Wetteramt Stuttgart  
Klimawerte der Agrarmeteorologischen Versuchs- und Beratungsstelle Stuttgart-Hohenheim (Dr. AICHELE).  
Angaben zu Färbungen vom Geol. Landesamt Baden-Württemberg  
Berichte von J. HASENMAYER und M. KELLER.

TABELLE I:

## VERSUCHE ZUR BESTIMMUNG DER ABFLUSSWEGE IM BLAUTOPFGERBIET

	a	b	Datum	c	d	e	f	Bemerkungen
Trreffensbuch		B	25.10.1927	72	7,0	23,3	97	Trübung nach Brand
Bühlhausen	F	B	18.10.1958	45,30	4,8	31,8	106	zuvor mosttrüb
Bergdülen	N	B		?	5,2	43,8	?	
Machtolsheim	F	B	24. 2.1960	95	9,8	18,1	103	m. Spektralphotometer
Hohenstadt	N	B	1924	24-30	17,0	16,9	570-710	Wolkenbruch
Lalchingen	F	B	31. 3.1952	35	11,0	21,3	315	Schneeschmelze
Suppingen	F	B	30. 8.1957	107	7,0	33,3	64	
Domstetten	N	B		?	20,0	14,4	?	
Feldstetten	F8S	B	21. 4.1961	137,30(F)	13,0	18,3	94,5	
Sonthelm	F+S	B	21. 4.1961	143 (S)	13,0	18,3	91	
Westerheim	F	B	14. 5.1960	70	8,5	20,6	123	
Asch bei Asch	N	G	Juni 1954	erfolglos	16,0	18,0		
Asch	F	G		?	3,1	50,9	?	
	F	G	1924	?	2,0	74,0	?	
	F	G	6. 8.1957	38,30	3,1	50,9	80	
	F	K	6. 8.1957	39,30	3,0	53,3	77	
Merklingen	S	L	6.12.1954	136	10,0	18,8	73	
	S	BL	6.12.1954	256	10,0	18,8	38,5	
Machtolsheim	F	L+BL	24. 2.1960	92	10,8	15,5	117	
Zainngen	F	D	vor 1933	ca.48	4,5	44,4	94	
Seifen	F	W	6.12.1954	84	2,1	80,9	25	n. Einsetzen v. Regen

- a Art der Bestimmung  
 b Wiederaustrittsstelle der Wasser  
 c Verweildauer in Stunden  
 d Luftfönde bis zum Wiederaustritt in km  
 e Gefälle in Promille  
 f Maximale Geschwindigkeit in km/h

- a  
 F Farbaufgabe  
 N Niederschlag  
 S Salzung

- b  
 B Blautopf (512 m)  
 BL Brunnen Lautern (522 m)  
 D Quelle im Donntal (600 m)  
 G Gieselbach (507 m)  
 K Kneippbad (505 m)  
 L Lauterquelle (522 m)  
 W Quelle in Weller (530 m)

2. Welle n. Schneeschm.

n. Einsetzen v. Regen



TABELLE II:

35-JÄHRIGE MITTEL (1925-59) FÜR EIN EINZUGSGEBIET VON 175km<sup>2</sup>

	Niederschlag Seißen		Abfluß Blautopf		Verdunstung (Vw+Vp+Va)	
	l/m <sup>2</sup>	%	l/m <sup>2</sup>	%	l/m <sup>2</sup>	%
Januar	59	7,0	38	9,7	21	4,6
Februar	54	6,4	42	10,8	12	2,6
März	51	6,0	55	14,1	-4	-0,9
April	58	6,8	47	12,1	11	2,4
Mai	82	9,7	35	9,0	47	10,3
Juni	109	12,9	28	7,2	81	17,7
Juli	103	12,2	25	6,4	78	17,1
August	86	10,2	20	5,1	66	14,4
September	74	8,7	19	4,9	55	12,0
Oktober	64	7,5	21	5,4	43	9,4
November	56	6,6	29	7,4	27	5,9
Dezember	51	6,0	31	7,9	20	4,4
Jahr	847	100,0	390	100,0	457	100,0
	850 = 100 %		= 45 %		= 55% (abgerundet)	

... die zu längerem Aufenthalt einladen.

Im Schneeberg- und Raxengebiet ist das etwas anderes. Denn dort entspringen die Wiener Hochquellen, Karstquellen, die einen wesentlichen Teil der Wiener Wasserversorgung sichern müssen.

Um die Beibehaltung dieser Quellen besser garantieren zu können, ist es unter anderem notwendig, den Messerverkehr von Einzugsgebiet fernhalten und eine Geotrolle zu legen, in die hinein keine Maßnahmen reichen dürfen, welche die Qualität des Wassers ungünstig verändern können.

Im Rahmen der Geologischen Bundesanstalt habe ich mich in den letzten Jahren sowohl mit der Abgrenzung des Schutzgebietes im Allgemeinen, als auch mit der Beziehung zu benachbarten Flüssen, in denen Selbstbau- bzw. Liffingprojekte sehr am Raxengebiet zu beobachten waren, auseinandergesetzt.

Zunächst waren dabei stets die geologischen Gesichtspunkte im Betracht zu sein. Die sind ja für den Ansatz einer Grenzziehung entscheidend. Schneeberg und Rax bilden einen tektonischen Einzelf der kalkhochalpinen, sogenannten hochalpinen Kaunzerzone, an diese bildet im zu besprechenden Raume eine große Karstschicht, die aus unter- und mittelmirdischer Kalken bestehend, mit ihren tiefstliegenden Werra-Basis-Schichten im Süden der Grauwackenzone, im Norden der jura-vorpalpinen tektonischen Elementen aufliegt. Die Grauwackenzone wird dort von tonalischen Schieferungen, Gröngesteinen und Porphyroidmassen aufgebaut, die mit triadischen und vorpalpinen Elementen bestehen aus triadischen und jurassischen Sandsteinen, Mergeln, Mergelkalken, Kalken und Dolomiten, die ganz im Gegensatz zur Basisförmigen Lagerung der hochalpinen Kalk-Dolomit-Masse von Schneeberg und Rax ein schalen- und streifenförmiges Auftreten zeigen.



THEMENKREIS B

---

Traugott GATTINGER

HYDROGEOLOGISCH-TEKTONISCHE VERGLEICHSUNTERSUCHUNGEN  
IM SCHNEEBERGGEBIET.

Die Hochgebirgslandschaft des Schneeberges und der Rax im Süden von Wien lockt an schönen Wochenenden Tausende von Menschen an, die in den romantischen Tälern und auf den felsigen Höhen Erholung und Entspannung suchen.

In solchen Gegenden ist es heute üblich, daß die Erschließung durch die Anlage von Straßen, Bergbahnen, Seilbahnen und Lifts gefördert wird, um jedermann die Erreichung seines entlegenen oder hochgelegenen Ausflugszieles möglichst bequem zu machen. An Ort und Stelle entstehen dann gewöhnlich immer größere Berghotels und Massenunterkünfte, die zu längerem Aufenthalt einladen.

Im Schneeberg- und Raxgebiet ist das etwas anderes. Denn dort entspringen die I. Wiener Hochquellen, Karstquellen, die einen wesentlichen Teil der Wiener Wasserversorgung sichern müssen.

Um die Reinhaltung dieser Quellwässer garantieren zu können, ist es unter anderem auch notwendig, den Massenverkehr vom Einzugsgebiet fernzuhalten und eine Grenze festzulegen, in die hinein keine Maßnahmen reichen dürfen, welche die Qualität des Trinkwassers ungünstig verändern können.

Im Rahmen der Geologischen Bundesanstalt habe ich mich in den letzten Jahren sowohl mit der Abgrenzung des Schutzgebietes im Allgemeinen, als auch mit der Grenzziehung in besonderen Fällen, in denen Seilbahn- bzw. Liftprojekte nahe am und im Karstgebiet zu beurteilen waren, auseinandergesetzt.

Zunächst waren dabei stets die geologischen Gesichtspunkte in Betracht zu ziehen. Sie sind ja für den Ansatz einer Grenzziehung entscheidend. Schneeberg und Rax gehören einer tektonischen Einheit der kalkhochalpinen, sogenannten hochjuvavischen Deckenmasse, an. Diese bildet im zu besprechenden Raume eine große Karstschüssel, welche, aus unter- und mitteltriadischen Kalken bestehend, mit ihren tieftriadischen Werfener Basis-Schichten im Süden der Grauwackenzone, im Norden tiefjuvavischen und tioralisch-voralpinen tektonischen Elementen aufliegt. Die Grauwackenzone wird dort von paläozoischen Schieferserien, Grüngesteinen und Porphyroidmassen aufgebaut, die tiefjuvavischen und voralpinen Elemente bestehen aus triadischen und jurassischen Sandsteinen, Mergeln, Mergelkalken, Kalken und Dolomiten, die - ganz im Gegensatz zur schüsselförmigen Lagerung der hochalpinen Kalk-Dolomit-Masse von Schneeberg und Rax - ein schollen- und streifenförmiges Auftreten zeigen.

Die grobe geologische Gliederung, wie sie hier eben gegeben wurde, weist, wie sich durch die Untersuchungen herausgestellt hat, bereits den Weg für die Grenzziehung um ein Schutzgebiet in diesem Bereich. Vor Beginn der Untersuchungen war dies noch eine völlig offene Frage, denn das Problem war ja gerade, ob den tektonischen Einheiten, die durch rein geologische Bearbeitung des Gebietes gefunden wurden, auch Gewässerbezirke entsprechen, deren Grenzlinien mit den tektonischen Grenzlinien korrespondieren.

Um dies zu ergründen, wurden nach einem bestimmten System aus dem ganzen Gebiet Proben von insgesamt 157 verschiedenen Quellen entnommen und analysiert. Die Analysenwerte für pH, Gesamthärte, Karbonhärte, Nichtkarbonathärte, CaO, MgO, Cl und SO<sub>4</sub> wurden in Form von Diagrammen untereinander verglichen. Insgesamt kamen auf diese Weise 1226 Analysendaten zur Auswertung.

Dabei ergab sich eine natürliche, zwanglose Gliederung in 5 Wassertypen und zwar:

1. Wässer des Hochquellentypus, die den zu schützenden Hochquellenwässern entsprechen und deren Auftreten auf die verkarstete hochalpine tektonische Einheit beschränkt ist. Diese Wässer liegen in folgenden Wertbereichen: pH 6,4-8,2. Gesamthärte 6,8-13,7 dH°. Karbonathärte 6,2-12 dH°. Nichtkarbonathärte 0-3,6 dH°. CaO 40-98 mg/l. MgO 1-41 mg/l. Cl 0-10 mg/l. SO<sub>4</sub> 0-62 mg/l.

2. Wässer des Randtypus. Sie treten in den Randgebieten der Karstschüssel auf. Ihr Charakter: pH 6,8-7,8. Gesamthärte 12,2-20 dH°. Karbonathärte 7-15,1 dH°. Nichtkarbonathärte 3,8-7,6 dH°. CaO 78-184 mg/l. MgO 4-60 mg/l. Cl 0-9 mg/l. 2 Einzelwerte bei 32 und 36 mg/l. SO<sub>4</sub> 15-138 mg/l.

3. Wässer des Extremtypus, welche in den basalen Werfener Schiefren auftreten und damit auch vorwiegend in den Randgebieten um die Karstschüssel vorkommen. Sie zeigen folgende charakteristische Wertbereiche: pH 7,2-8,4. Gesamthärte 19,2-38,6 dH°. Karbonathärte 6,7-19,6 dH°. Ein Wert bei 21°. Nichtkarbonathärte 10,1-13,4 und 20-26,6 dH°, ein Wert bei 50,2. CaO 173-78 und 240-329 mg/l, ein Wert sogar bei 516 mg/l. MgO 12-55 mg/l, ein Wert bei 211 mg/l. Cl 6-9 mg/l. SO<sub>4</sub> 183-475 mg/l, ein Wert sogar bei 857 mg/l.

4. Wässer des Vorgebirgstypus. Diese Wässer entstammen sämtlich aus jenen Gebirgstteilen, die der Karstschüssel vorgelagert sind. Sie besitzen folgende Wertbereiche: pH 6,8-8,4. Gesamthärte 11-21,8 dH°. Karbonathärte 9,5-19,8 dH°. Nichtkarbonathärte 0,5-3,5 dH°. CaO 77-189 mg/l. MgO 2-61 mg/l. Cl 5-12 mg/l, zwei Einzelwerte bei 22 und 53 mg/l. SO<sub>4</sub> 5-28 mg/l.

5. Wässer des Grauwackentypus. Wie der Name sagt, entstammen sie der Grauwackenzone und besitzen folgende Wertbereiche: pH 5,7-7,2. Gesamthärte 1,3-6,7 dH°. Karbonathärte 0,6-6,7 dH°. Nichtkarbonathärte 0-3,1 dH°. CaO 9-51 mg/l. MgO 1-27 mg/l. Cl. 4-10 mg/l. SO<sub>4</sub> 0-34 mg/l.

Bei der Eintragung der verschiedenen Wassertypen in eine hydrogeologische Karte hat sich schließlich ergeben, daß die Grenzlinien zwischen den Wassertypen mit den tektonischen Grenzlinien korrespondieren, woraus sich ergibt, daß den tektonischen Einheiten auch Wasserbezirke entsprechen, in deren Grenzen gleiche Wassertypen auftreten. Da sich, wie die Untersuchungen ergeben haben, solche Abgrenzungen nicht nur zwischen kalkalpinen und kristallinen tektonischen Elementen, sondern auch zwischen kalkalpinen tektonischen Elementen untereinander einwandfrei finden lassen, eignet sich diese Methode der hydrochemisch-tektonischen Vergleichsuntersuchungen bestens zur allgemein schwierigen Findung von Schutzgebietsgrenzen in Karstgebieten. Wir sind nunmehr darangegangen, diese Methode noch zu verfeinern, zu ergänzen und in intensiverem Maße anzuwenden.

Otto JILG

DAS DOBRATSCH - KARSTMASSIV  
WASSERWIRTSCHAFTLICHE FRAGEN BEI SEINER ERSCHLIESSUNG  
FÜR DEN FREMDENVERKEHR

Die vorgesehene Erschließung:

Der Dobratsch, auch Villacher Alpe genannt, jener bis zu 2166 m Seehöhe ansteigende Gebirgsstock bildet eine Einheit, die von Brüchen und zwar dem Bleiberger Tal im Norden, dem Nötschbach im Nordwesten und dem Tal der Gail im Süden und Osten begrenzt wird. Das ganze Massiv scheint im Übrigen auch von zahlreichen Querbrüchen durchsetzt zu sein (Grenzbruch Kilzerberg im Westen und bei Warmbad Villach im Osten).

Dieser große Kalkblock baut sich bekanntlich aus durchlässigem Gestein auf; die Hochfläche ist Grünkarst, die Humusschichte mitunter nur sehr schwach. Dazu kommt noch, daß am Ostende die äußerst wertvollen Thermalquellen von Warmbad Villach austreten und nordöstlich das Quellgebiet mit den bedeutendsten Wasserspendern für die Stadt Villach liegt.

Im Rahmen dieses Kurzreferates kann natürlich nicht auf die interessante Geologie, auf die mehrfach stattgefundenen Bergstürze in das Gailtal hinab und auf die schon lange erwogenen Absichten der Erschließung dieses Berges für den Fremdenverkehr eingegangen werden. Am 15.6.1960 kam es zur Gründung der Villacher Alpenstraßen-Fremdenverkehrsgesellschaft mbH (im folgenden kurz Gesellschaft genannt) und bereits am 25.6.1961 wurde mit dem Bau einer 6 m breiten, 16 km langen Mautstraße bis zur Roßtratte auf 1700 m Seehöhe begonnen.

Am Ende dieser Aussichtsstraße ist in einem eigens hiefür vorgesehenen Sonderbaugelände ein Hotelzentrum mit 500 Betten geplant. Da man überdies noch mit 2000 Fluggästen täglich, das sind solche, die sich nur tagsüber am Dobratsch aufhalten werden, rechnen muß, so ergibt sich daraus, knapp berechnet, ein Trink- und Wirtschaftswasserbedarf von 4-5 sl, welche Menge auch als Abwasser wieder unschädlich abzuleiten ist.

Entlang der Straße sind nur Park- und Aussichtsplätze, Abstellspuren und Wegmacherhäuser geplant. Von der Roßtratte aus sollen zahlreiche Sessel- und Schlepplifte nach allen Richtungen führen.

## Die wasserwirtschaftlich zu lösenden Probleme.

Sie wurden durch folgende Umstände erzwungen:

1. Die Villacher Alpe ist seit 1942 "Landschaftsschutzgebiet"; überdies ist der Steilabfall nach Süden mit der sogenannten "Schütt" wegen der eindrucksvollen und einmaligen Vegetationsentwicklung auch "Naturschutzgebiet".
2. Durch eine Verordnung des Landeshauptmannes vom Jahre 1939 ist ein im Osten des Gebirgsstockes gelegenes Gebiet zugunsten der radioaktiven Heilquellen in Warmbad Villach zum "Quellschutzgebiet" erklärt worden. Innerhalb dieser rund 14 km<sup>2</sup> großen Fläche bedürfen Grabungen, Bohrungen und Sprengungen aller Art über 2 m Tiefe der wasserrechtlichen Genehmigung. Die Straße wird nunmehr auf 6 km Länge bis zur Storfhöhe in ihrem ersten Bauabschnitt über dieses Schutzgebiet führen.
3. Im Gemeindegebiet Fellach besitzt die Stadt Villach seit 1942 ein - wenn auch bescheidenes - weiteres Schutzgebiet mit Weide-, Bau- und Schürfverbot, des Verbotes der Anlage neuer Wege und Straßen, von Sickergruben und dgl. mehr. An diesem Gebiet führt die Straße knapp vorbei.

## Die Vorschriften für den Straßenbau.

Es mußten im wasserrechtlichen Verfahren jene Maßnahmen vorgeschrieben werden, die den Eigentümern der Heilquellen, sowie der Stadt Villach nach menschlichem Ermessen einen unbedingten Schutz gegen Verunreinigungen ihrer Anlagen verbürgen. Handelt es sich doch in diesem Thermengebiet um rund 50 verschiedene, teils ständig, teils nur periodisch fließende Quellen (Maibachl, Hungerbach) in der bedeutenden Menge von zusammen 300 - 400 sl, wobei die Wasserwärmen zwischen 14 und 28°C schwanken. Für die Stadt Villach handelt es sich hingegen um eine zu schützende Quellwassermenge von zusammen rund 400 bis 700 sl. (Union-, Thomas- und Möltschacher Quelle).

Ich war vor allem darauf bedacht, das Eindringen von flüssigen Brenn- und Treibstoffen in diesen Karstkörper durch Vorschriften unter allen Umständen zu unterbinden. Daher dürfen im Zuge des gesamten Straßenbaues keine Tankstellen errichtet werden und kommen für die Unterkünfte auf der Roßtratte keine Ölfeuerungsanlagen für Beheizungszwecke in Frage. Man bedenke doch nur die Folgen, wenn z. B. auf der, wenn auch wintersicher gehaltenen und geräumten Höhenstraße ein Treibstofftransportwagen beschädigt wird oder umstürzt; eine Annahme, die in Anbetracht vieler derartiger in letzter Zeit auch in Österreich vorgekommenen Unfälle im ebenen Gelände und bei breiten Straßen nicht bei den Haaren herbeigezogen ist. Zur Aufnahme etwaiger Öl- und Benzinreste sind auf den Parkplätzen und Abstellspuren normgerechte Abscheider mit nachgeschalteten Koks- oder Fasertropfkörpern zu errichten. Die erforderlichen Steinzeugrohrleitungen haben eine Betonumhüllung zu erhalten. Die Versickerung von Abwässern und das Einschwemmen von Abfällen ist verboten. Natürlich ist bei unvermeidbaren Sprengungen mit aller gebotenen Vorsicht vorzugehen.

Den Straßenbauunternehmungen wurde vorgeschrieben, daß zum Betrieb der Kompressoren oder sonstigen Baumaschinen Treibstoffe jeweils nur bis zu einer Menge von 200 Liter (ein Barel) auf einmal befördert werden dürfen und je Baustelle nur eine Bevorratung in der gleichen Menge gestattet ist. Diese Vorratsbehälter dürfen nur zu Tage angelegt werden und müssen unbedingt eine Schutzschale erhalten. Unter jeder mit Treibstoff angetriebenen Baumaschine muß ein Schutzblech angebracht werden, um eventuell herabtropfende Treibstoffe oder Öle mit Sicherheit aufzufangen.

Grundsätzlich muß auf den Baustellen sauber gearbeitet werden, d. h. die Arbeiter sind anzuweisen, Speisereste (z. B. benützte Sardinendosen), Ölfetzen und dgl. in vorbereiteten Blechbehältern (Koloniakübeln) zu deponieren, die dann ebenso wie leere Treibstoffkanister, Asphaltstückstände, Schutt und dgl. unverzüglich in den Talboden zu liefern sind. Bei den Arbeiter-Unterkünften sind wasserdicht verschliffene Senkgruben anzulegen; zu den weiteren gelenkten sanitären Maßnahmen gehört auch, daß den Arbeitern die Verrichtung der Notdurft im freien Gelände verboten wird. Dafür wurden auf den

einzelnen Baustellen tragbare Klosetts mit Blechbehältern aufgestellt. Die Abwässer aus den Waschräumen in den Baubaracken und aus der Küche (Kantine) sind in ausreichend dimensionierten Seifen- und Fettabscheidern zu reinigen.

Um die Einhaltung dieser wichtigen Vorschriften zu gewährleisten, wurde eine eigene wasserrechtliche Bauaufsicht bestellt. Nach den bisher vorgelegten Zwischenberichten sind die Unternehmer tatsächlich bestrebt, diese Bedingungen zu erfüllen.

Die Frage der Beschaffung von Trink- und Wirtschaftswasser.

WEDAM hat in seiner Inauguraldissertation über die Villacher Alpe über 900 m Seehöhe keine nennenswerten Quellausbrüche festgestellt. Ganz bescheidene Rinnale versorgen die zwischen 1400 und 1650 m befindlichen Schutz- und Jagdhütten. Hingegen entspringen im Weißenbachtal und zwar bei Heiligengeist, Hüttendorf und Bleiberg, sowie in der Nötscher Senke, aber auch am Südfall sehr brauchbare Quellen. Die Idee, in der Nähe der geplanten Hotels und sonstigen Unterkünfte moderne Zisternen anzulegen, mußte fallen gelassen werden, weil

1. die Niederschlagsverteilung am Dobratsch ebenso wenig dafür spricht wie die Menge; das Jahresmittel im letzten Fünfzigjahrschnitt betrug nur 1396 mm.
2. ein derartiges Wasser mit nicht unerheblichen Kosten aufbereitet werden müßte und weil
3. Dozent DOSCH den Einfluß ionisierender Strahlen befürchtet.

Der gesamte Wasserbedarf wird daher für das Hotelzentrum auf der Roßtratte von den im Weißenbachtal oberhalb von Heiligengeist befindlichen Quellen (Brunntrattenquelle auf 1050 m, Seboquelle auf 905 m und Heiligengeistquelle auf 900 m Seehöhe) bei einem Höhenunterschied von 730 m hochgepumpt werden müssen. Diese Quellen sind nach den chemischen Kennzahlen recht brauchbar, wenngleich ihre Schüttungsschwankungen mitunter beträchtlich sind. Für etwaige Baulichkeiten im Straßenzug in der Nähe der Storfhöhe kämen die Tonichmühlquellen auf der südlichen Abdachung des Dobratsch in Frage, die allerdings auch 275 m hochzupumpen wären. Um keine bösen Überraschungen nachträglich zu erleben, müssen allerdings die in Frage kommenden Quellen bis Ende 1962 fortlaufend beobachtet werden, bevor die Ausarbeitung eines Bauentwurfes erfolgen kann.

Die Frage der Abwasserbeseitigung

Sie wird weit schwieriger zu lösen sein. WEBER hat in seinem Vortrag "Abwasserverhältnisse in Karstgebieten" im Jahre 1959 angeregt, man solle mechanisch-biologische Reinigungsanlagen bauen und sämtliche Abwässer nach ausreichender Desinfektion über solche in Dolinen anzulegende starke Sandfilter dem Untergrund überantworten. Es wird aber unsererseits befürchtet, daß im Winter die Filtrationskraft der Sandfilter sehr stark beeinträchtigt wird; man könnte es bestenfalls verantworten, den Hotels getrennte Abwasser-Installationen vorzuschreiben und die Niederschläge zusammen mit den Bade- und Waschwässern nach Vorschaltung von ausreichend dimensionierten Seifenabscheidern solchen Sandfiltern zuzuleiten. Was sollte aber mit den Fäkal- und Küchenabwässern geschehen? Am einfachsten wäre es, im Zuge des Straßenbaues gleichzeitig eine Abwasserkanalisation in den Fels einzusprennen und die Abwässer der städtischen Kanalisation Villach zu übergeben. Abgesehen von den damit verbundenen beträchtlichen Kosten wäre es aber sehr gewagt, eine Abwasserleitung, selbst wenn man die Röhre mit Beton ummantelt, über das Heilquellen-Schutzgebiet zu führen. Undichtheiten in dieser 16 km langen Leitung könnten doch nicht meßbare, aber umso gefährlichere Abwassereindringungen in den Untergrund zur Folge haben. Es bleibt dann nur die Lösung übrig, im Zuge des Wasserleitungs-Pumpstranges eine Kanalleitung in Richtung Heiligengeist zu verlegen, die Abwässer dort zu klären und dem Weißenbach zu übergeben. Die Abwässer aus kleineren Objekten wie den Wegmacherhäusern, den Hütten für den Verkauf von Andenkenartikeln, den WC-Anlagen bei den Parkplätzen und dgl. könnten ohneweiters in wasserdicht verschliffenen Senkgruben gesammelt und mit Räumwagen

abgeführt werden.

## Der Sporentriftversuch.

Zur Klärung dieser heiklen Fragen habe ich im August 1960 einen Sporentriftversuch vorgeschlagen. Ich will in diesem Kurzreferat einer diesbezüglichen späteren Veröffentlichung über die bisherigen Ergebnisse durch das Speläologische Institut nicht vorgreifen, sondern nur das Wesentliche bringen. Leider hat mir der Aufsichtsrat der Gesellschaft erst Mitte Dezember 1960 die Mittel hierfür zu Verfügung gestellt, so daß die Wahl der Einspeisungspunkte nicht mehr möglich war. Dazu kommt noch, daß wider Erwarten bereits Anfangs März die Schneeschmelze am Dobratsch eintrat und somit für die Einspeisungen bereits zu wenig Schmelzwasser zur Verfügung stand.

Auf der Roßtratte wurden 16 kg blaugefärbte Sporen in einer Schwinde eingespeist, während auf der Joklbauerwiese nur mehr ein trockener Naturschacht zur Einspeisung von 9 kg rotgefärbter Sporen gefunden wurde, zu welchem 600 Liter Wasser zugetragen werden mußten. Bei den Kaserhütten wurde keine zuverlässige Einspeisungsstelle ermittelt. Die Planktonnetze wurden bei allen vorher bestimmten 27 Quellen und Wasseraustritten eingehängt. Von den 605 entnommenen Proben wurden 445 ganz oder teilweise mikroskopisch untersucht, (teils im Zentrallabor in Villach, teils in Arnoldstein und teils in Wien). Es konnte jedoch keine einzige Spore nachgewiesen werden. Die Probeuntersuchungen fanden Mitte Juli 1961 ihren Abschluß. Über die Ursachen können nur Vermutungen angestellt werden. Der Versuch bejaht aber auch durch das negative Ergebnis nicht, daß nunmehr ohne weiters Abwässer nach der vorher angedeuteten Reinigung dem Dobratschmassiv schadlos zur Versickerung übergeben werden können, um sich damit eine Kanalisation bis in den Talboden zu ersparen.

## Das Entwicklungsprogramm.

Meines Erachtens wird man aber zum Schutze der Heilquellen und der Karstgrundwässer mit den derzeitigen gesetzlichen Bestimmungen, aber auch mit einem Grundwasserschongebiet nach §§ 34 und 37 WRG 1959 nicht das Auslangen finden. Es müßte unbedingt eine, auf das Kärntner Landesplanungsgesetz aus dem Jahr 1959 fußende Verordnung der Landesregierung über ein Entwicklungsprogramm für die Villacher Alpe herauskommen. Das Planungsziel wäre:

1. Die Festlegung eines Sonderbaugebietes und von Bausperrgebieten; damit soll eine Zersplitterung der Bautätigkeit am Dobratsch vermieden und eine gelenkte zentrale Abwasserbeseitigung ermöglicht werden.
2. Verbot der Beheizung aller Baulichkeiten im Sonderbaugebiet mit Erdölderivaten (Heizölen und dgl.); schließlich müßte
3. die Erhaltung der Vegetation sowie die forstliche Nutzung der Waldgebiete auf der Hochfläche und an den Abhängen des Dobratsch ohne Überschlägerung verbürgt sein.

## Folgerungen.

Mit dem fortschreitenden Straßenbau rückt auch die Entscheidung über die Wahl der Abwasserbeseitigung aus dem geplanten Hotelzentrum immer näher. Man wird sich daher rasch ins Klare kommen müssen, ob man durch einen zweiten Sporentriftversuch oder durch einen Färbeversuch ein besseres Ergebnis erwarten kann oder ob man sich nicht vorweg zum Bau der wenn auch kostspieligen Kanalisationsanlage entschließt, wozu allerdings die Gesellschaft auf Grund des bisherigen negativen Ergebnisses schwer zu gewinnen sein wird.



Hubert KESSLER

WASSERHAUSHALTS - UND WASSERWIRTSCHAFTSFRAGEN  
IN KARSTGEBIETEN

Unter den verschiedenen Zweigen der Wasserwirtschaft ist es in erster Linie die Wasserversorgung, wo die Speläologie dem praktischen Leben unmittelbar dienen kann und wo sie auch für ihre eigenen wissenschaftlichen Probleme konkrete Unterlagen bekommt.

Ich möchte nun kurz die Ergebnisse zusammenfassen, die wir in Ungarn in den letzten Jahren der Zusammenarbeit von Speläologen und Wasserwirtschaftlern auf dem Gebiet der Karsthydrologie verdanken können.

Die Karstgebiete Ungarns sind verhältnismäßig klein, doch ist ihre Bedeutung deshalb so groß, weil auf ihnen wichtige Rohstoffgewinnung, sowie damit verbundene Industrie- und Wohnsiedlungen sind. Wegen dem verhältnismäßig ungünstigen hydrographischen Netz des Landes waren wir genötigt, für die Wasserversorgung dieser Gebiete in erster Linie die unterirdischen Gewässer in Anspruch zu nehmen, was naturgemäß zu einer erfreulichen Entwicklung der karsthydrologischen Forschung führte.

Schon bei den einfachsten Quellfassungen wurden ausführliche hydrologische Untersuchungen angestellt, die sich auf den Zusammenhang des Einzugsgebietes mit der Quelle, die Erkundung der Quellgänge, die Stabilität der Schüttung und des Chemismus des Wassers bezogen. Die Auswertung der Ergebnisse brachten dann auch für die Speläologie wertvolle Aufschlüsse. So z. B. konnte durch mit elektrischen Widerstandsmessungen verbundenes Salzungsverfahren die maximale, durchschnittliche und minimale Geschwindigkeit des noch unbekanntem unterirdischen Flusses festgestellt werden. Wenn diese Untersuchungen bei verschiedenen Schüttungen wiederholt werden, kann man aus der Änderung der Geschwindigkeit auf die Größenverhältnisse der wasserführenden Höhlen folgern. So stellte sich bei der Untersuchung einer Riesenquelle im Bükk-Gebirge heraus, daß sich die Flußgeschwindigkeit bei zehnfacher Schüttung nur auf das Zweifache steigerte. Dies setzt voraus, daß sich das Wasser nicht unter Druck befindet, sondern in einem verhältnismäßig großen Höhlengang frei fließt. Es konnte auch der minimale durchschnittliche Querschnitt berechnet werden, der durch die späteren speläologischen Erschließungen gerechtfertigt wurde.

Die Analysierung der Quellwässer gibt dem Speläologen auch wertvolle Fingerzeige. So deutet z. B. ein hoher freier Sauerstoffgehalt auf gute Durchlüftungsmöglichkeit, unterirdische Wasserfälle. Großer Mg-Gehalt gegenüber dem Ca deutet auf Dolomit oder dolomitische Einlagerungen, was die Aussicht auf große Hohlräume

verringert. Größerer Ca-Gehalt dagegen läßt auf gut löslichen Kalkstein schließen, in dem sich größere Wasserläufe entwickeln können. Der Wasserwirtschaftler bevorzugt deshalb die Karstwässer mit hohem Mg-Gehalt, weil im Dolomit die Filtrierungsmöglichkeiten besser und deshalb günstigere bakteriologische Verhältnisse voraussetzbar sind.

Gute Stützpunkte bieten die Schwankungen der Schüttungen, der Temperatur und der Ionenkonzentration bei verschiedenen Niederschlagsverhältnissen. Durch möglichst viele Messungen wird die Schwankungsziffer, d.h. das Verhältnis der maximalen zur minimalen Schüttung, Temperatur und Ionenkonzentration festgestellt. Letztere wird durch den elektrischen Widerstand gekennzeichnet. Auf Grund der Schwankungsziffern wurden für die drei hydrologischen Faktoren der Quellen sogenannte Verlässlichkeitsindexe ( $M_Q, M_t, M_R$ ) gebildet, die dem Wasserwirtschaftler ein praktisch brauchbares Kennzeichen für die Anwendbarkeit einer Quelle geben. Es wurden in der Praxis folgende Werte eingeführt.

Verlässlichkeitsindexe der Karstquellen

Schüttung		Temperatur		Elektrischer Widerstand	
$Q_{max}/Q_{min}$	$M_Q$	$t_{max}/t_{min}$	$M_t$	$R_{max}/R_{min}$	$M_R$
1,0-3,0	6	1,00-1,15	6	1,00-1,05	6
3,1-5,0	5	1,16-1,25	5	1,05-1,10	5
5,1-10,1	4	1,26-1,35	4	1,11-1,15	4
10,1-20,0	3	1,36-1,45	3	1,16-1,25	3
20,1-100	2	1,46-1,55	2	1,26-1,35	2
>100	1	>1,55		>1,35	1

Die Indexe sind folgend zu werten:

- 6..... vorzüglich
- 5..... sehr gut
- 4..... gut
- 3..... genügend
- 2..... schlecht
- 1..... sehr schlecht,

Wenn z. B. eine Karstquelle große Schwankungsziffern hat, ist vor auszusetzen, daß zu der Quelle ein weiter wasserführender Höhlengang gehört, in dem das Wasser nach einem Niederschlag frei und ungehemmt der Quelle zufließen kann. Hier sind keine Ausgleichs- und Speicherungsmöglichkeiten wie bei engeren aber verzweigten Quellgängen, bei denen die Speicherungsmöglichkeit eine ausgeglichene Schüttung sichert und deshalb für den Wasserwirtschaftler vorteilhafter ist. Naturgemäß ist damit auch eine bessere Filtrierungsmöglichkeit verbunden.

Vorhergesagtes bezieht sich auch auf die Schwankungen der Temperatur und der Ionenkonzentration. In weiten Hohlräumen berührt sich das Wasser im Verhältnis zu seiner Menge auf kleinerer Fläche mit dem Fels und hat deshalb eine geringere Lösungsmöglichkeit als in engen Spalten und Kataklasen, wo sich die Geschwindigkeit und Lösungsfläche auch nach größeren Niederschlägen nicht sonderlich vergrößert, also die Schwankungsziffer kleiner, der Verlässlichkeitsindex besser ist.

Es ist natürlich nicht immer möglich, vor der Planung einer Quelleinfassung langjährige Messungen vorzunehmen. Es wurde darum im Forschungsinstitut für Wasserwirtschaft auf Initiative des Verfassers vor 10 Jahren eine Quellenevidenzführung begonnen, in deren Rahmen sämtliche Quellen des Landes erfasst und die größeren systematisch beobachtet und gemessen wurden. Heute stehen den wasserwirtschaftlichen Planungen verlässliche und ausgewertete hydrologische Daten zur Verfügung.

Ein gutes Beispiel dafür, wie die wasserwirtschaftlichen Arbeiten auch den Speläologen nützlich sein können, ist die Entdeckung der über 1 km langen Kossuth-Höhle,

die auf Grund langjähriger Messungen bei einer Riesenquelle theoretisch festgestellt wurde und bei den Vorarbeiten für die Quellfassung durch einen 40 Meter langen Stollen auch praktisch erschlossen wurde.

Vor bedeutend schwierigere Probleme stellen die Wasserversorgung solche Karstgebiete, wo die Erosion noch keine, das Karstwasser anzufindende Täler einschneidet und es deshalb keine Karstquellen gibt. Auf Grund zahlreicher Bohrungen kennen wir den Karstwasserspiegel im Lande gut und kennen auch seine Schwankungen bei verschiedenen Niederschlägen. Nebenbei bemerkt, sind diese Schwankungen sehr gering und erreichen nur nach der Schneeschmelze einen Wert von 1 - 2 Meter.

Es ist die Aufgabe der Geologen, die geeignetste Stelle zu finden, wo das unterirdische Karstwasser mit Bohrungen oder Schächten erschließbar ist. Im Dolomitenkarst ist die Zerklüftung des Gesteins regelmäßiger und deshalb werden hier Bohrungen bevorzugt, während im Kalkgebiet viel weniger Wahrscheinlichkeit besteht, mit einer Bohrung auf einen wasserführenden Hohlraum zu stoßen. Im Kalkkarst wurden deshalb Schächte getäuft, von deren Sohle dann unter dem Karstwasserspiegel mehrere hundert Meter lange Stollen gegen die Richtung der vermuteten Wasseradern gebaut wurden. Die Erfahrungen lehrten, daß diese Stollen so tief wie nur technisch möglich unter den Karstwasserspiegel gebaut werden müssen, damit eine möglichst große Depression gebildet wird, die dann ein größeres Einzugsgebiet nach sich zieht.

In den ersten Jahren begnügte man sich damit, die günstigsten Stellen für die Wassergewinnung zu bestimmen, was eine ausgesprochen geologische Aufgabe war. Es zeigte sich jedoch später, daß sich der Karstwasserspiegel in der Umgebung dieser Wassererschließungen besorgniserregend senkte, d.h. es wurde mehr Wasser gewonnen als es der natürliche Nachschub erlaubte und der Wasserhaushalt wurde gestört.

Die weiteren Forschungen mußten deshalb mehr in hydrologischer Richtung verschoben werden und es mußten Mittel gefunden werden, den natürlichen Wassernachschub in Karstgebieten mit praktisch genügender Genauigkeit festzustellen. Die bisher bekannten Formeln über den Versickerungsprozent entbehrten jeglicher konkreten Messungen und waren deshalb für praktische Zwecke nicht brauchbar.

Die zahlreichen Unterlagen, die bei unserer Quellenevidenzführung zur Verfügung standen, erlaubten einen Vergleich der Quellenschüttungen mit dem Niederschlag. Es stellte sich jedoch heraus, daß die Ganglinie der Jahresschüttung nur selten eine Parallelität mit den Jahresniederschlägen aufweist. Im Gegenteil, es gibt öfters scheinbar unbegründete Widersprüche. Es kam vor, daß große Karstquellen in sogenannten "nassen" Jahren versiegten. Bei genauer Auswertung 25 jähriger Daten konnte dann festgestellt werden, daß die Quellenschüttung, bzw. der im Karst versickerte Niederschlag nicht vom Jahresniederschlag, sondern vom Verhältnis des Niederschlages der ersten vier Monate zum ganzjährigen Niederschlag abhängt. Dieses Verhältnis in Prozenten ausgedrückt nennen wir maßgebendes Niederschlagsprozent, da es für den Versickerungsanteil des Jahres niederschlagsmaßgebend ist. Abhängig von diesem Verhältnis kann der Versickerungsprozent auf ein und demselben Gebiet 7 - 70 % betragen. Es wurde eine empirische Kurve ausgearbeitet, mit deren Hilfe der Versickerungsprozent in Kenntnis der Niederschlagsverhältnisse festgestellt wurde und so eine Möglichkeit gab, die Frage des Wasserhaushaltes in Karstgebieten zu klären. Die Methode wurde in geologisch klar umgrenzbaren Karstgebieten kontrolliert und es wäre sehr wünschenswert, wenn sich die ausländischen Speläologen und Karsthydrologen ebenfalls mit der Kontrolle und weiteren Verfeinerung des Verfahrens beschäftigen würden.<sup>x)</sup>

x) KESSLER H., Der Versickerungsbeiwert in Karstgebieten. Wasserwirtschaft - Wassertechnik 1955, No. 12.

Auf Grund 25-jähriger Beobachtungen wurde der durchschnittliche Monatsversickerungsbeiwert festgestellt. Es ist klar ersichtlich, daß in den Sommermonaten die Vegetation durch eigenen Wasserverbrauch und Verdunstung nur einen ganz geringen Teil der Niederschläge versickern läßt, während in den übrigen Monaten bis zu 100 % versickert.

Es wurden jetzt in mehreren Höhlen Ungarns automatische Registrierungsgeräte aufgestellt, die die Tropfintensität der Stalaktiten messen, mit deren Hilfe berechnet wird, um welche Größe 1 mm Niederschlag die Tropfintensität steigert. Die bisherigen Ergebnisse unterstrichen klar die Änderung des Versickerungsbeiwertes in den verschiedenen Jahreszeiten.

Ich möchte nun schließlich die Aufmerksamkeit der internationalen Speleologen noch auf eine für die Wasserwirtschaft äußerst wichtige Frage von großer Perspektive richten. Es ist dies die Frage der langjährigen Wettervorhersage. Soviel ist schon genügend bewiesen, daß das Wetter - auf lange Frist - durch kosmische Ereignisse beeinflusst wird, bei denen eine jetzt noch nicht genau feststellbare Periodizität nicht ableugbar ist. Wenn wir diesen Rhythmus für die Vergangenheit feststellen könnten, dann könnten wir durch eine Art Extrapolation auch für die Zukunft Stützpunkte haben. In diese Frage könnten sich die Speleologen auf dem Wege der noch nicht gedeuteten Ringe der Stalaktiten einschalten. Soviel können wir jedenfalls schon jetzt voraussetzen, daß die Ringe die Witterungsverhältnisse widerspiegeln, jedoch kennen wir nicht das Zeitalter zwischen den einzelnen Ringgruppen. Wenn es aber möglich wäre, auf dem Wege der Radiokarbonmethode - die uns durch Herrn Kollegen Herbert FRANKES Arbeiten schon bekannt ist - die einzelnen Zeitspannen kennen zu lernen, dann könnte die Speleologie der allgemeinen Wirtschaft unabsehbar wertvolle Dienste leisten.

Stjepan MIKULEC

BEITRAG DER SPELÄOLOGIE ZUR UNTERSUCHUNG DER  
WASSERKRAFTAUSNÜTZUNGSMÖGLICHKEITEN  
IM JUGOSLAWISCHEN KARST.

Die ganze jugoslawische Adriaküste gehört zum Dinarischen Karst und trägt ungefähr 30 % des gesamten Staatsgebiets Jugoslawiens. Im Winter ist dieser Landstrich sehr wasserreich, da die hohen Berge, die unmittelbar von der Küste aus aufsteigen und sich gegen das Landesinnere fortsetzen, die warmen, vom Meere kommenden regenbringenden Winde aufhalten. Wegen der ungünstigen Topographie sind die Wasserläufe relativ kurz und die Eigenschaften des Karstes verursachen, daß der größere Teil davon in Ponoren verschwindet. Dieser Wasserreichtum und die große Fallhöhe bis zum Meeresspiegel stellen heute die wirtschaftlichen Reserven an Wasserkraften in Jugoslawien dar, die 25% aller Reserven, bzw. 17 Milliarden KWh ausmachen.

Von der oben angeführten Erkenntnis bis zur tatsächlichen Realisierung einzelner Wasserkraftanlagen wurde ein sehr langer Weg zurückgelegt, besonders in den letzten 10 Jahren, seitdem die Möglichkeit zur Forschung durch Schulung neuer Fachkräfte, sowie zur Finanzierung der ziemlich teuren Untersuchungsarbeiten besteht. Neue Forschungsarbeiten, die auf diesem Gebiet angewandt worden sind, haben es ermöglicht, daß heute schon eine große Akkumulation am Fluß Cetina von 500 Millionen m<sup>3</sup> Wassergehalt zur Verfügung steht- zugleich mit der ersten Phase der Großkraftanlage Split - mit einer jährlichen Produktion von 1,7 Milliarden KWh. Weitere zwei Systeme von Wasserkraftanlagen befinden sich im Ausbau und zwar eines in der Nähe von Senj, das die Gewässer von Lika und Gacka ausnützt und das andere in der Nähe von Dubrovnik, welches die Gewässer des Flusses Trebišnjica nützt; beide sollen in den Jahren 1964/65 in Betrieb genommen werden. Damit werden schon ungefähr 40% der gesamten Wasserkraftvorräte im Karst ausgenützt. (Abb. 1).

Das größte Problem der Vorbereitungsarbeiten stellte das Staubecken der Trebišnjica in der östlichen Herzegowina dar. Die Trebišnjica ist bekanntlich einer der größten Karstflüsse, der ganz in Ponoren verschwindet und einen mittleren jährlichen Abfluß von 100 m<sup>3</sup>/sec. hat. Es besteht ein ständiger Mangel an Wasserenergie im Sommer, verursacht durch den kontinentalen Charakter sämtlicher Wasserläufe außer der Drave und deshalb wurde als Grundproblem im Wasserkraftausbau die Akkumulierung der Winterabflüsse an die erste Stelle gestellt. Da an der Trebišnjica auch die natürlichen topographischen Verhältnisse günstig waren, begann vor zwei Jahren der Ausbau

# JUGOSLAWISCHES KARSTGEBIET

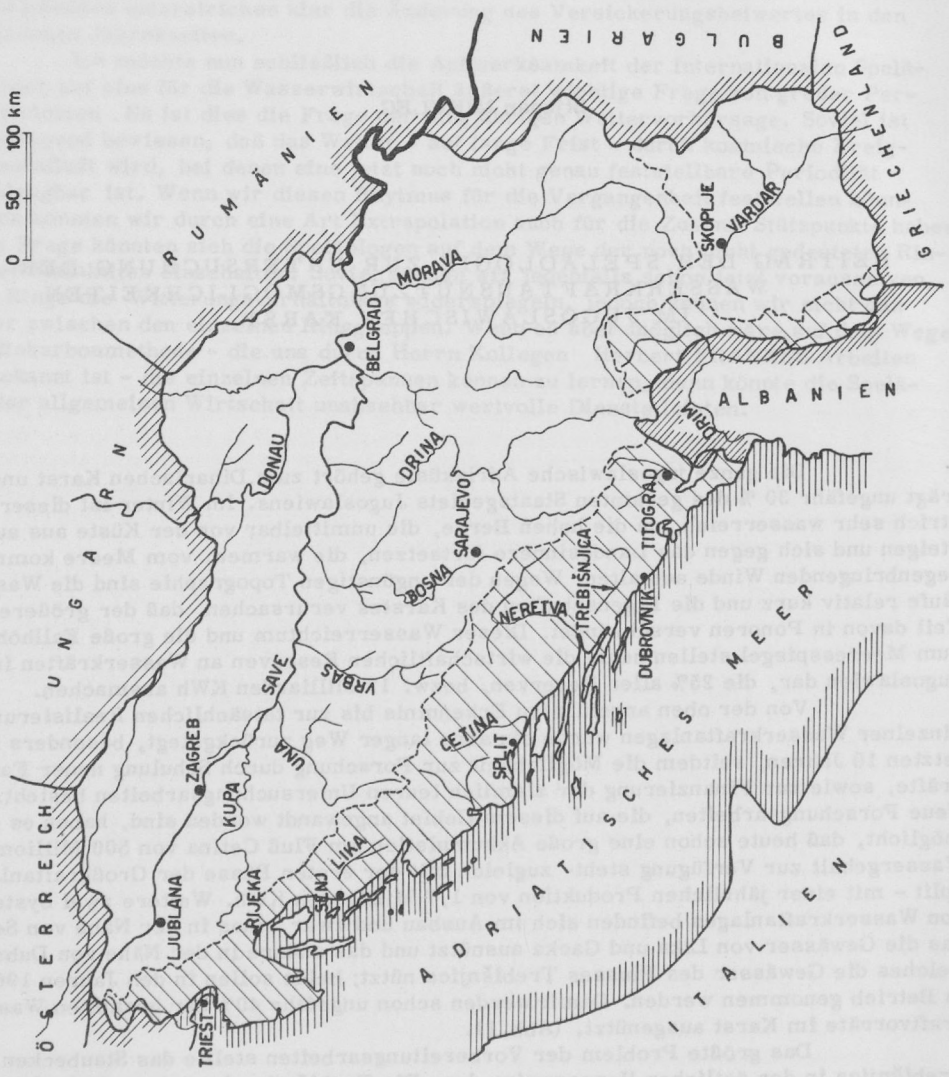
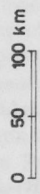


Abb. 1

der Sperre Grančarevo mit einer Höhe von 123 m. Ein Stausee von 1,3 Milliarden m<sup>3</sup> Wasser wird den vollständigen Jahresausgleich der Abflüsse und dadurch eine ausgeglichene Produktion von 2,5 Milliarden KWh jährlich ermöglichen. (Abb. 2).

Die Hauptaufgabe bei der Durchführung von Untersuchungsarbeiten für diese Akkumulation, Miruše genannt, war es, die Erstreckung von Sedimenten des eozänen Flysches und anderer Gesteine, welche weniger der Karstifikation unterlagen, festzustellen (z. B. einiger Trias-Dolomite und ähnlicher), welche nur 5% des gesamten Abflußgebietes der Trebišnjica von 3000 km<sup>2</sup> bis zur Sperrenstelle bedecken und eine entscheidende Rolle bei der Aufstauung spielen sollten. Diese Zonen stellen die natürlichen Schleier im Meere von Kalksteinen und Dolomit von mesozoischem Alter dar und verhindern den freien Auslauf des gespeicherten Wassers, (Aufstaukote 400 m ü. M) in Richtung der Meeresküste oder des Flußbettes der Bregava, die viel niedriger als die Trebišnjica liegt. Das ganze Gebiet ist gekennzeichnet durch charakteristische Karsterscheinungen wie Karren, Ponore (Abgründe) (Schwinden), Höhlen, Karstmulden, Dolinen und Karstfelder. Aus vielen ständigen oder periodischen Karstquellen entstehen Wasserläufe, die normalerweise sehr kurz sind und in Abgründen verschwinden, um sehr bald auf niedrigerem Horizont wieder an der Oberfläche zu erscheinen. Die Zirkulation geschieht also hauptsächlich unter der Oberfläche, durch mehr oder weniger ausgearbeitete Karstkanäle (Abb. 3).

Viele von diesen Quellen haben periodisch große Schüttungen; die mächtigsten unter ihnen sind die der Trebišnjica selbst, mit einer Höchstkapazität von über 200 m<sup>3</sup>/sec., welche nunmehr ungefähr 70 m unter den Aufstau kommen werden.

Zwecks Feststellung der Richtung der unterirdischen Wasserläufe, sowie der Erstreckung einzelner undurchlässiger Sedimente, wurden außer den gewöhnlichen geologischen Methoden auch verschiedene geophysische und speläologische Methoden angewandt: Färbung einer großen Anzahl von Ponore (Abgründe) und Untersuchungen von Höhlen. Die Zahl der festgestellten Ponore, Quellen und Höhlen überschreitet 700. Eine kleinere Anzahl von Höhlen ist noch aktiv, während die größere Anzahl von Höhlen trocken sind. Insgesamt wurden in den letzten Jahren über 40 Ponore und Bohrlöcher mittels Natrium-Fluoreszeingefärbt und dafür nahezu 2000 kg dieser Farbe verbraucht.

Die Färbungen verlangten normalerweise Beobachtungen an 20 bis 30 Quellen, sodaß jede Färbung für sich ein bedeutendes Unternehmen darstellte. Der Austritt der Farbe dauerte manchmal sogar mehr als 30 Tage. Einige Beobachtungen wurden im Frühjahr begonnen und konnten erst im Herbst beendet werden, da die Flußbette schnell austrockneten. Um andere Färbungen zu ermöglichen, mußte man beträchtliche Vorarbeiten leisten, wie z. B. Sprengungen und Ausbrechen von Kanälen, um das notwendige Wasser in die Ponore leiten zu können. Bei den Färbungen von Bohrlöchern mußte das Wasser normalerweise von weither in Zisternenwagen herangebracht und in die Bohrlöcher gepumpt werden. Alle Färbungen haben einen positiven Erfolg gehabt und die festgestellten Geschwindigkeiten unter der Oberfläche, gemessen laut der fiktiven, geradlinigen Entfernung, betragen 6 bis 160 mm/sec.

Der größte Nachteil lag darin, daß zur gleichen Zeit nicht mehrere Ponore gefärbt werden konnten, wegen häufiger Verbindungen von einem Ponor zu mehreren Quellen, sodaß sich die Arbeiten schon 7 Jahre hinziehen und bisher noch nicht alle gewünschten Färbungen durchgeführt werden konnten. Einige mußten auch wiederholt werden, da festgestellt wurde, daß der Farbaustritt im Laufe der Sommer- bzw. Winterperiode nicht immer bei denselben Quellen erfolgte.

Höhlenuntersuchungen haben ebenfalls viele nützliche Angaben für Geologen und Hydrologen geschaffen. Diese Arbeiten umfaßten auch eine größere Anzahl von Quellen und Ponoren und es wurden dabei einige größere Höhlen entdeckt, die früher nicht bekannt waren. Bei diesen Aktionen halfen auch französische Speläologen, aber hauptsächlich wurden sie von einheimischen Fachleuten durchgeführt.

Dank dieser speläologischen Arbeiten bei den Färbungen und Höhlenuntersuchungen konnten alle notwendigen Unterlagen geschaffen werden, die es dann ermöglichten,

eine endgültige Entscheidung zu treffen, welche zum Ausbau dieses größten jugoslawischen Staubeckens geführt hat. Weitere Untersuchungen sind noch im Gange und haben zur Aufgabe, Unterlagen für weitere Projektarbeiten zu schaffen. Gleichfalls haben sie auch einen rein wissenschaftlichen Charakter, um ein abgerundetes Bild der ganzen Region zu erhalten und neue Arbeitsmethoden zu studieren.

Ein zweites wichtiges Problem in dieser Gegend besteht darin, einen späteren Einfluß des geänderten Wasserregimes nach der Inbetriebnahme der Kraftwerke auf die Quellen an der Küste festzustellen. Die Gewässer der Trebišnjica reichen heute im Sommer bis etwa westlich von Trebinje und verschwinden dann in Ponoren. Im Winter verlängert sich der Fluß 60 km weiter ins Popovo Polje und bildet ein periodisches Becken von ca. 900 Millionen m<sup>3</sup> Wasser. Nach dem Ausbau der Sperre wird das Wasser durch zwei Stollen ins Meer geführt und in Energie umgewandelt. Ein kleinerer Teil davon wird aus kommunalen Gründen weiter durch Trebinje fließen und auch zu Bewässerungszwecken ausgenützt werden. Jetzt erhebt sich die Frage, was wird aus den Quellen der Ombla, die direkt mit der Trebišnjica in Verbindung stehen und welche als Trinkwasser und für Industriezwecke verwendet werden. Weitere, bedeutend kleinere Quellen in dieser Gegend dienen auch der Wasserversorgung, während einige, die tief unter der Meeresfläche liegen (Vrulja genannt) nur teilweise ausgenützt werden und zwar hauptsächlich zur Austernzucht. Weitere unterirdische Verbindungen waren gegen das Neretvatal hin bekannt, aber diese Gewässer werden nicht besonders genützt, wegen ihrer ungünstigen Lage und der Nähe der Neretva.

Auch hier spielten speläologische Methoden eine Hauptrolle. Färbungen vieler Ponore im Flußbett der Trebišnjica, sowie auf dem rechten Ufer und weiter in den Bergen, haben gezeigt, daß die kleinen Quellen nördlich von Dubrovnik bis nach Ston in keiner Verbindung mit der Trebišnjica stehen, sondern von eigenem Wasser aus der nächsten Umgebung gespeist werden. Die südlich liegenden werden aber bei Hochwasser auch zeitweise in Verbindung mit der Trebišnjica gespeist.

Die Quellen der Ombla werden das ganze Jahr hindurch von der Trebišnjica aus gespeist, aber auch aus dem eigenen Einzugsgebiet, welches ungefähr 400 km<sup>2</sup> beträgt und links und rechts der Trebišnjica liegt. Besonders interessant war die Bestätigung einer Hypothese der Geologen, daß eigentlich die Estavellen auf dem rechten Ufer der Trebišnjica, die 250 m ü. M. liegen, obere Überfallsquellen der Ombla sind und nur dann Wasser schütten, wenn die Kanäle gegen die Küste hin verstopft werden durch Gewässer aus dem Bette der Trebišnjica. Wenn das Hochwasser nachläßt, werden diese Wässer direkt, tief unter dem Flußbett der Trebišnjica, aus dem großen Einzugsgebiet auf der rechten Seite dieses Flusses in die Ombla geleitet. Dies war eine Garantie dafür, daß die Ombla auch aus dem eigentlichen Einzugsgebiet viel Wasser bekommen wird und damit alle Bedürfnisse gedeckt werden können, besonders, wenn noch ein Teil der Gewässer, die durch Trebinje fließen, nicht zu Bewässerungszwecken ganz aufgezehrt werden, dazufließt und auch zu den Ponoren kommen, die die Ombla speisen (Abb. 5)

Auch bei weiteren Projektentwürfen steht ein großes Betätigungsfeld für die Speläologie offen, welche viel zur Verwandlung der Karstwässer in elektrische Energie in Jugoslawien beitragen wird.

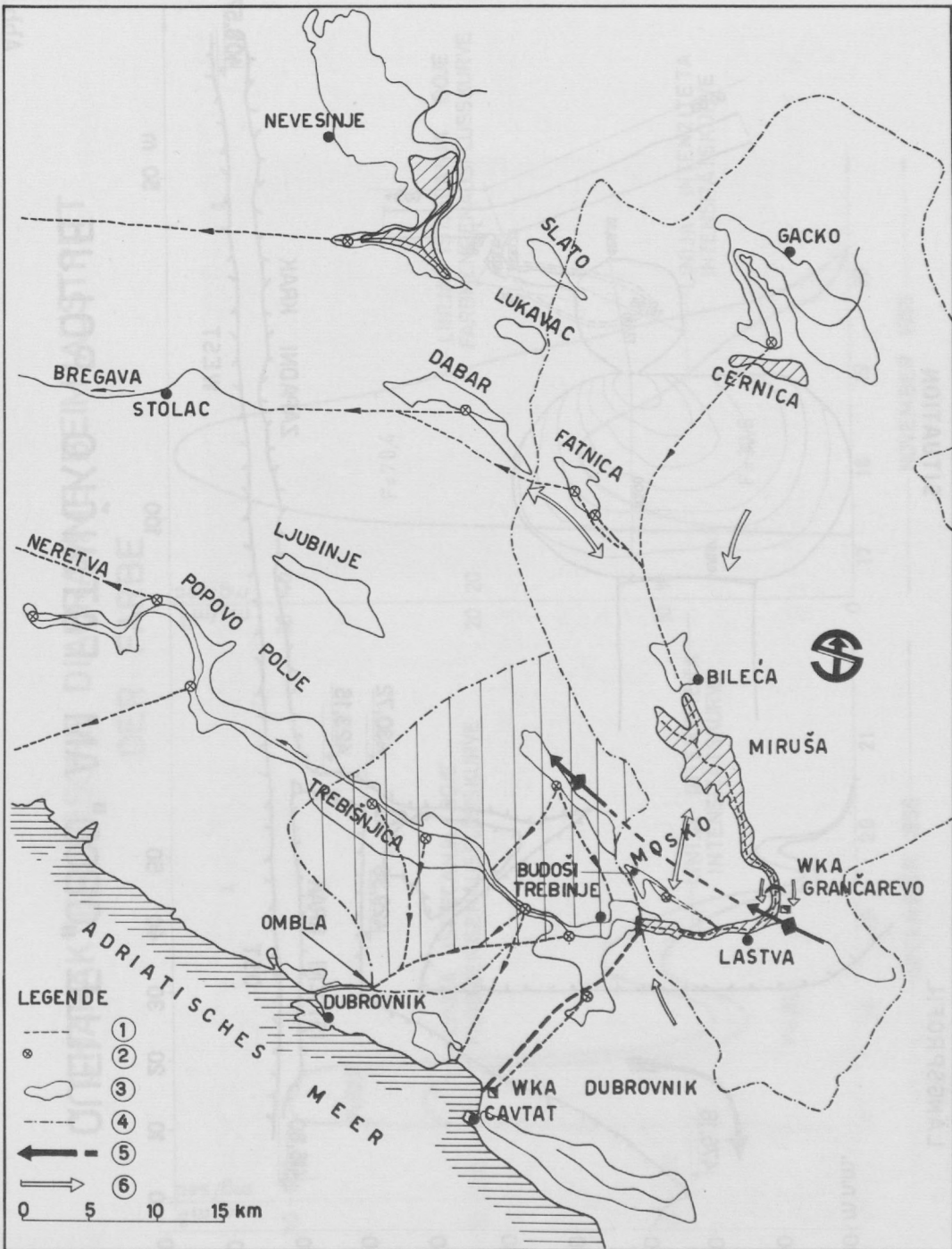
Abb. 2:

## UNTERSUCHUNGSGEBIET IN DER ÖSTLICHEN HERZEGOWINA



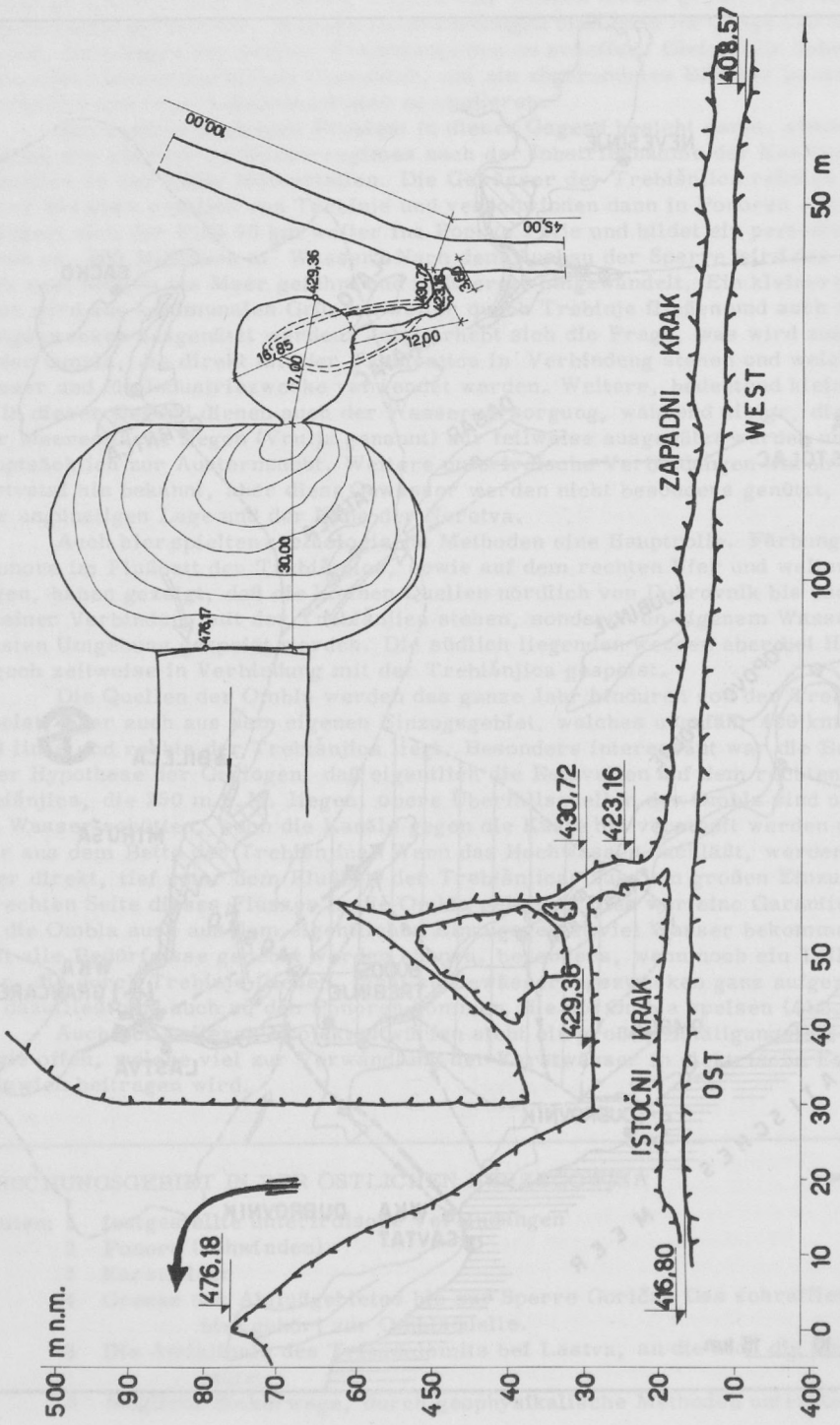
- 1 festgestellte unterirdische Verbindungen
- 2 Ponore (Schwinden)
- 3 Karstfelder
- 4 Grenze des Abflußgebietes bis zur Sperre Goriča. Das schraffierte Gebiet gehört zur Omblaquelle.
- 5 Die Antiklinale des Triasdolomits bei Lastva, an die sich die Sperre stützt
- 6 Mögliche Sickerwege, durch geophysikalische Methoden untersucht.





UZDUŽNI PRESJEK  
LÄNGSPROFIL

SITUACIJA  
SITUATION



QUELLE „OBOD“ AM FATNIČKO POLJE

# CHARAKTERISTISCHE DIAGRAMME DER FARBE

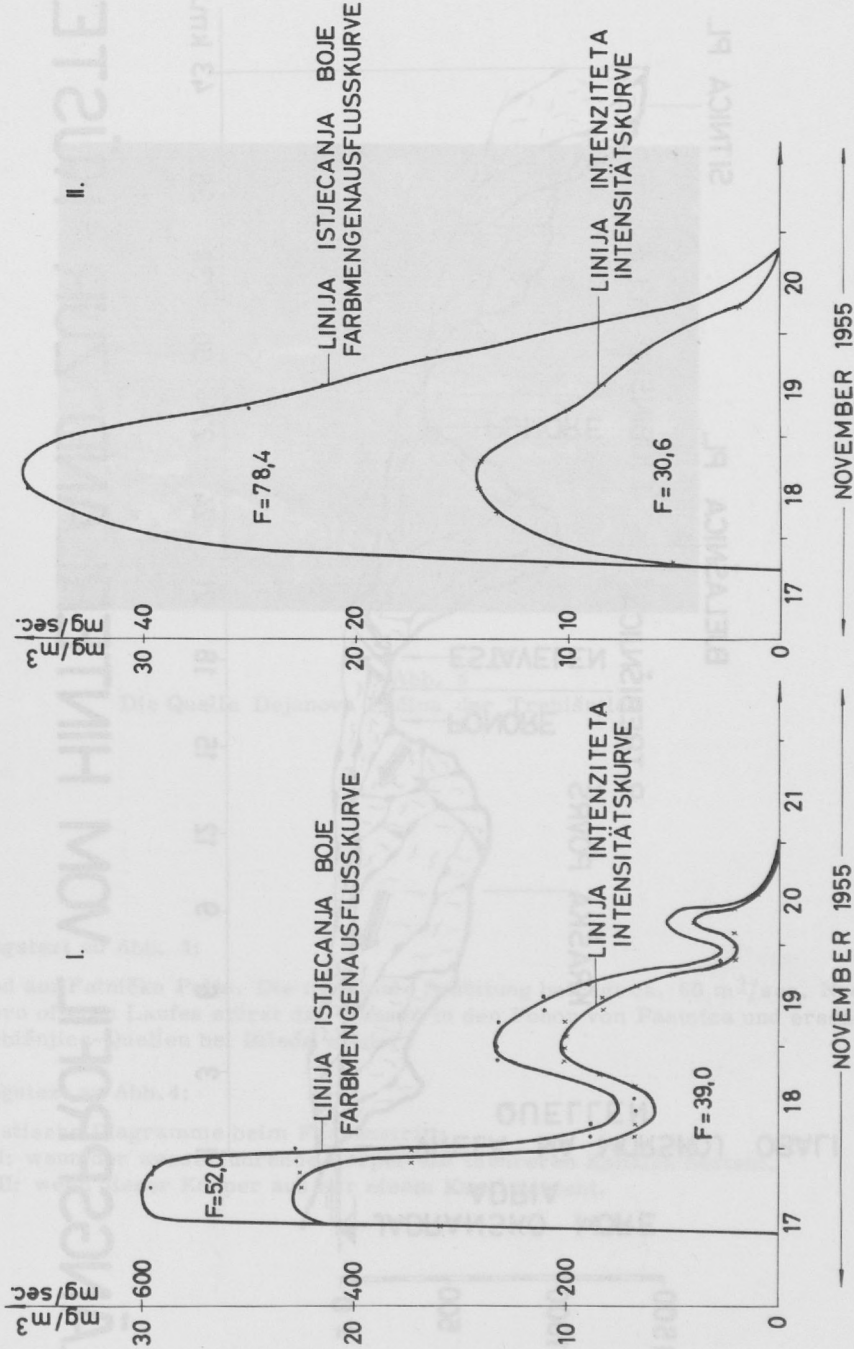
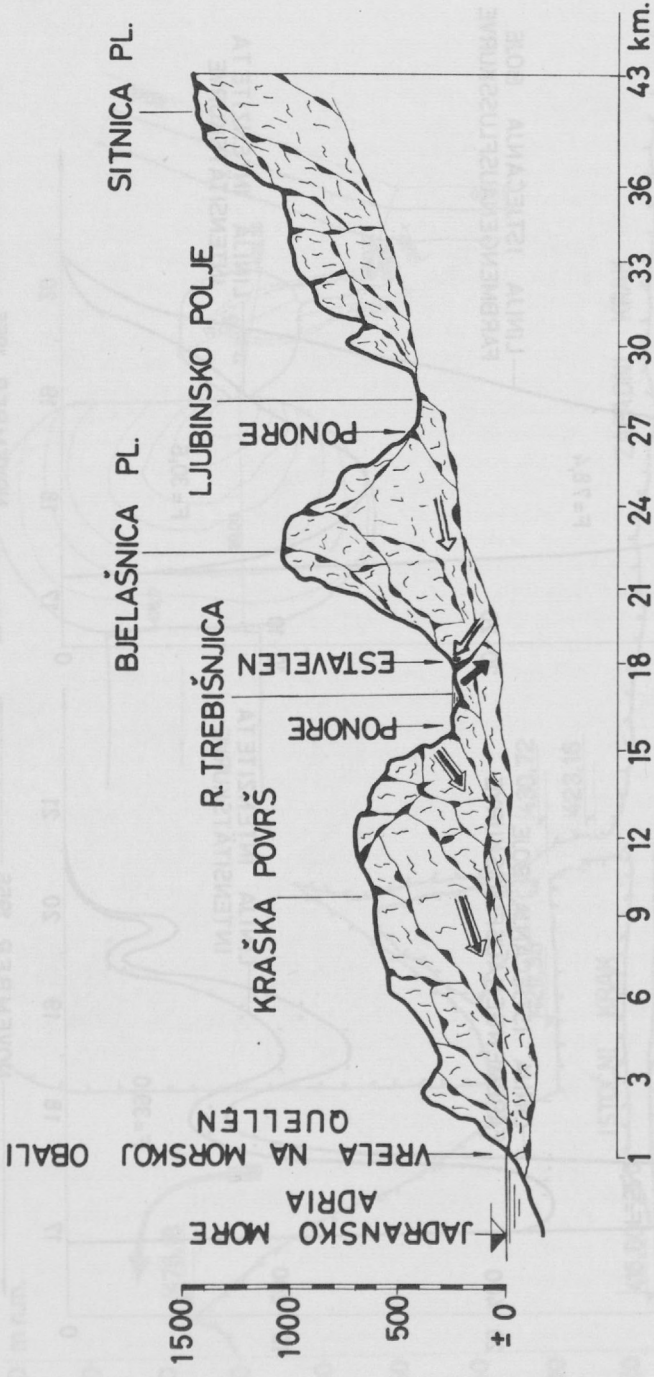


Abb. 4



# LÄNGSPROFIL VOM HINTERLAND ZUR KÜSTE

Abb. 5

⇐⇐ Abflußrichtungen bei Hochwasser



⇐ Abflußrichtungen bei niedrigem Wasserstand

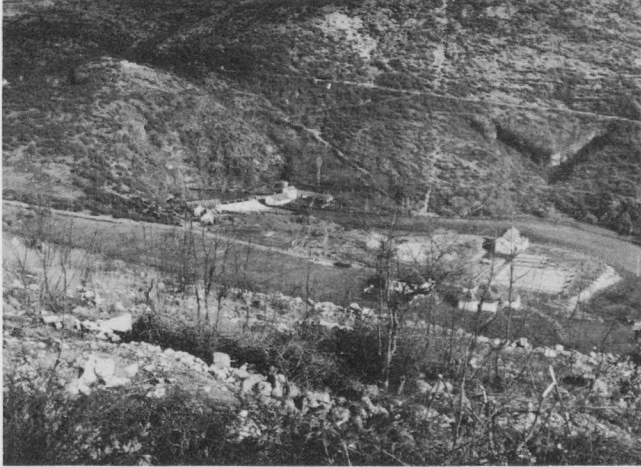


Abb. 6  
Die Quelle Dejanova Pečina der Trebišnjica

Erläuterungstext zu Abb. 3:

Quelle Obod am Fatničko Polje. Die maximale Schüttung beträgt ca.  $60 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Nach 3 Kilometern offenen Laufes stürzt das Wasser in den Ponor von Pasmica und erscheint an den Trebišnjica-Quellen bei Bileća wieder.

Erläuterungstext zu Abb. 4:

Charakteristische Diagramme beim Farbastritt:

I: wenn der wasserführende Körper aus mehreren Kanälen besteht.

II: wenn dieser Körper aus nur einem Kanal besteht.



Dritter Internationaler Kongreß für Speläologie  
Troisième Congrès International de Spéléologie - Third International Congress of  
Speleology

THEMENKREIS B

---

Joaquin MONTORIOL POU

LAS SURGENCIAS DE LAS COSTAS DE GARRAF (BARCELONA).

ORGANIZACION DE LAS INVESTIGACIONES.

Desde que comenzaron las investigaciones espeleológicas en Cataluña, todos los espeleólogos barceloneses se han interesado por el funcionamiento hidrogeológico del karst del Macizo de Garraf. Nosotros mismos, a partir de 1948, hemos dedicado numerosas campañas a tan interesante macizo calcáreo. No obstante, si bien se lograron esclarecer las diferentes fases de karstificación y el funcionamiento hidrogeológico de varios apartos locales, se ignoraban los puntos de surgencia de la mayor parte de las aguas kársticas, ya que la surgencia de La Falconera, conocida desde tiempos inmemoriales, era a todas luces insuficiente para la evacuación total del agua colectada. No conociéndose ninguna otra surgencia importante en la zona SE. del macizo, nos pareció evidente que la mayor parte de la circulación debía desembocar a un nivel inferior al del Mediterráneo.

En 1954, gracias a la colaboración del Grupo de Exploraciones Subterráneas (G. E. S.) del Club Montañés Barcelonés y el Aero-Club de Barcelona-Sabadell, llevamos a cabo un ensayo de prospección aérea, a fin de detectar las salidas submarinas de agua dulce, valiéndonos de las diferencias ópticas entre el agua dulce y fría de las surgencias, y salada a caliente del mar (los reconocimientos se hicieron durante la estación calurosa). El ensayo puso de manifiesto que el método era capaz de proporcionar óptimos resultados, pero, no disponiendo de subvención alguna, el elevado coste del mismo nos obligó a suspender las investigaciones, a pesar de su gran interés práctico, ya que se deja sentir una gran escasez de agua en todas las localidades de las Costas de Garraf.

Cuando en 1960 se creó la Comisión del catastro Espeleológico de la provincia de Barcelona, el G. E. S. del C. M. B. recibió una fuerte subvención económica de la Exma. Diputación Provincial, gracias a la cual pudieron terminarse los trabajos que habíamos comenzado. A tal objeto se organizó la "Operación Tritón", conjunto de expediciones aéreas, navales, submarinas y espeleológicas, destinadas a realizar un completo estudio de las Costas de Garraf. Los respectivos objetivos fueron los siguientes.

- 1) Reconocimientos aéros. Descubrir las posibles surgencias submarinas, valiéndose del método ya citado, y establecer su posición aproximadamente.
- 2) Reconocimientos navales. Comprobar la real existencia, valiéndose de una sonda de par termoelectrico instalada en una embarcación, de las surgencias detectadas durante los reconocimientos aéros, y fijar su posición con exactitud.
- 3) Reconocimientos submarinos. Investigar directamente, mediante el empleo de escafandras autónomas, las características de las surgencias submarinas.
- 4) Exploraciones espeleológicas. Efectuar el estudio de La Falconera, única surgencia penetrable, e intentar la exploración del sifón (mediante escafandras autónomas) que cierra el paso a los 60 m. de avanzar por el río subterráneo.

Durante el desarrollo de las citadas investigaciones, colaboraron con el G. E. S. del C. M. B., que desempeñó el principal papel en los trabajos realizados, el Centro de Recuperaciones e Investigaciones Submarinas (C. R. I. S.) y el Aero-Club de Barcelona-Sabadell. Debemos citar asimismo al Instituto de Investigaciones Pesqueras, que puso a nuestra disposición la sonda de par termoelectrico.

Pecaríamos de ingratitud si termináramos esta breve exposición del desarrollo de las investigaciones, sin mencionar a nuestros colaboradores en la empresa, sin los cuales no hubiera sido posible alcanzar los resultados obtenidos: Jorge de MIER, Francisco MONMANY, Fernando TERMES, Enrique NOVELL (espeleólogos), José BERMELLO, Angel ANGLADA (pilotos aéros), Francisco SIBILA, Carlos HAUSSMANN, Juan MARTI-GRANELL (escafandristas), Pedro ARTE (biólogo del Instituto de Investigaciones Pesqueras) y Rodolfo SIO (Operador cinematográfico).

## RESULTADOS OBTENIDOS

### a) Surgencias existentes en las Costas de Garraf

Durante los reconocimientos aéros se descubrieron 10 surgencias submarinas. Su localización puede observarse en la figura nº 1: Surgencia de la Cala de l' Aigua Dolc; 2. Surgencias núms. 1, 2 y 3 de la Punta de la Cova del Pebre; 3. Surgencia de Punta Ferrosa; 4. Surgencias núms. 1 y 2 de Penyes Rojes; 5. La Falconera; 6. Surgencias núms. 1 y 2 de Punta Ginesta.

Las zonas detectadas ocupaban pequeñas áreas, con la única excepción de La Falconera, que se extendía, siguiendo la dirección S 30°E, hasta 1 Km mar adentro.

Al realizarse las comprobaciones con la sonda de par termoelectrico se obtuvieron los resultados siguientes.

#### 1) Surgencias no confirmadas.

Ninguna diferencia térmica fué registrada en los puntos 1 y 6 ( la temperatura del agua del mar a 2 m. de profundidad osciló, a lo largo de toda la costa, de

---

Fig 1: Localización de las surgencias submarinas. Línea de costa: trazo grueso, acantilado, trazo fino y puntos, playas; trazo fino, obras artificiales. Interior: trazo fino, ferrocarril; trazo grueso, carretera. Puntos topográficos que sirven para la localización de las surgencias: A, puerto de Vallcarca; B, puerto de Garraf. Vértices: a, El Picort (241 m); b, Penya del Llamp (244 m); c, La Trinitat (179 m); d, Vértice (201m); e, El Castellet (241m); f, Coma Roja (277m); g, Turó de La Falconera (118m); h, Serra dels Pins (236 m). Costa: i, Cala de l' aigua Dolc; j, Punta de la Cova del Pebre; k, Punta Ferrosa; l, Cala Morsica; m, Penya Roja; n, Punta dels Corral; o, Pas Trencat; p, Punta Ginesta. Los números indican las surgencias submarinas; la zona rayada corresponde al área de La Falconera.



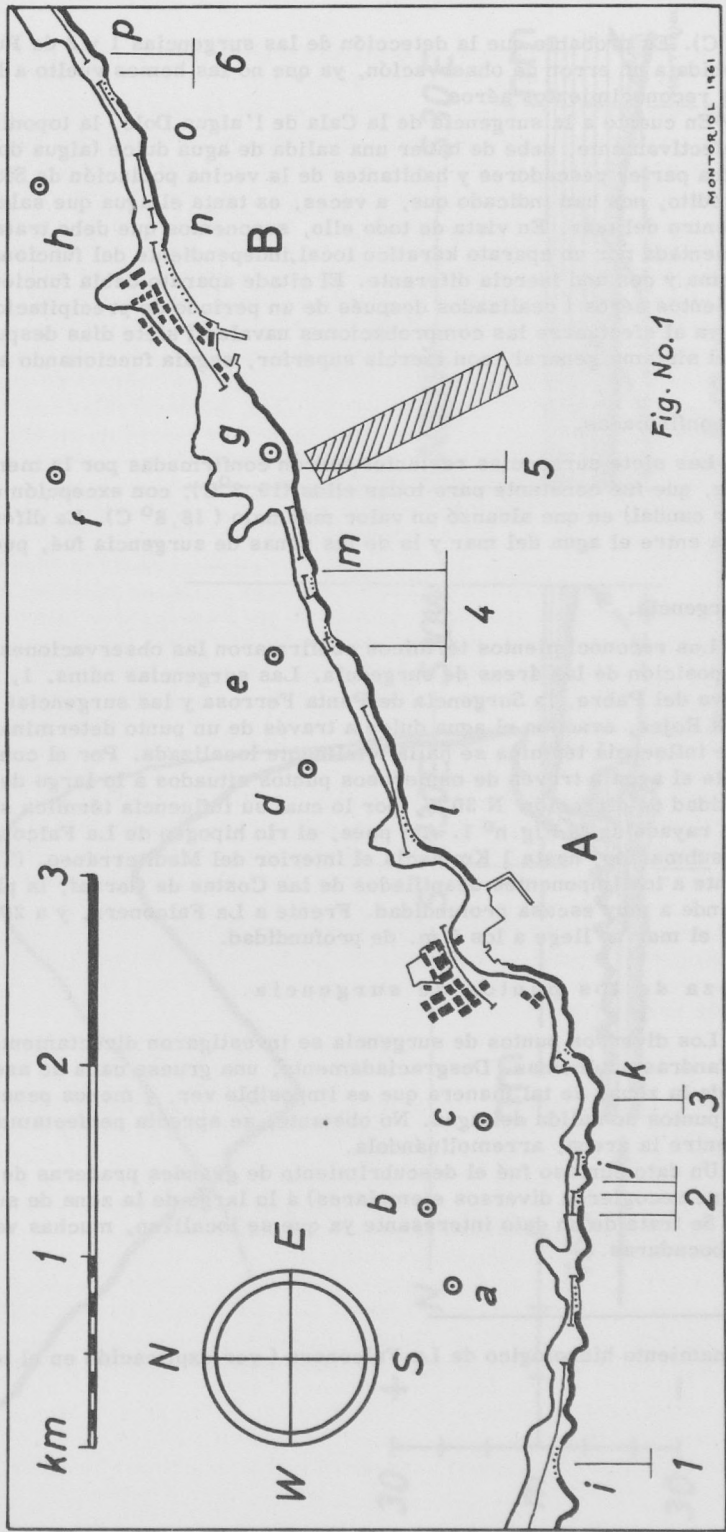


Fig. No. 1

20,5° C a 21° C). Es probable que la detección de las surgencias 1 y 2 de Punta Gi - nesta fuera debida a un error de observación, ya que no las hemos vuelto a localizar en posteriores reconocimientos aéros.

En cuanto a la surgencia de la Cala de l'agua Dolc, la toponimia parece indicar que, efectivamente, debe de haber una salida de agua dulce (aigua dolc = agua dulce). Por otra parte, pescadores y habitantes de la vecina población de Sitjes, dignos de tode crédito, nos han indicado que, a veces, es tanta el agua que sale, que se puede beber dentro del mar. En vista de todo ello, suponemos que debe tratarse de una surgencia alimentada por un aparato kárstico local, independiente del funcionamiento general del sistema y con und inercia diferente. El citade aparato debía funcionar durante los reconocimientos aéros ( realizados después de un periodo de precipitaciones), habiendo cesado ya al efectuarse las comprobaciones navales ( siete días después). Por el contrario, el sistema general, con inercia superior, seguía funcionando a tode caudal.

## 2) Surgencias confirmadas.

Las siete surgencias restantes fueron confirmadas por la menor temperatura del agua, que fué constante para todas ellas (19,3° C), con excepción de La Falconera ( mayor caudal) en que alcanzó un valor más bajo ( 18,8° C). La diferencia máxima observada entre el agua del mar y la de las zonas de surgencia fué, pues, de 2,2° C.

## 3) Areas de surgencia.

Los reconocimientos térmicos confirmaron las observaciones aéras, en cuanto a la disposición de las áreas de surgencia. Las surgencias núms. 1, 2 y 3 de la Punta de la Cova del Pabre, la Surgencia de Punta Ferrosa y las surgencias núms. 1 y 2 de Penyes Rojes, evacuan el agua dulce a través de un punto determinado, por lo cual su zona de influencia térmica se halla totalmente localizada. Por el contrario, La Falconera emite el agua a través de numerosos puntos situados a lo largo de una solución de continuidad de dirección N 30 W, por lo cual su influencia térmica se deja sentir en toda la zona rayada de la Fig. nº 1. Asi pues, el rio hipogeo de La Falconera corre, subterráneo y submarino, hasta 1 Km hacia el interior del Mediterráneo. (Tener en cuenta que frente a los imponentes acantilados de las Costas de Garraf, la plataforma litoral se extiende a muy escasa profundidad. Frente a La Falconera, y a 200 m. de la línea de costa, el mar no llega a los 5 m. de profundidad.

## b) Naturaleza de los puntos de surgencia.

Los diversos puntos de surgencia se investigaron directamente, mediante el uso de escafandras autónomas. Desgraciadamente, una gruesa capa de arena calcárea recubre toda la zona, de tal manera que es imposible ver, y menos penetrar por ninguno de los puntos de salida del agua. No obstante, se aprecia perfectamente como el agua sale por entre la arena, arremolinándola.

Un dato curioso fué el descubrimiento de grandes praderas de Zoosteras y Posidonias ( se recogieron diversos ejemplares) a lo largo de la zona de surgencia de La Falconera. Se trata de un dato interesante ya que se localizan, muchas veces, frente a las desembocaduras.

---

Fig 2. Funcionamiento hidrológico de La Falconera ( ver explicación en el texto).

# La Falconera

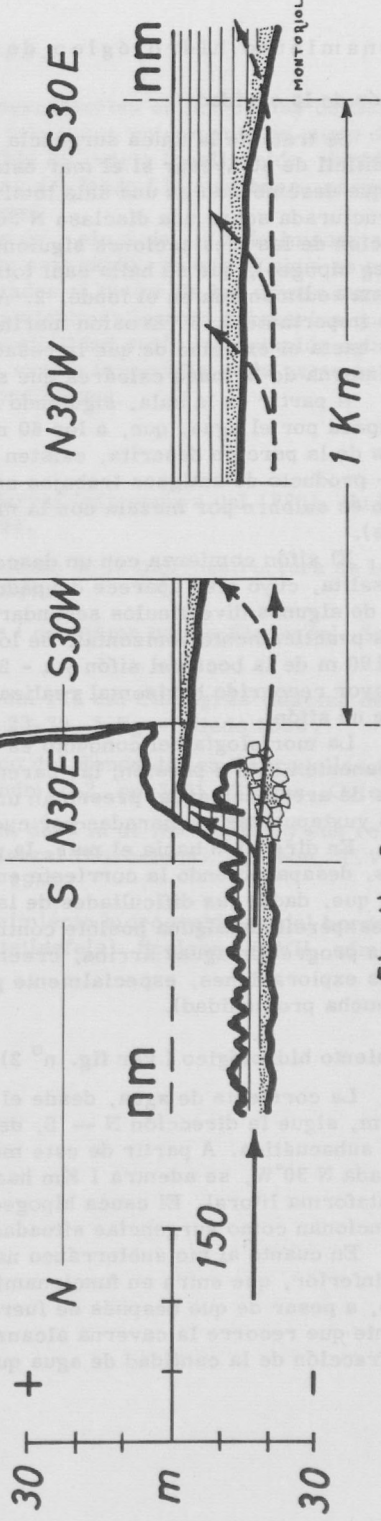


Fig. No. 2

## c) Funcionamiento hidrológico de La Falconera.

### 1) Descripción de la cavidad

Se trata de la única surgencia penetrable de las Costas de Garraf. Tras un pórtico, difícil de atravesar si el mar está agitado, se desarrollan dos pequeños corredores que desembocan en una sala totalmente ocupada por el agua. La cavidad se halla estructurada sobre una diaclasa N 30°E, y su morfogénesis es el resultado de la superposición de las tres acciones siguientes: 1. Erosión del río subterráneo (función de talweg hipogeo), que se halla casi totalmente enmascarada por la acción del mar y la arena sedimentada en el fondo. 2. Aportes verticales a través de la diaclasa N 30°E (poco importantes). 3. Erosión marina. Esta es la acción más importante en la actualidad, hasta el extremo de que la resaca ha formado una serie de concavidades en la pared interna de la masa calcárea que separa los dos corredores de entrada,

A partir de la sala, siguiendo la diaclasa, se desarrolla una galería, totalmente ocupada por el agua, que, a los 60 m de recorrido muere en un sifón terminal. (Además de la porción descrita, existen varios centenares de metros de galerías artificiales - producto de antiguos trabajos en busca de agua dulce; la de la zona penetrable del río es salobre por mezcla con la marina -, que interceptan algunas cavidades naturales).

El sifón comienza con un descenso casi vertical de 20 m, desembocándose en una salita, cuyo piso aparece ocupado por arena y algunos bloques. En la misma, además de algunos divertículos secundarios, se abre una galería hacia el N, cuyo desarrollo es prácticamente horizontal. Se logró remontar dicha galería hasta un punto situado a 190 m de la boca del sifón y a - 27 m bajo el agua (que nosotros sepamos, es este el mayor recorrido horizontal realizado, hasta el presente - junio 1960 - en el interior de un sifón).

La morfología del conducto es la típica de las galerías en las que el agua circula permanentemente a presión; las paredes y la bóveda (el piso se halla ocupado por depósitos de arena calcárea) presentan una superficie accidentada, constituida por concavidades yuxtapuestas, separadas por cuchillares de finas aristas.

En dirección hacia el mar, la oquedad se convierte en impenetrable a los pocos metros, desapareciendo la corriente entre materiales clásticos heterométricos. (Es evidente que, dadas las dificultades de las exploraciones subacuáticas, puede haber pasado desapercibida alguna posible continuación penetrable en dirección al mar. En cuanto a la progresión aguas arriba, creemos que el punto 190 m será sobrepasado por ulteriores exploraciones, especialmente preparadas para un largo progreso horizontal a no mucha profundidad).

### 2) Funcionamiento hidrológico (ver fig. n° 2)

La corriente de agua, desde el último punto explorado hasta el fondo del pozo de - 20 m, sigue la dirección N — S, desapareciendo por el extremo meridional de la cavidad subacuática. A partir de este momento, siguiendo una solución de continuidad orientada N 30°W, se adentra 1 Km hacia el interior del Mediterráneo, por debajo de la plataforma litoral. El cauce hipogeo presenta una serie de conductos ascendentes que funcionan como surgencias situadas sobre una línea recta.

En cuanto al río subterráneo navegable, no es más que un rebosadero del conducto inferior, que entra en funcionamiento cuando aumenta la presión en el mismo. Así pues, a pesar de que después de fuertes precipitaciones en el Macizo de Garraf la corriente que recorre la caverna alcanza considerable violencia, no es más que una pequeña fracción de la cantidad de agua que la surgencia vierte al mar Mediterráneo

d) Consecuencias de orden práctico.

Todas las nuevas surgencias descubiertas en las Costas de Garraf son, a nuestro juicio, inaprovechables, tanto por conocerse unicamente su punto de salida en el interior del mar, como por no ser posible su exacta localización, debido a salir el agua en forma difusa, entre la capa arenosa del fondo ( lo cual hace, además, imposible precisar sus características hidrológicas).

En cuanto a La Falconera, que es , sin duda, la más importante, la captación es inaprovechable en la zona del rio navegable, ya que el agua es salobre por mezcla con la marina. Por las razones apuntadas al tratar de las demás surgencias, cabe considerar como imposible el aprovechamiento en la zona submarina que sigue la solución de continuidad N 30 W. La única posibilidad seria la captación aguas arriba del sifón, pero para ello seria necesaria una exacta topografía de la parte subacuática, cosa muy difícil de lograr en tan adversas condiciones.

BIBLIOGRAFIA

- AMAT I CARRERAS R., Sota el Massif de Garraf (campanya del 1923). Bu ll. C. E. C. 29 pp., 7 fig., 4 láms. Barcelona 1924.
- LLOPIS LLADO N., Contribución al conocimiento de la morfoestructura de los Catalánides. C.S.I.C. pág.245. Barcelona 1947.
- MARTEL E. A., La Spéléologie au XX<sup>e</sup> siècle ( deuxième partie: Etranger). Spelunca, T. VII, num.41, pag.256, Paris 1906.
- MONTORIOL POUS J., El campo de dolinas del Piá del Campgrás (Macizo de Garraf, Barcelona) Speleon, T. I, núm. 2, pp. 23-39, 5 figs-Oviedo 1950.
- MONTORIOL POUS J., Estudio hidrogeológico del Fondo de les Tarradelles (Macizo de Garraf, Barcelona). Speleon, T. III, núm. 1-2, pp. 3-31, 2 láms. Oviedo 1952.
- MONTORIOL POUS J., La hidrologia kárstica del Piá de les Basses y sus relaciones con la de otras zonas del Macizo de Garraf (Barcelona). Speleon, T. V, núms. 1-2 pp. 55-104, 11 figs., 2 láms. Oviedo 1956.
- MONTORIOL POUS J., Contribución al conocimiento hidrogeológico del borde oriental del Macizo de Garraf (zona Gavá-Castelldefels). Speleon, T. VII, núms. 1-2-3-4, pp. 3-36, 14 figs., Oviedo 1956.



Pal Zoltan SZABÓ

ANGABEN ZU DEN HYDRODYNAMISCHEN EIGENSCHAFTEN DES  
KARSTWASSERS.

In Ungarn (Abb.1) besitzen die unterirdischen Wasser in ökonomischer Beziehung besondere Bedeutung, erstens wegen des zur Dürre neigenden Klimas, weiterhin, weil größere, die Niederschläge auffangende und stauende Gebirge fehlen, sodaß der immer ansteigende Wasserbedarf aus den Oberflächengewässern nicht überall befriedigt werden kann. Deshalb ist es nötig, die Fragen des Karstwassers eingehend zu untersuchen.

Das erste Problem besteht darin, ob der nach unten gerichtete Gravitationsdruck des in den Gebirgen verhältnismäßig hoch liegenden Karstwasserspiegels überhaupt und in welchem Maße eine Wirkung auf das unter der Erosionsbasis gelegene tiefere Niveau der Karbonatgesteinschichten ausüben kann.

Zum Beispiel betrug im Mecsek-Gebirge der Niederschlag in den Jahren 1945-1949 im Gegensatz zum normalen, jährlichen Durchschnittswert von 720 mm:

1945	541 mm
1946	493 mm
1947	499 mm
1948	573 mm
1949	507 mm

Die fünf trockenen Jahre spiegelten sich auch in der Lage des thermalen "Karstwasserniveaus" im mesozoischen Kalksteinmassiv von Süd-Baranya wieder (Abb.2). Dieses Wasser kann aus der Tiefe, in einem Karbonatgestein von 1500-2000 m Dicke, bis in eine Höhe von 96 m ü.M. gelangen. Das Sinken des Wasserspiegels erreichte, nach Eintritt der Dürre (1945) im siebenten Jahr, d.h.1951 das Minimum. Zu diesem Zeitpunkt lieferte die Quelle des mesozoischen Kalksteinmassivs in Siklos (Abb.2,S) 2 lit/min; erst nach 9 Jahren erreichte dieselbe Quelle ihren normalen, vor der Dürre geübten Wasserertrag. Nur die am 20. Juli 1958 durchgeführte Messung ergab den normalen Ertrag von 1380 lit/min. Infolge der Dürre sank der Wasserspiegel innerhalb einer Zeitverzögerung von mehreren Jahren um ungefähr 2 bis 3 m.

Ich war bestrebt das Wassersammelgebiet des aus der Tiefe stammenden Wassers zu bestimmen. Dieses annehmbare, speisende Gebiet hat nur eine beschränkte, aus Karbonatgesteinen bestehende Oberfläche, die vorherrschend mit mächtigen, losen Tertiär- und Quartärformationen bedeckt ist, welche das Niederschlagswasser

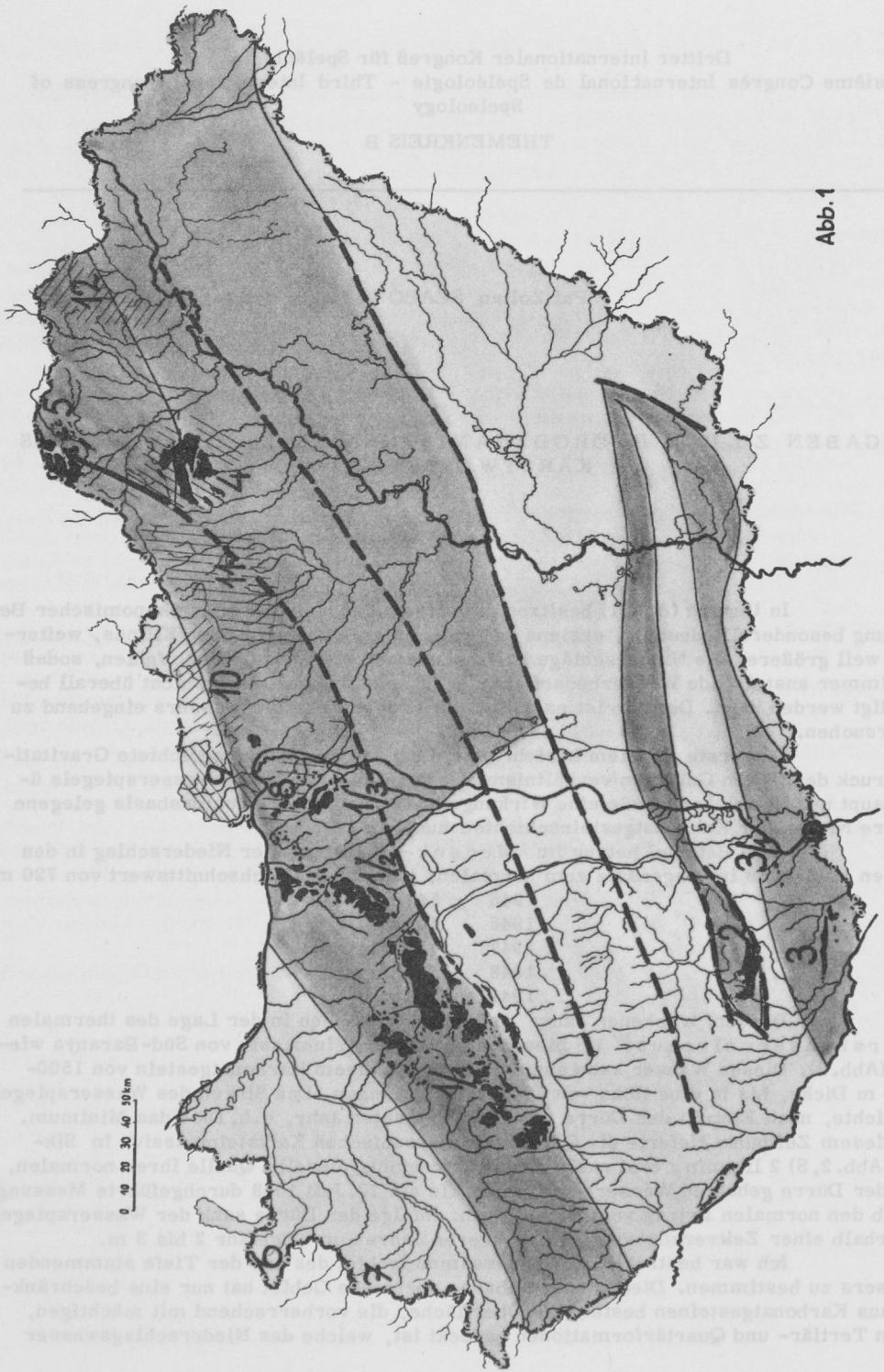


Abb. 1



vermitteln. Dieses wahrscheinliche, speisende Sammelgebiet liegt im Gegensatz zum 96 m ü. M. befindlichen Thermalwasserniveau, nördlich, in 150 bis 200 m Höhe (Planbeilage 1, zw. 18-48 km). Das Niederschlagswasser fließt von der Oberfläche der Tertiär- und Quartärformationen in die Tiefe, wo es durch Vermittlung des kristallinen Grundgebirges, sowie der mesozoischen Kalksteinschollen unter verwickelten tektonischen Verhältnissen und mit Hilfe einer von NNW-nach SSO gerichteten Dilatation in das Thermalwassergebiet bzw. zu den beobachteten Quellen gelangt, die in Luftlinie 10-20 km entfernt liegen (zw. 52-60 km).

Welche verschiedenen Wege die Gravitations- und Antigravitationsdynamik gehen, zeigt sehr treffend ein Beispiel aus dem Bükk-Gebirge. Die kalte Quelle der Wasserwerke von Miskolc-Tapolca liegt am südöstlichen Rande des erwähnten Gebirges und wird durch das Niederschlagswasser gespeist, welches auf das von der Quelle westlich liegende, ausgedehnte, stark verkarstete Kalksteingebirge des mittleren Trias fällt. Zur Zeit heftiger Regengüsse trübt sich das Wasser der kalten Quelle rasch und ihr Wasserspiegel steigt sprunghaft an. Unter gleichen Verhältnissen bleibt jedoch das Wasser einer Quelle, die in unmittelbarer Nähe der ersteren entspringt und Warmwasser liefert, kristallklar. Diese Quelle steht in keinerlei Zusammenhang mit den meteorologischen Verhältnissen der Umgebung und mit den Änderungen der Niederschlagsmengen. Der Wasserertrag der kalten Karstquelle schwankt zwischen 16.000 - 20.000 lit/min, ihre Temperatur beträgt 11°C. Die Temperatur der Warmwasserquelle liegt bei 30°C, ihr Wasserertrag - auf die Quellengruppe berechnet - erreicht ungefähr 10.000 Lit/min.

Das Wasser der heißen Quellen des Gebirges von Buda gelangt über Karbonatgesteine infolge Antigravitationshydrodynamik aus der Tiefe an die Oberfläche. Das Ausflusniveau am rechten Donauufer, ist dem Fluß als Erosionsbasis gleichgestimmt. Gemäß den Beobachtungen von Z. KOMLOSY wird der Ertrag der Thermalquellen Attila und Juventus nicht nur durch den Wasserstand der Donau, sondern auch durch die Schwankungen des Luftdruckes beeinflusst (Abb. 3). Fast allen Wellentälern der Luftdruckkurve entspricht ein Maximum des Wasserertrages der Quellen. Ein niedrigerer Luftdruck hat das Ansteigen, ein erhöhter hingegen eine Verminderung des Wasserertrages der Quellen zur Folge. Die Differenz ist nicht zu unterschätzen, da im Falle der Juventus-Quelle ein Unterschied von 4-5 dl/sec möglich ist und dies kann pro Tag 40-50 m<sup>3</sup> bedeuten.

Im Mecsek-Gebirge ist die Sarkanykut-Quelle eine besondere hydrodynamische Erscheinung (Abb. 4). Ungefähr 20 m über der in der Talsohle befindlichen Erosionsbasis entspringt aus der Felswand eine Quelle mit scheinbar sich unregelmäßig wiederholendem Ausfluß (S). Ihr Wasserertrag ist bei niedrigerem Luftdruck bedeutender und man kann voraussetzen, daß sich unter solchen Verhältnissen der Ausfluß öfter wiederholt. Der anfänglichen Heftigkeit des Ausflusses wegen, müssen wir annehmen, daß das aus den höhere Karstwassergängen anlaufende Wasser in eine, mit Kalzit bekleidete gewölbte Höhle gelangt, in der der hydrostatische Druck des Wassers die Luft des Raumes zusammenpreßt. Infolgedessen entsteht in der Höhle ein Überdruck, der den normalen Luftdruck übersteigt. Erreicht nun die Wassermenge im Höhlenraum ein gewisses Niveau, so wird sie durch den Überdruck mit großer Anfangsgeschwindigkeit ausgestoßen. Der weitere Abfluß aus der Höhle gleicht der automatischen Entleerung

---

Abbildung 1. KARSTHYDROGRAPHISCHE KARTE VON UNGARN (Geotektonischer Untergrund nach E. VADASZ).

A: Karstmorphologische Gebirge (schwarz); Terrain der gravitativen Hydrodynamik, B: Unterirdische paläozoische u. mesozoische Ablagerungsgesteine, An erster Stelle hydrodynamische Antigravitationstendenzen (grau).

C: Kaledonisch-varistische Untergrund (weiß). Die tektonischen Hauptlinien sind gestrichelt: Gebirge mit Karstformen: 1. Ung. Mittelgebirge, 1/1: Bakonyerwald, 1/2: Vertes, 1/3. Budaer G. 2: Mecsek, 3: Villanyer G., 3/1 Hervortretendes Mesozoikum, 4: Bükk, 5: Aggteleker G.; -Gebirge aus magmatischen Gesteinen: 6. Gebirge bei Sopron, 7. Gebirge bei Kőszeg, 8. Pilis, 9. Börzsöny, 10. Cserhat, 11. Matra, 12. Zemplener Gebirge.

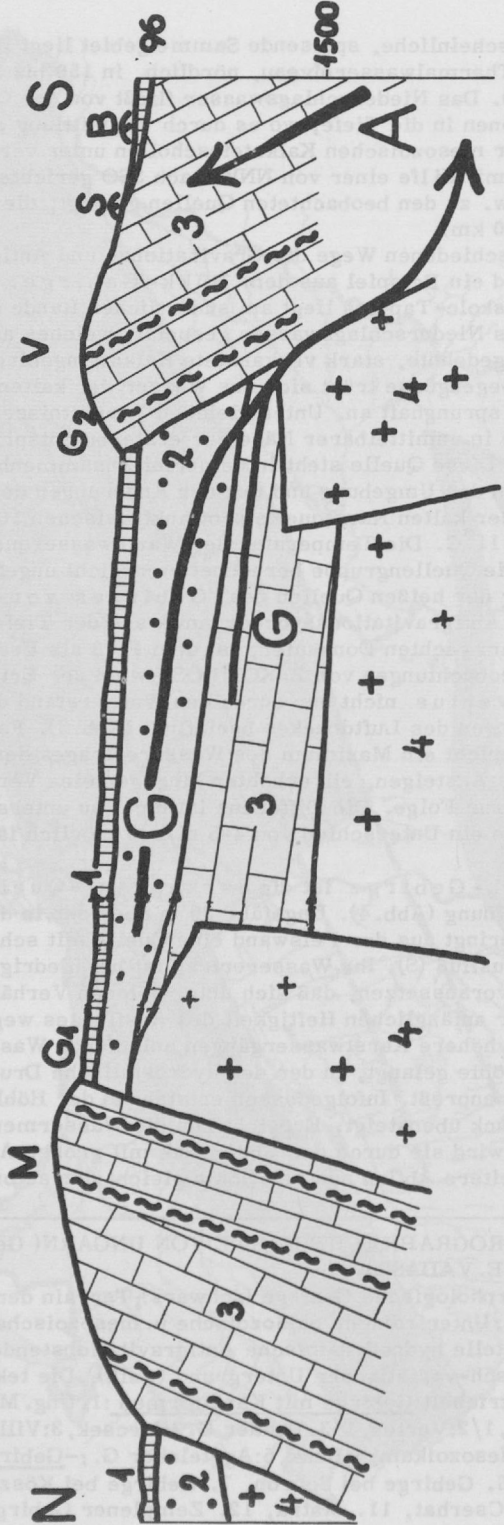
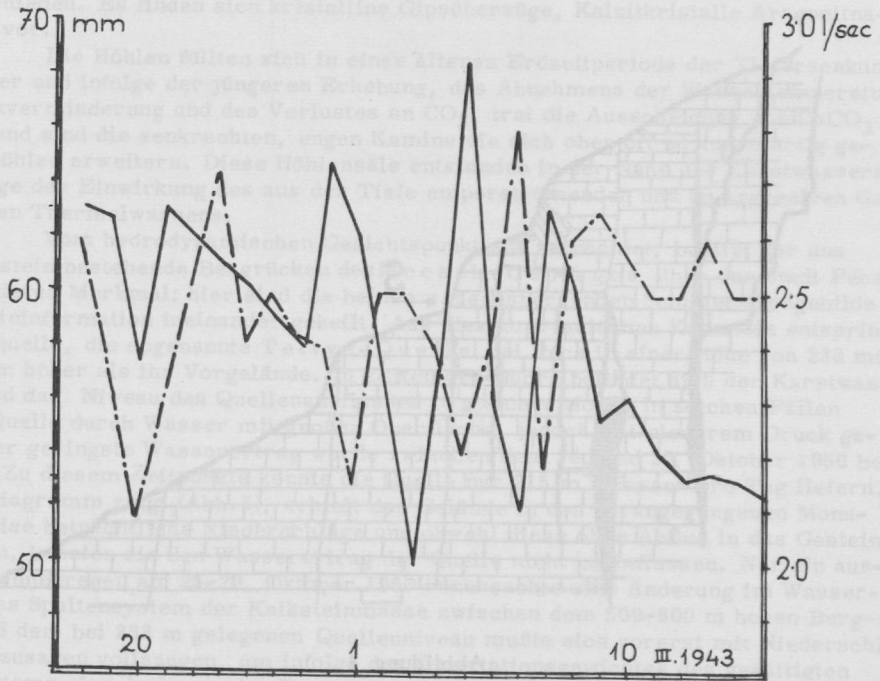


Abb. 2



--- Die Wasserabgabe der Quelle JUVENTUS, 1/sec.  
— Luftdruck (um 21 Uhr gemessen) in mm

Abbildung 3

Abbildung 2: Eine schematische Darstellung der Krustenstruktur in Südungarn von den unterirdischen Wasserbewegungen als Gesichtspunkt aus betrachtet.

1: Quartär, 2: tertiäre, vorwiegend lockere permeable Schichten, 3. mesozoische, teils Karbonatgesteine, 4: Das kristalline Grundgebirge. -

M: Das Mecsekgebirge, V: Das Villányer Gebirge, S: Der Siklóser Schloßberg (Kalk), B: Die Beremender Kalkscholle. -

G: Wasserbewegungen mit Gravitationstendenz, Einzugsgebiet des Niederschlagswassers ist zwischen  $G_1$ - $G_2$ . Der unterirdische Wasservorrat (G) strömt unter den Villányer Gebirgskomplex. Die Gewässer erheben sich mit Antigravitationstendenz (Pfeil: A) bis zu 96 m ü. M. (Wassertemperatur bei Siklós 26°C, bei Harkány 63°C).

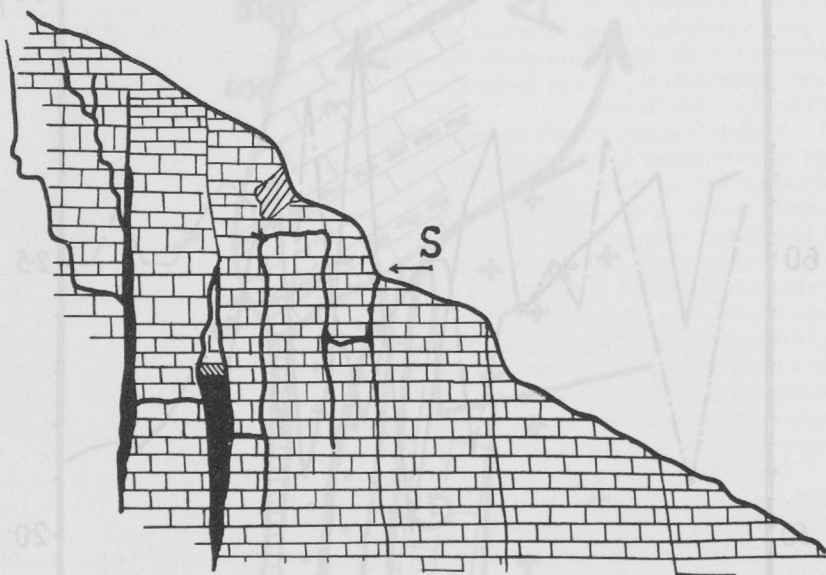


Abbildung 4

SARKANYKUT (Drachenbrunnen) im MECSEK-GEBIRGE

L = zusammengepreßte Luft

S = Ort der Ausströmung

eines ausgesaugte Wasserbehälters. Ist die Höhle mit Wasser gefüllt, so tritt im Falle einer längeren, regenarmen Zeit, in Abhängigkeit vom Luftdruck, eine heftigere oder weniger heftige Selbstentleerung ein.

Südöstlich von Budapest beträgt die Oberflächenausdehnung des Dachsteinkalkes aus der Trias, sowie des Dolomites ungefähr 1260 km<sup>2</sup>. Das Gebirge ragt aus seiner Umgebung kaum 300 bis 500 m empor. Die Stärke der Formation erreicht jedoch 3400 m. Das Gebirge ist abgeflacht, auf seinem Rücken von Peneplaincharakter sind an mehreren Stellen verdeckte, aus der oberen Kreide stammende und paleogene Urkarstformen erhalten. Diese entstanden unter tropischen, bzw. subtropischen Klimaverhältnissen der Erdgeschichte. Die mit lateritischen, bauxit- und tonartigen Gebilden ausgefüllten tiefen Dolinen und Poljen werden bergmännisch erschlossen (Bildtafel I). Unter der Urkarstoberfläche birgt hauptsächlich der Dachsteinkalk die größte Gefahr der ungarischen paleogenen Kohlenschürfung: Das Karstwasser, welches sich in Höhlungen verschiedenen Ausmaßes befindet, die gleichfalls urkarstigen Ursprung haben. Sie liegen heute - infolge jüngerer Erdschichtbewegungen - teils höher, teils niedriger.

Gemäß den Untersuchungen von F. ABEL lagen die größten Höhlen und eigneten sich die katastrophalsten Wassereinbrüche im Bergbau in einer Höhe von 130 - 100 m ü. M. Die Eindringungsgeschwindigkeit des Wassers betrug oft 100 m<sup>3</sup>/min. es kamen jedoch auch stoßweise verlaufende Einbrüche mit einer Wassermenge von 180 m<sup>3</sup>/min. vor. Nach ABEL kommen im Dachsteinkalk, in einer Lage von -200 und -250 m, keine solchen Höhlen und Spalten vor, die eine für den Bergbau gefährliche

Wassermenge enthalten. Seiner Auffassung gemäß wurden diese tieferen Spalten schon mit kristallinen Gebilden "ausplombiert", die aus dem in ihnen stagnierenden Karstwasser ausschieden. Es finden sich kristalline Gipsüberzüge, Kalzitkristalle Aragonitnadeln ect. vor.

Die Höhlen füllten sich in einer älteren Erdzeitperiode der Tiefersenkung mit Wasser und infolge der jüngeren Erhebung, des Abnehmens der Wassertemperatur, der Druckverminderung und des Verlustes an  $\text{CO}_2$ , trat die Ausscheidung von  $\text{CaCO}_3$  ein. Bezeichnend sind die senkrechten, engen Kamine die sich oben oft zu kuppelartig gewölbten Höhlen erweitern. Diese Höhlensäle entstanden in der Nähe des Karstwasserspiegels infolge der Einwirkung des aus der Tiefe emporströmenden und an aggressiven Gasen reichen Thermalwassers.

Vom hydrodynamischen Gesichtspunkt aus betrachtet, besitzt der aus Triaskalkstein bestehende Bergrücken des Mecsek-Gebirges über der Stadt Pécs ein besonderes Merkmal: hier sind die beiden wassersperrenden Schiefer-Tongebilde der Kalksteinformation ineinander gekellt. Aus diesem triadischen Kalkstein entspringt die Hauptquelle, die sogenannte Tettye-Quelle bei Pécs in einer Höhe von 233 mü. M. rund 100 m höher als ihr Vorgelände. In Zeiten der Dürre befindet sich der Karstwasserspiegel und das Niveau des Quellenausflusses in gleicher Höhe. In solchen Fällen wird die Quelle durch Wasser mit großer Oberfläche, jedoch mit niederem Druck gespeist. Der geringste Wasserertrag wurde zwischen dem 16. und 25. Oktober 1950 beobachtet. Zu diesem Zeitpunkte konnte die Quelle nur 215 m<sup>3</sup> Wasser pro Tag liefern. Wie das Diagramm zeigt (Abb. 5), erhielt das Gelände in den vorangegangenen Monaten zeitweise beträchtliche Niederschläge und obwohl diese ohne Abfluß in das Gestein eindringen, konnten sie den Wasserertrag der Quelle nicht beeinflussen. Nur ein ausgiebiger Schneeregen am 25.-29. Oktober 1950 verursachte eine Änderung im Wasserertrag. Das Spaltensystem der Kalksteinmasse zwischen dem 500-600 m hohen Bergrücken und dem bei 233 m gelegenen Quellenniveau mußte sich vorerst mit Niederschlagswasser sozusagen vollsaugen, um infolge des Gravitationsgewichtes des gesättigten Spaltensystems eine Änderung im Ertrag der Quellen verursachen zu können. Die positive Änderung ist jedoch niemals kontinuierlich, sie tritt hingegen immer sprunghaft ein, wie dies aus dem Diagramm (Abb. 5) ersichtlich ist.

Morphogenetisch betrachtet kann man feststellen, daß das absteigende Niederschlagswasser teilweise eine korrodierende Tätigkeit ausübt, teilweise aber bestrebt ist, gerade die wasserspendenden Spalten mittels eines Vorganges von entgegengesetzter Wirkung, durch Tropfstein- und Kalzitbildung abzuschließen. Ich bin der Meinung, daß sich Höhlen, bzw. höhleartige Räume überall über dem Niveau der Erosionsbasis bilden und daher den Formenschatz des Gravitationsraumes bedeuten. Sie können jedoch infolge des Verlaufes der Schichtenbewegung mit dem Gesteinskomplex in den Raum unter der Erosionsbasis versinken und stellenweise schon in den Bereich der Antigravitationsdynamik gelangen. Es sind Fälle bekannt, in welchen die durch eine Anwesenheit von  $\text{CO}_2$  charakterisierten Kaltwasserauslösungsformen von aggressiven Dämpfen und Gasen weiter ausgebildet werden. Hiedurch werden die Höhlenwände mittels konkaver Oberflächen kuppelartig erweitert und es beginnt der Vorgang einer kristallinen Ausscheidung. (Bildtafel II). Derartige aggressive Einwirkungen verlaufen in einem solchen Höhlenraum, den das thermale Wasser nicht gänzlich ausfüllt, der aber von unten her für aggressive Gase und thermale Dämpfe zugänglich ist. Sind die Spalten und Höhlen mit Thermalwasser schon einmal gefüllt, so kommt die Höhlenbildung zum Stillstand. In diesem Zustand nimmt die Verdickung der Kristallkruste an den Höhlenwänden fortlaufend zu und dies kann in einzelnen Fällen zur totalen Abschließung des Höhlenwassers führen.

Höhlensysteme und Höhlen können demnach nur infolge einer abwärts gerichteten Schichtenbewegung unter das Niveau der Erosionsbasis gelangen, dortselbst entstehen sie nicht. Oft zeigen sie in ihrer, infolge neuzeltiger Schichtenbewegung wieder in den Bereich mit Gravitationsformenentwicklung gelangten Lage noch Spuren jener

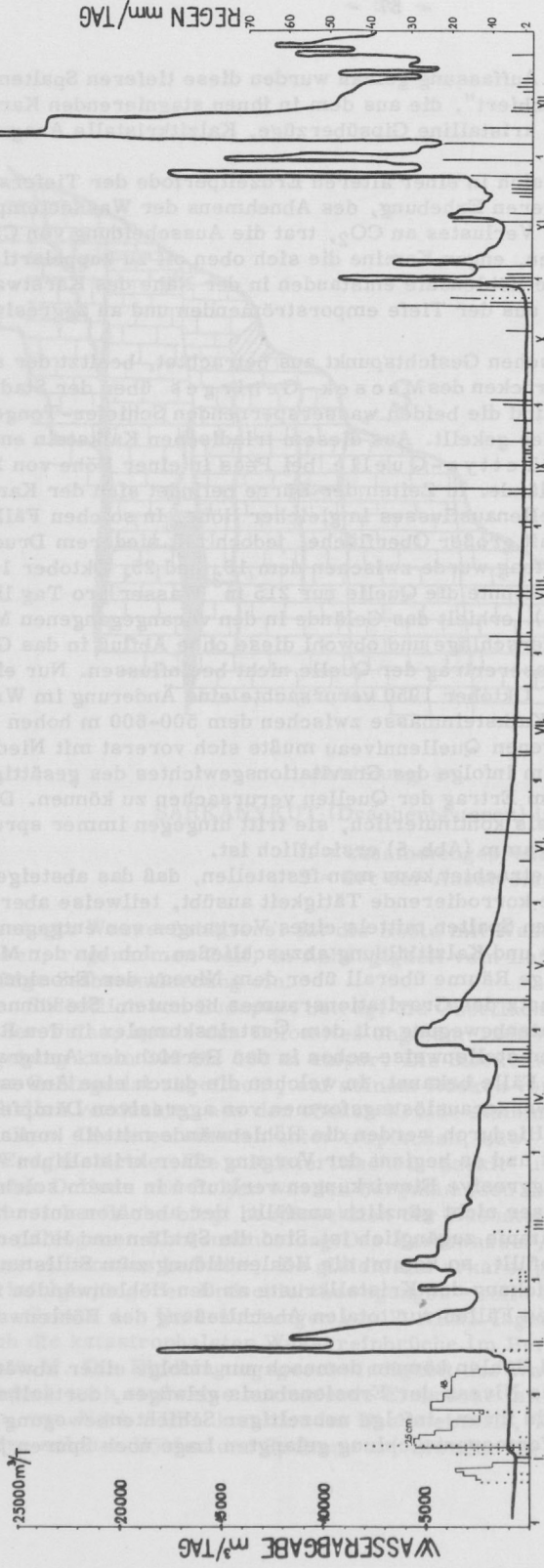


Abb. 5.  
**HYDRODYNAMISCHE EIGENSCHAFTEN DER WASSERABGABE DER KARSTQUELLE TETTYE**  
 bei der Stadt Pécás, im Jahre 1950, täglich gemessen.

Starke Linie: Wasserabgabe in  $m^3$ /Tag; vertikale Linie: tägliche Regenmenge in Millimetern,  
 Punktsäule: Schnee und Schneeregen in mm; dünne Linie: Höhe der Schneedecke in cm.

charakteristischen Formen, die für den über der Erosionsbasis gelegenen Raum mit Gravitationswasserbewegung bezeichnend sind. Im tiefliegenden Karbonatgestein können sich die aggressiven Gase und heißen Lösungen nur in Richtung der auch heute in lebhafter Bewegung befindlichen Strukturlinien bewegen, hier jedoch spielen sie keine höhlenformende Rolle. Entlang der brüchigen Struktur sind die Vorgänge mit gegensätzlicher Wirkung bestrebt, zur Geltung zu gelangen. Infolge Ausscheidens kristalliner Produkte versperren sich nämlich die Lösungen selbst ihren Weg, wodurch auch die hydrodynamischen Wirkungen allmählich verschwinden. Es sind rezente Erdschichtbewegungen von bedeutender Kraft notwendig, um die Dilationen offen zu erhalten.

Es besteht also ein unteres höhlenformendes Niveau, theoretisch unabhängig von der Erosionsbasis dort, wo die aggressiven Dämpfe und Gase in die offenen Spalten des Karbonatgesteins oder in die, mit der Gesteinsmasse gemeinsam versunkenen Höhlen eindringen können. Dies ist das höhlenformende Antigravitationsniveau. Voraussetzung ist demnach, daß das aggressive Gase enthaltende Thermalwasser die Spalte oder Höhle nicht ausfüllt, ihr unteres Niveau jedoch erreicht. In diesem Falle kann die zur Aggression nötige Gas- und Dampfmenge, mit der Höhlenluft vermischt, ihre Wirkung entfalten.

#### LITERATUR:

- ALBEL F., Neue Vorstellungen in Zusammenhang mit dem Karstwasserproblem. Hdr. Közl., XXX., 1950, 11-12. p. 406-413.
- HORUSITZKY F., A karsztvíz elhelyezkedése a Kárpátmedencében. M. T. A. Műsz. Tud. Oszt. Közl. VIII. 1. 1953 p. 9-16.
- JAKUCS L., Geological and Physical Factors of Cave Formation by the action of Hot Springs. Hdr. Közl. XXVIII. 1948, 1-4. p. 53-58.
- KASSAI F., Mining Old Tertiary Coals, Karst Water and Prevention of its Dangers in Hungary. Hdr. Közl., XXVIII., 1948, 1-4., p. 4-48.
- KASSAI F., Karsztvíznívó jelentősége és ezzel kapcsolatos problémák. M. T. A. Műsz. Tud. Oszt. Közl. VIII. 1. 1953.
- KESSLER H., A karsztos hévforrások utánpótlásának kérdése. Hdr. Közl. 36/2. 1956, p. 127-128.
- KOMLÓSY Zs., A légnymás és Duna-vizállás befolyása a Rudas-fürdő, Juventus és Attila-forrásaikhoz. Hdr. Közl. XXIII., 1943, 7-12, p. 122-125.
- PAPP F., A karsztvizek mennyiségi és minosegi viszonyairól. M. T. A. Műsz. Tud. Oszt. Közl. VIII. 1., 1953., p. 17-23.
- PÁVAI-VAJNA F., A "karsztvíz" és a "karsztvíztérképek". Hdr. Közl. XXX. 1950, 11-12, p. 402-405.
- SZABÓ P. Z., A Mecsek-hegység vízrajzi kutatása. A pécsi Tettye karsztforrása. Földr. Könyv-és Térképt. Ért. II. 1-3. 1951. p. 102-138.
- SZABÓ P. Z., A Mecsek-hegység vízrajzi kutatása. A Sárkány-kut. Földr. Könyv-és Térképt. Ért. II. 7-9, 1951, p. 113-120.
- SZABÓ P. Z., Két mecseki karsztforrás vizsgálata Komló és Pécs vizellátása szempontjából. Földr. Közl. I. /LXXVII/. 3-4, 1953, p. 161-192.
- SZABÓ P. Z., Karstic Landscape Forms in Hungary in the Light of Climate History. Studies in Hungarian Geogr. Sciences, Ed. Red. Gy. Miklos. Bp. 1960, p. 39-55.

- SZABÓ P. Z., Hydrodynamische Eigenschaften des Karstwassers im Mecsekgebirge bei Pécs. M. T. A. Dunántúli Tud. Int. Értekezések, 1960, p. 5-54.
- SZÁDECZKY-KARDOS E., A hévizek-karsztvizek és ártézi vizek kapcsolatairól. Hidr. Közl. XXIV, 1949, 3-4, p. 125-127.
- SZÁDECZKY-KARDOS E., Karsztvizek-térkép-problémák és karszttypusok. M. T. A. Műsz. Tud. Oszt. Közl. VIII. 1. 1953, p. 3-7.
- VADÁSZ E., Thermal Karstic Water in South Baranya Country, Hungary. Hidr. Közl. XXIV. 1949, 3-4. p. 81-83.
- VENKOVITS I., On structural Caves and Water-Ducts in the Mesozoic Bedrock of Dorog. Hidr. Közl. XXIX. 1949, 5-6, p. 160-166.
- WEIN Gy., Hidrológiai adatok a Bükk-hegység keleti részéből. Hidr. Közl. XXXII, 1-2. 1952, p. 12-19.

Erläuterungen zur Planbeilage 1

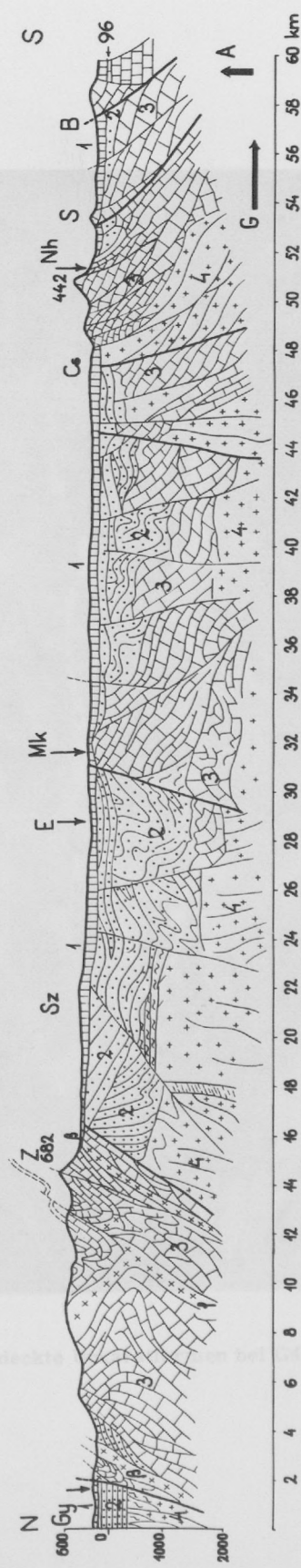
SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DER SCHUPPENARTIGEN TEKTONIK IN SÜDUNGARN (Komitat Baranya):

1 quartäre, 2 neogene, 3 karbonathaltige mesozoische, 4 paläozoische, kristalline Formationen.

Das Niederschlagswasser hat eine Gravitations-Tendenz (zwischen 18 und 48 km); es nährt (G) in der Tiefe die Thermalwässer, die sich mit einer Antigravitationstendenz (A) (zwischen 52 und 60 km) bewegen.

Z	Zengő, höchster Punkt im Mecsekgebirge	Mk	Máriakáménd
Nh	Nagyharsányi hegy im Villanyer Gebirge	Cs	Csarnóta
		S	Siklós
B	Beremend, Tiefbohrungen:	Gy	der Gemeinde bei Györe
		Sz	bei Szilágy
		E	bei Ellend



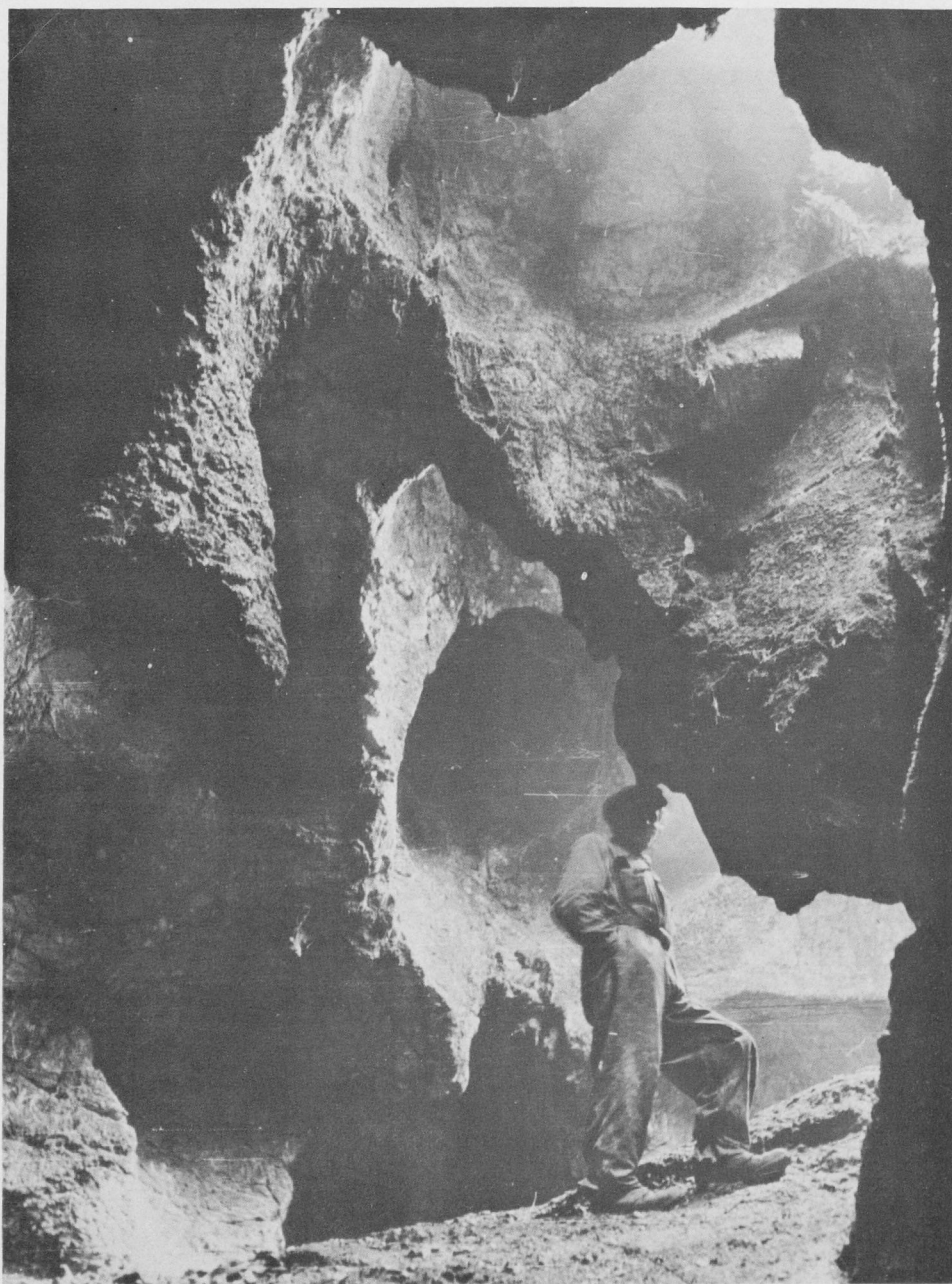


Mit Dampf bedeckt. Foto: Z. TILDE.





Mit Bauxit bedeckte Urkarstformen bei Gánt. Foto: Z. TILDY.



Typische kuppelartige Formen in einem Höhlenraum, den das thermale Wasser nicht gänzlich ausfüllt, der aber von unten her für aggressive Gase und thermale Dämpfe zugänglich ist. - Beremend, Südungarn. - Foto: L. KEVI.

J. P. THAUVIN

OBSERVATIONS SUR LE KARST DU JBEL LOCHAB  
(Rif marocain)

Le Rif est une chaîne arquée, convexe vers le sud, formée par la superposition de quatre ensembles charriés vers le SW, les septentrionaux surmontant les méridionaux. Ce sont, du N au S, le Massif paléozoïque, la Dorsale calcaire et les Bokoya, la nappe rifaine marne-schisteuse, et la zone prérifaine marneuse et marne-gréseuse, qui disparaît elle-même sous les formations plioquaternaires du Rharb.

Le Massif du Lochaab se situe à la limite méridionale de la Dorsale calcaire, à une vingtaine de km à l'est de Chaouène. Il se compose du Jbel Lechaab proprement dit, qui culmine à 2.154 m et du Jbel Bou-Halla d'environ 1.800 m d'altitude. L'ensemble est formé de trias dolomitique surmonté de calcaire durs et de dolomies du trias supérieur-infralias, coiffés enfin par un rhétien de calcaires lités puis de calcaires massifs gris. Mises à part quelques déformations tectoniques très locales quoique parfois violentes, les couches calcarée-dolomitiques ont un pendage général très net de 30 degrés SW environ.

Le climat actuel est assez rude, froid et humide l'hiver (1.100 mm de précipitations, 3 mois d'enneigement), chaud et sec l'été. Il est très vraisemblable que ces conditions climatiques ont été beaucoup plus sévères à différentes périodes du Quaternaire, notamment au Villafranchien. Néanmoins, aucune trace de périglaciaire n'a été trouvée dans la région. Quoiqu'il en soit, l'attaque fossile et actuelle des formations calcarée-dolomitiques est nette et importante. La fracturation préexistante due à une tectonique mouvementée jointe à un violent contraste de températures diurnes et nocturnes ont produit une gélivation très importante dont les traces se voient dans les innombrables pierriers et lapiez du massif. De plus le processus chimique de corrosion a été extrêmement efficace, peut-être en partie à cause du caractère presque toujours dolomitique des formations calcaires. L'eau a provoqué des saillies déchiquetées et anguleuses ou des canclûres verticales séparées par des arêtes coupantes. Elle a provoqué aussi, et surtout, un élargissement parfois notable des nombreuses fissures du calcaire. La neige enfin, dont on a si souvent moindri, voire refuté, l'action corrosive, a elle aussi laissé des marques, beaucoup plus arrondies que celles de l'eau. Dans un petit puits d'un lapiez situé sur la face NE de Lochaab, vers 1.800 m d'altitude, nous avons trouvé en plein mois de juillet un bloc de neige de plusieurs mètres cubes reposant sur un sol d'argile brune et de grèze. Dans ce lapiez il était possible de distinguer les

formes de corrosions nivale et aqueuse; les premières, en profondeur, à l'abri du soleil, présentaient des cupules, des marmites, des angles arrondis, alors que les secondes, dans ce même trou ou à l'air libre, avaient un aspect beaucoup plus tranchant et dentelé. Sur la face SW de la même montagne, vers 1600 m d'altitude moindre mais surtout de la corrosion nivale. Vers 2000 m d'altitude, une doline d'une cinquantaine de mètres de circonférence a retenu notre attention. Elle semble être une illustration excellente du type assymétrique décrit par TRICART "un bord abrupt faisant face à une pente douce recouverte de matériel soliflué" et s'appuyant sur le pendage des couches, "la partie la plus profonde de la doline se trouvant au pied de l'escarpement". Vu son altitude, sa proximité du sommet et son aspect, il semble exclu que sa genèse soit autre que nivale. La grande doline de l'Isourhar, sur le flanc ouest, de plus de 300 m de diamètre, participe au type assymétrique, mais moins nettement; vu les faciès ruiniformes qui l'entourent, il est vraisemblable que sa genèse est due à l'action de l'eau. Son fond est également occupé par un matériel soliflué à prédominance argileuse, mais subhorizontal. A proximité, un porche d'une soixantaine de mètres de longueur sur 25 de largeur et de hauteur ne semble pas avoir d'autre cause que des éboulements dus au creusement de l'eau et favorisés par la disposition du pendage et des accidents tectoniques.

Enfin, les formes d'érosion qui intéressent plus particulièrement la spéléologie, les puits, avens etc... proviennent presque tous de l'élargissement par l'eau de diaclases ou de failles dues à la tectonique. Dans la presque totalité des cas, en effet, l'existence d'une faille ou d'une fissure est visible soit à l'orifice du puits soit quelques part à l'intérieur de la grotte. Sur les 24 puits et grottes qui ont été explorés dans le massif, 15 au moins suivent dès le départ une diaclase élargie par la corrosion. Les autres, à une ou deux exceptions près, présentent ces accidents tectoniques à l'une ou l'autre partie de leur réseau. Mais il faut se rappeler que la plupart de ces trous sont situés sur un versant monoclinal proche d'une surface structurale. On n'assiste pas ici aux déchirements des couches anticlinales à leur partie supérieure. Ceci pourrait être l'une des causes de la faible profondeur d'une bonne partie de ces puits (de 15 à 45 m), qui sont tous bouchés au fond par un plancher de matériaux détritiques coincés, sans aucun exutoire latéral. L'eau ne semble plus y avoir qu'une influence intermittente car le plancher est intact, sec, et le concrétionnement est rare, sinon inexistant. Par contre, pendant les 3 ou 4 mois d'hiver, il est probable que la neige et son eau de fonte continuent d'attaquer la roche. En résumé il semble que ces puits soient le siège d'une corrosion pendant 3 ou 4 mois et que le reste du temps aucune action, même de sédimentation, ne se fasse sentir. Seuls 6 de ces puits ou grottes présentent un cours d'eau souterrain.

A ce propos il n'est pas sans intérêt de souligner que dans le trias comme dans le lias, par un seul étage n'est à sédimentation argileuse. Autrement dit aucun niveau ne peut en principe tenir lieu de substratum imperméable à un cours d'eau et favoriser un écoulement autre que subvertical. Les joints de stratification sont très peu efficaces vu la compacité du calcaire considéré. Les seuls planchers imperméables possibles sont les rares bancs ou lentilles d'argile interstratifiées, dont la puissance est de l'ordre de quelques mètres. Dans les quelques cavités recelant un cours d'eau, on a pu constater que le creusement vertical s'arrêtait à un niveau argileux ou marne-schisteux supportant un ruisseau intermittent. Il pouvait d'ailleurs reprendre quelques dizaines de mètres plus loin, dès que l'intercalation imperméable prenait fin.

Sur ces 6 grottes donc, trois sont de moyennes envergure et présentent l'aspect classique de cavités déjà évoluées: une petite salle d'entrée se poursuivant par des galeries ou des petits puits fossiles, concrétionnés, aboutissant à un cours d'eau caractérisant un étage qu'il est à peine possible de qualifier d'actif, tant le débit est faible et l'envasement important. Même le concrétionnement y est parfois conséquent. La quatrième de ces cavités parcourues par l'eau consiste en tout et pour

tout en une exsurgence; galerie étroite pénétrable seulement sur une vingtaine de mètres. La cinquième, située à proximité de la grande doline de l'Isourhar dont il a été question plus haut renferme un plan d'eau à une dizaine de mètres de profondeur. Découverte très récemment elle n'a pas encore été explorée mais sa reconnaissance donnera sans doute d'utiles renseignements sur l'hydrologie souterraine de la région. La sixième de ces cavités enfin est le Torhobeit qui mérite une mention particulière à plusieurs titres.

Il s'ouvre à une altitude de 1700 m environ sur le flanc SW du Jbel Bou Halla, dans des calcaires massifs gris. Un large puits vertical de 80 m mène à un éboulis descendant de quelque 7 mètres sur deux puits jumelés de 10 m de profondeur. Ceux-ci tombent sur une galerie (amont et aval) contenant un ruisseau souterrain intermittent qui doit atteindre un débit de 5 l/s à la mi-saison (aucune mesure n'a pu être faite en période de hautes eaux, les voies d'accès au trou étant impraticables à ce moment).

Il coule sur un lit de marnes intercalaires et l'entaille d'une façon variable, de 1 à 3 mètres dans la galerie amont, qui ne présente d'ailleurs d'autre intérêt que la présence d'assez nombreuses perles des cavernes, et jusqu'à 6 ou 7 mètres dans la partie aval. La galerie aval est d'abord relativement étroite et a du circuler en conduite forcée car elle présente parfois des cheminées d'équilibre sur son parcours, hautes de quelques mètres. D'autre part, des placages de boue sont parfois visibles sur son plafond. Tout ceci laisse supposer que cette galerie a fonctionné en conduite noyée, souvent forcée même, à une période indéterminée. Actuellement, elle n'est jamais noyée et la rivière ne creuse plus que son lit argileux. Au bout de 20 à 30 mètres, la galerie s'approfondit et s'élargit dans les marnes, progressivement mais rapidement. Elle a une curieuse section dissymétrique, une rive droite subverticale et une rive gauche inclinée à 70° environ. Tout est creusé dans les marnes. Cette dissymétrie est encore plus marquée dans la Salle du Bivouac, un peu plus loin: longue d'une quarantaine de mètres, large de 20, elle est formée de blocs d'effondrement s'étendant uniquement sur la rive gauche. La rive droite est subverticale. Cette disposition est certainement due au pendage car à la sortie de la salle, le cours tourne à gauche à 90° et la section a dès lors forme d'un triangle isocèle. On arrive ensuite à une autre salle d'effondrement dès l'entrée de laquelle on perd le ruisseau. Elle a la forme d'un grand triangle dans lequel on entre par une pointe, le côté opposé suivant une faille dont a pu estimer le miroir visible à une cinquantaine de mètres. En effet, pour quitter cette salle, on suit la faille en descendant dans les blocs et on arrive à une troisième salle allongée puis à une suite de galeries et de petits puits aboutissant aux deux tiers d'un puits profond de 40 m. A sa base c'est-à-dire à environ moins 300 mètres on trouve une petite rivière souterraine. Un essai de coloration à la fluorescéine effectué en amont, à proximité de l'aboutissement du grand puits d'entrée, a coloré ce ruisseau qui est donc le même qu'en amont. A partir de cet endroit, le faciès de la grotte change; c'est l'étage actif, sans aucune forme de sédimentation, toujours humide sinon mouillé. Le réseau est une succession de puits et de ressauts, surtout dans les calcaires compacts. Dans ces dernières formations, les puits et galeries sont larges, la corrosion y a sculpté des formes carrées aux angles arrondis. Plus bas par contre, dans les calcaires dolomitiques, les dimensions de la galerie sont plus restreintes: on est souvent obligé de se courber et même de franchir de petites voûtes mouillantes; la roche elle-même, d'autre part est découpée en arêtes tranchantes séparées par des cavités arrondies; enfin, au lieu d'une suite ininterrompue de ressauts de 5 à 10 m, on a là une galerie inclinée, coupée de 2 ou 3 puits seulement. Est-ce simplement l'influence du niveau de base ? Il semblerait que ces différences soient surtout dues aux différences lithologiques. Le point extrême moins 380 m a été atteint en novembre 1960 après une pointe d'une quinzaine d'heures dont huit sous le flot d'une suite de cascades à 4°. L'arrêt a été motivé par un siphon ou plus exactement par une voute mouillante, infranchissable en cette saison. Seule la période d'étiage est favorable pour forcer ce passage.

Deux essais de coloration à la fluorescéine ont été effectués dans ce gouffre du Torhobeit à des saisons différentes. Dans les deux cas, le colorant est apparu à la surface onze jours plus tard dans un groupe d'exsurgences appelé Cherafa. Celles-ci sont à une altitude de 850 m plus basse que celle de l'orifice du Torhobeit. A vol d'oiseau, elle est à environ 3 km au SE de ce point. Or, toujours à vol d'oiseau si l'on peut dire, la progression souterraine a été d'environ 350 m vers l'WSW. D'autre part, à la même période, le débit du ruisseau souterrain est de 5 l/s, quand celui de la totalité des exsurgences de Cherafa est de 7 ou 800 l/s. Le ruisseau du Torhobeit n'est donc qu'un petit affluent d'un collecteur principal qui va se déverser à Cherafa. Mais aucune trace tangible n'a été trouvée de ce collecteur. Une autre hypothèse serait que l'Oued Ametras, qui longe le flanc E du Ibel Bou Halla, perde à un endroit quelconque de son parcours, une partie de son eau qui se retrouverait à Cherafa. En effet cet oued coule d'abord sur la série triasique, puis sur les marnes nummulitiques de la nappe rifaine marno-schisteuse qui forment le substratum de la série calcaire charriée du Jbel Lechaab. Il est possible qu'au contact une partie de l'oued suive la vallée en passant sur le nummulitique, tandis qu'une autre partie s'infiltrerait entre les marnes et les calcaires pour résurger à Cherafa. Une reconnaissance sommaire de la vallée de l'oued Ametras n'a pu mettre ces pertes en évidence et aucune tentative de coloration n'a encore été effectuée.

La question n'est donc pas encore résolue mais chaque année apporte de nouvelles connaissances et le moment ne tardera guère, sans doute, où le problème sera définitivement résolu.

Il est enfin un dernier gouffre, appelé le Kef Rhachaba, dont il est utile de parler, bien que son exploration soit à peine commencée. Il se situe vers 1500 m d'altitude sur le flanc SW du Jbel Lechaab. Sa découverte ne remontant qu'au mois de mai, on ne le connaît encore que très peu. C'est une suite de grands puits séparés par quelques platesformes. En fait c'est une verticale presque absolue qui a déjà été reconnue sur 150 m. On sait qu'elle se poursuit encore sur une cinquantaine de mètres. Vu les dimensions imposantes de ce gouffre il est presque certain qu'il se poursuit encore plus loin et qu'il recèle une rivière souterraine. Où va son eau, tel est le problème hydrogéologique qui commence à se poser. Or à l'W du massif, l'oued Maggou soit une résurgence de l'eau présumée du Kef Rhachaba est chose bien tentante. Il faut rappeler en effet que les conditions géologiques seraient plutôt en faveur d'un tel exutoire. Mais il faut d'abord trouver la rivière du Rhachaba et faire ensuite un essai de coloration qui seul apportera indiscutablement la preuve cherchée. C'est l'objectif immédiat du Spéléo-Club de Rabat, qui pourra en principe être réalisé au cours de l'automne prochain.

Il convient de signaler que toutes les eaux souterraines du massif du Lechaab sont du type bicarbonaté calcique avec un résidu sec n'excédant pas 400 mg/l.

Ainsi donc le massif calcaire de Mont Lechaab apparaît d'une grande richesse spéléologique et hydrogéologique. Le Spéléo-Club de Rabat, dont la plupart des membres font partie de l'Office National des Irrigations, s'applique à faire l'inventaire des avens, gouffres de cette région. Une meilleure hydrogéologie permettra de préciser l'agencement des différents cours d'eau souterrains, de définir en particulier leurs cheminements et partant la mise sur pied d'un programme d'utilisation des eaux souterraines. Les recherches n'en sont qu'à leur début mais elles sont très prometteuses.



Josef ZÖTL

SYSTEMATISCHE UNTERSUCHUNGEN  
ZUR HYDROGRAPHIE DES NORDOSTALPINEN KARSTES  
UND DIE BESTÄTIGUNG IHRER ERGEBNISSE  
DURCH AUFSCHLIESSUNGSARBEITEN.

Durch umfassende karsthydrographische Untersuchungen, wie sie in den nördlichen Kalkalpen seit Jahren, vor allem im Dachsteinmassiv, im Toten Gebirge, im Hochschwabgebiet und im Raume der Voralpe durchgeführt werden, wurde offensichtlich, daß diese Arbeiten eines systematischen Aufbaues bedürfen, wenn eine sichere Deutung der Untersuchungsergebnisse gewährleistet werden soll. Erst auf der Grundlage allgemeiner und allseitiger Aufnahmen können spezielle Untersuchungen zweckmäßig und erfolgversprechend angesetzt werden ( vgl. J. ZÖTL 1960 ).

Für die Beurteilung der karsthydrologischen Methodik war es besonders wertvoll, daß im Zuge der Anlage des Triebwasserstollens des Ennskraftwerkes Altenmarkt eine karsthydrologische Fragestellung auftauchte, deren Beantwortung durch die späteren Aufschließungsarbeiten entweder bestätigt oder als Fehlurteil aufgedeckt werden mußte.

Das nunmehr fertiggestellte Ennskraftwerk Altenmarkt liegt direkt an der steirisch-oberösterreichischen Grenze und ist unter Nutzung der großen Ennsschlinge durch einen mehr als 2,5 km langen Druckstollen mit dem Wehr bei Erling verbunden (vgl. E. FISCHER 1959 ). Der Triebwasserstollen durchfährt die Ausläufer der Voralpe, eines Gebirgszuges, auf dessen Gipfel (1729 m) sich die Grenzen Oberösterreichs, Niederösterreichs und der Steiermark treffen. Man rechnet dieses Gebiet zu den westlichen Teilen der Göstlinger Alpen, oder nach der Gliederung von W. STRZYGOWSKY (1951) zu den Ausläufern der Ybbstaler Berge.

Hier in den Kalkvoralpen überwiegt, im großen gesehen, der Hauptdolomit im Aufbau der Züge, und begünstigt durch die geringe Höhenlage und die mindere Schroffheit der Dolomitberge reicht der dunkle Mantel des Waldes vielfach geschlossen bis zum Kamm und wird nur in den höchsten Lagen von einer Alm- und Felsregion überragt.

Was den geologischen Aufbau betrifft, so zieht im Raume von Altenmarkt das basale Grundgebirge, das der Lunzer Decke der Kalkalpen angehört, im NW-SE-Streichen vom Voralpengipfel zur Erosionsfurche der Enns (Abb.1). Es ist ein mächtiger Zug aus Hauptdolomit, in den Kalke und Mergel der obersten Trias, des Jura und der Unterkreide steil eingefaltet sind. Den SW-Hang des Weinberges verkleiden Konglomera-

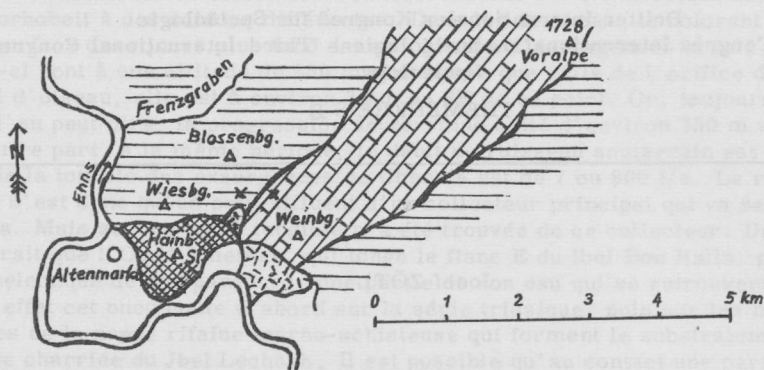
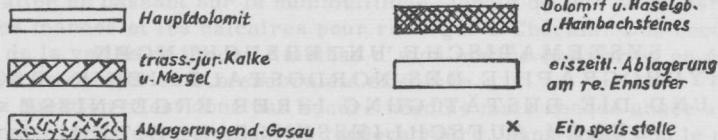


Abb. 1:



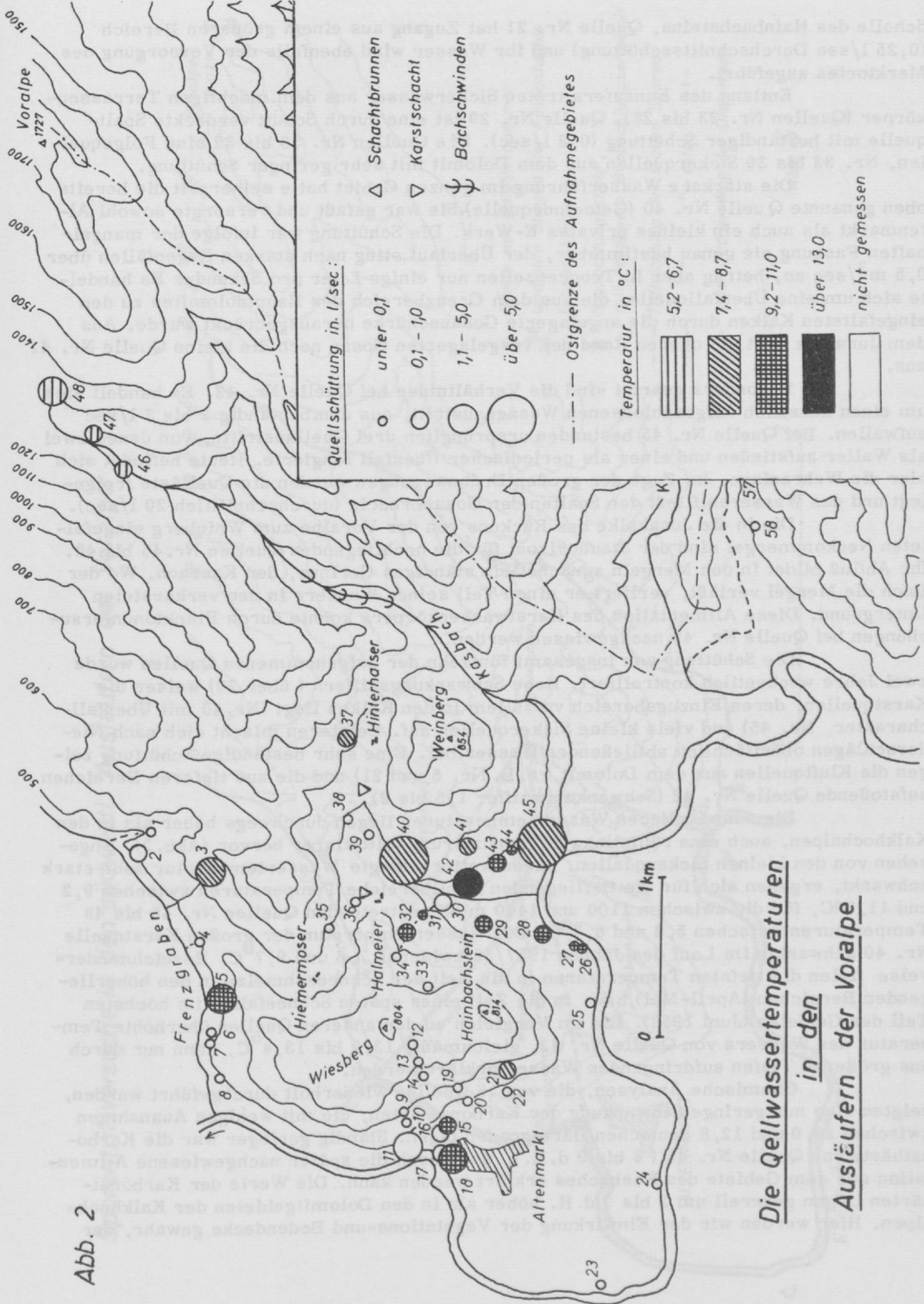
te, Breccien und Mergel der Gosau. Diesem unteren Stockwerk wurde im SW die Dolomitscholle des Hainbachsteins (814 m) aufgeschoben. Sie wird von Haselgebirge der Untertrias unterlagert, das schräg auf der Gosau liegt und an Störungen auch in sie eindringt (E. CLAR 1961).

Nach der endgültigen Projektierung verlief der Triebwasserstollen vom Wehr weg zunächst in der den Jurakalke angelagerten Gosauschürze und trat unter Umgehung der tektonischen Scholle des Hainbachsteins in den basalen Hauptdolomit des Wiesberges über. Die Trasse berührte, abgesehen von lokalen Einschuppungen, also weder die in den Dolomit eingefalteten triassisch-jurassischen Kalke, noch die Werfener Schichten und das Haselgebirge unter dem Dolomit des Hainbachsteins.

Es sollte nun vor dem Baubeginn versucht werden zu beurteilen, ob die große Quelle (Abb. 2 Nr. 40), die die Gemeinde Altenmarkt mit Trink- und Nutzwasser versorgte, in ihrer Schüttung durch den Stollenbau beeinträchtigt werden wird. Eine zweite Frage war, welche Quelle mit Sicherheit unbeeinflusst bleiben werde und als etwaige Ersatzfassung dienen könnte. Weiters war noch das Schicksal einer Anzahl von kleinen Quellen zu erwägen, die einzelne Gehöfte versorgen. In Verbindung mit den genannten Fragen stand schließlich auch das Problem, ob stärkere Wassereintrüche beim Stollenbau zu erwarten seien.

Eine genaue Quellenaufnahme führte zur Ortung aller, auch der kleinen Wasseraustritte, da gerade diese vorwiegend der Wasserversorgung hochgelegener Bauernhäuser dienen (Abb 2). Die Quellen im Frenzgraben (Abb. 2 Nr. 1 bis 8) treten sämtlich aus dem Hauptdolomit aus, nur zwei an eine Störung gebundene (Nr. 3 und 5) haben eine Schüttung von mehr als 1 l/sec. Auch die Quellen Nr. 9 bis 14 liegen im Dolomit. Mit Ausnahme von Quelle Nr. 11, einer Spaltquelle im Ennsniveau, handelt es sich um lokale Sickerquellen mit einer Schüttung um 0,05 l/sec. Die relative Häufigkeit der Wasseraustritte und deren geringe Wasserführung entsprechen dem Charakter der Dolomitentwässerung. Die Quellen Nr. 15 und 16 treten an der Grenze des an das Grundgebirge anlagernden Terrassenkörpers aus, die Quellen Nr. 17 und 18, die seinerzeit am Fuß der Terasse in die Enns fließen, sind heute durch die Anschüttung von Ausbruchmaterial verdeckt. Die Quellen Nr. 19 bis 22 kommen aus dem Hauptdolomit der

Abb. 2



Die Quellwassertemperaturen  
in den  
Ausläufern der Voralpe

Scholle des Hainbachsteins, Quelle Nr. 21 hat Zugang aus einem größeren Bereich (0,25 l/sec Durchschnittsschüttung) und ihr Wasser wird ebenfalls der Versorgung des Marktores zugeführt.

Entlang des Ennsufers treten Sickerwässer aus dem mächtigen Terrassenkörper (Quellen Nr. 23 bis 28), Quelle Nr. 29 ist eine durch Schutt verdeckte Spaltquelle mit beständiger Schüttung (0,2 l/sec). Die Quellen Nr. 30 bis 32 sind Folgequellen, Nr. 33 bis 39 Sickerquellen aus dem Dolomit mit sehr geringer Schüttung.

Die stärkste Wasserführung im ganzen Gebiet hatte seinerzeit die bereits oben genannte Quelle Nr. 40 (Gemeindequelle). Sie war gefaßt und versorgte sowohl Altenmarkt als auch ein kleines privates E-Werk. Die Schüttung war infolge der mangelhaften Fassung nie genau bestimmbar, der Überlauf stieg nach starken Regenfällen über 0,5 m<sup>3</sup>/sec an, betrug aber in Trockenzeiten nur einige Liter pro Sekunde. Es handelte sich um eine Überfallquelle, die aus dem Grenzbereich des Hauptdolomites zu den eingefalteten Kalken durch die angelagerte Gosauschürze herausgedrückt wurde. Aus dem Jurakalk tritt am oberen Rand der vorgelagerten Gosau noch die kleine Quelle Nr. 41 aus.

Besonders geartet sind die Verhältnisse bei Quelle Nr. 42. Es handelt sich um einen künstlich aufgeschlossenen Wasseraustritt, aus dembeständig 2 bis 3 l/sec aufwallen. Bei Quelle Nr. 45 bestanden ursprünglich drei Quellaustritte, von denen zwei als Waller aufstießen und einer als periodischer Überfall fungierte. Heute befindet sich hier die Wehranlage. Im Zuge der großen Erdbewegungen wurden die Quellläste freigelegt und das Wasserentfließt den Spalten der Gosabreccie (durchschnittlich 20 l/sec).

Die in die Jurakalke des Rückens von der Voralpe zum Weinberg eingefalteten Neokommargel sind der Stauhohizont für die hochliegenden Quellen Nr. 46 bis 48. Ihr Abfluß bildet in den Mergeln zunächst ein ständiges Gerinne, den Kasbach. Wo der Bach die Mergel verläßt, verliert er einen Teil seines Wassers in den verkarsteten Untergrund. Diese Alimantation des Karstwasserkörpers konnte durch Planktonuntersuchungen bei Quelle Nr. 45 nachgewiesen werden.

Die Schüttung von insgesamt fünfzehn der aufgenommenen Quellen wurde zwei Jahre wöchentlich kontrolliert. Hohe Schwankungsziffern (über 20) weisen die Karstquellen, deren Einzugsbereich vor allem in den Kalken liegt (Nr. 40 mit Überfallcharakter, Nr. 45) und viele kleine Sickerquellen auf. Letzteren mischt sich nach Niederschlägen oberflächlich abfließendes Wasser bei. Eine sehr beständige Schüttung zeigen die Kluftquellen aus dem Dolomit (z. B. Nr. 5 und 21) und die aus tieferen Bereichen aufstoßende Quelle Nr. 42 (Schwankungsziffer 1,5 bis 2).

Die sommerlichen Wassertemperaturen liegen durchwegs höher als in den Kalkhochalpen, auch eine räumliche Differenzierung tritt klarer hervor (Abb. 2). Abgesehen von den kleinen Sickerquellen, deren wetterbedingte Wassertemperatur sehr stark schwankt, ergaben sich für die tiefliegenden Quellbereiche Temperaturen zwischen 9,2 und 11,0°C, für die zwischen 1100 und 1400 m Sh austretenden Quellen Nr. 46 bis 48 Temperaturen zwischen 5,2 und 6,7°C. Die Wassertemperatur der großen Karstquelle Nr. 40 schwankte im Lauf des Jahres 1957/58 zwischen 7,6 und 9,7°C. Bezeichnenderweise fielen die tiefsten Temperaturen in die Zeit der Schneeschmelze in den höherliegenden Bereichen (April-Mai), bzw. in die Zeit eines späten Schneefalles im höchsten Teil des Gebietes (Juni 1958). Die im Vergleich zu den anderen Quellen überhöhte Temperatur des Wassers von Quelle Nr. 42, gleichmäßig 13,2 bis 13,4°C, kann nur durch aus größeren Tiefen aufdringendes Wasser erklärt werden.

Chemische Analysen, die von 16 Quellen wiederholt durchgeführt wurden, zeigten eine nur geringe Schwankung der Karbonathärten, die mit wenigen Ausnahmen zwischen 10,0 und 12,8 deutschen Härtegraden lagen. Ständig geringer war die Karbonathärte von Quelle Nr. 45 (8 bis 9 d. H.), was durch die später nachgewiesene Alimantation aus dem Gebiete des Kasbaches erklärt werden kann. Die Werte der Karbonathärten liegen generell um 2 bis 3 d. H. höher als in den Dolomitgebieten der Kalkhochalpen. Hier werden wir der Einwirkung der Vegetations- und Bodendecke gewahr, der

# Sporenriftversuche in den südwestl. Ausläufern der Voralpe

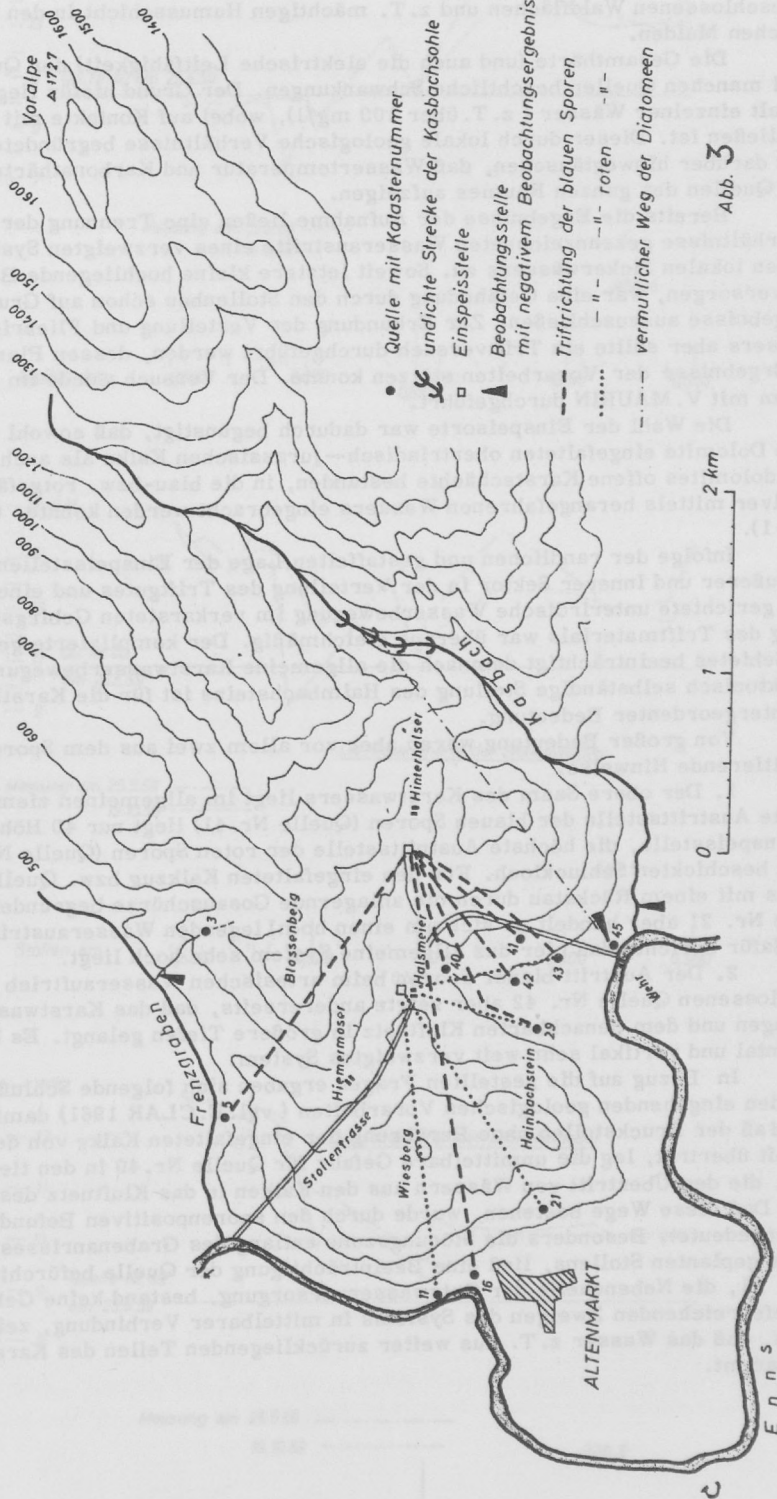


Abb. 3

großen geschlossenen Waldflächen und z. T. mächtigen Humusschicht in den tiefergelegenen flachen Mulden.

Die Gesamthärte (und auch die elektrische Leitfähigkeit) der Quellwässer zeigte bei manchen Quellen beachtliche Schwankungen. Der Grund hierfür liegt im hohen Sulfatgehalt einzelner Wässer ( z. T. über 100 mg/l), wobei auf Kontakte mit Haselgebirge zu schließen ist. Dieser durch lokale geologische Verhältnisse begründete Umstand soll nicht darüber hinwegtäuschen, daß Wassertemperatur und Karbonathärte gemeinsame Züge von Quellen des ganzen Raumes aufzeigen.

Bereits die Ergebnisse der Aufnahme ließen eine Trennung der durch stabilere Verhältnisse gekennzeichneten Wasseraustritte eines verzweigten Systems von den zahlreichen lokalen Sickerwässern zu. Soweit letztere kleine hochliegende Bauernwirtschaften versorgen, war eine Gefährdung durch den Stollenbau schon auf Grund der Aufnahmeergebnisse auszuschließen. Zur Erkundung der Verteilung und Fließrichtung des Karstwassers aber sollte ein Triftversuch durchgeführt werden, dessen Planung sich auf die Ergebnisse der Vorarbeiten stützen konnte. Der Versuch wurde im Oktober 1957 gemeinsam mit V. MAURIN durchgeführt.

Die Wahl der Einspeisorte war dadurch begünstigt, daß sowohl am Rande der in die Dolomite eingefalteten obertriadisch-jurassischen Kalke als auch im Bereich des Hauptdolomites offene Karstschächte bestanden, in die blau-bzw. rotgefärbtes Lycopodiumpulver mittels herangefahrenen Wassers eingebracht werden konnte. (Abb. 3, vgl. auch Abb. 1).

Infolge der randlichen und gestaffelten Lage der Einspeisstellen ergaben sich ein äußerer und innerer Sektor in der Verteilung des Triftgutes und eine im großen gegen SW gerichtete unterirdische Wasserbewegung im verkarsteten Gebirgskörper. Die Verteilung des Triftmaterials war überaus gleichmäßig. Der komplizierte geologische Bau des Gebietes beeinträchtigt demnach die allgemeine Karstwasserbewegung nur wenig und die tektonisch selbständige Stellung des Haimbachsteins ist für die Karsthydrographie von nur untergeordneter Bedeutung.

Von großer Bedeutung waren aber vor allem zwei aus dem Sporentriftversuch resultierende Hinweise.

1. Der obere Saum des Karstwassers liegt im allgemeinen ziemlich hoch. Die höchste Austrittsstelle der blauen Sporen (Quelle Nr. 41) liegt nur 40 Höhenmeter unter der Einspeisestelle, die höchste Austrittsstelle der roten Sporen (Quelle Nr. 21) 55 m unter dem beschickten Schluckloch. Für den eingefalteten Kalkzug bzw. Quelle Nr. 41 konnte dies mit einem Rückstau durch die anlagernde Gosauschürze begründet werden. Bei Quelle Nr. 21 aber handelt es sich um einen hochliegenden Wasseraustritt im Dolomit, der dafür spricht, daß hier das allgemeine System sehr hoch liegt.

2. Der Austritt blauer Sporen beim artesischen Wasserauftrieb der künstlich erschlossenen Quelle Nr. 42 aber zeigte andererseits, daß das Karstwasser entlang von Störungen und dem benachbarten Kluftnetz in größere Tiefen gelangt. Es besteht also ein horizontal und vertikal sehr weit verzweigtes System.

In Bezug auf die gestellten Fragen ergaben sich folgende Schlußfolgerungen: Da nach den eingehenden geologischen Vorarbeiten (vgl. E. CLAR 1961) damit zu rechnen war, daß der Druckstollen ohne Berührung der eingefalteten Kalke von der Gosau in den Dolomit übertrat, lag die unmittelbare Gefahr für Quelle Nr. 40 in den tiefgreifenden Störungen, die den Übertritt von Wässern aus den Kalken in das Kluftnetz des Dolomites gestatten. Daß diese Wege bestehen, wurde durch den sporenpositiven Befund bei Quelle Nr. 42 angedeutet. Besonders die Störungszone entlang des Grabenanrisses, etwa bei km 0,7 des geplanten Stollens, ließ eine Beeinträchtigung der Quelle befürchten. Für Quelle Nr. 21, die Nebenquelle der Ortswasserversorgung, bestand keine Gefahr; wohl mit den tieferreichenden Zweigen des Systems in mittelbarer Verbindung, zeigte die Sporentrift, daß das Wasser z. T. aus weiter zurückliegenden Teilen des Karstwasserkörpers stammt.

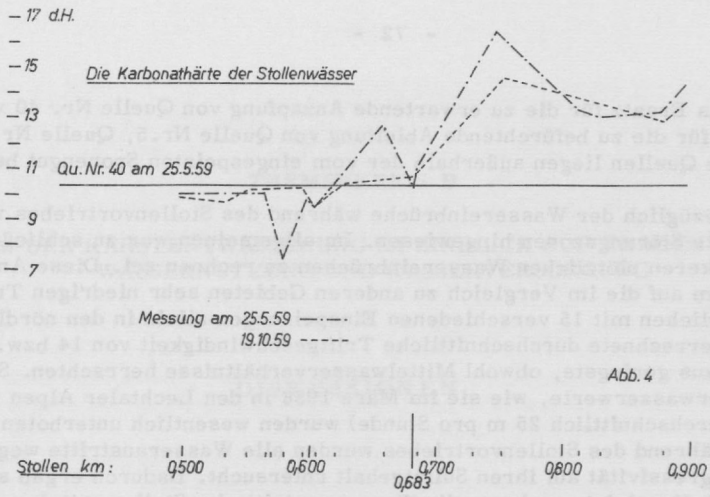


Abb. 4

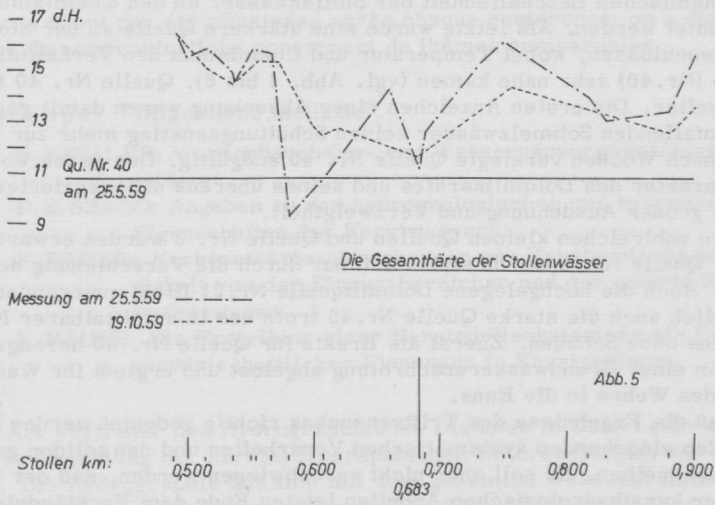


Abb. 5

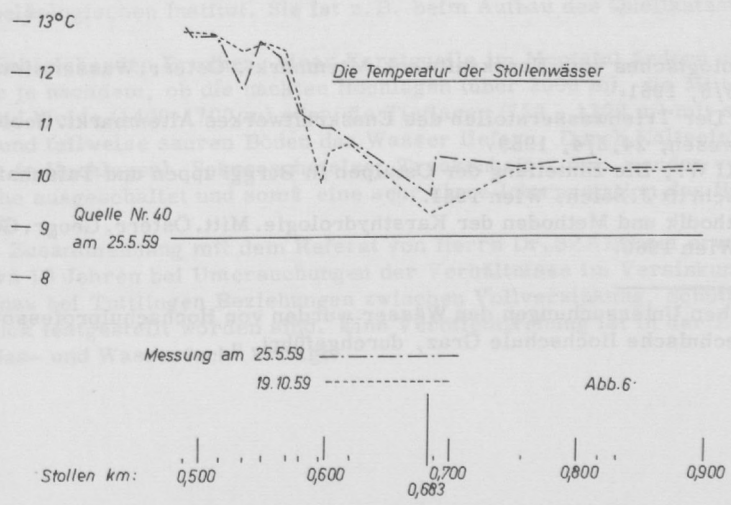


Abb. 6

Als Ersatz für die zu erwartende Anzapfung von Quelle Nr. 40 wurde Quelle Nr. 45, für die zu befürchtende Ableitung von Quelle Nr. 5, Quelle Nr. 3 vorgeschlagen. Beide Quellen liegen außerhalb der vom eingesperrten Sporengut betroffenen Sektoren.

Bezüglich der Wassereintrüche während des Stollenvortriebes wurde auf einige gefährdete Störungszonen hingewiesen. Im allgemeinen war zu schließen, daß mit keinen stärkeren plötzlichen Wassereintrüchen zu rechnen sei. Diese Ansicht stütze sich vor allem auf die im Vergleich zu anderen Gebieten sehr niedrigen Triftgeschwindigkeiten. Verglichen mit 15 verschiedenen Einspeisungen allein in den nördlichen Kalkalpen, war die errechnete durchschnittliche Triftgeschwindigkeit von 14 bzw. 20 m pro Stunde die weitaus geringste, obwohl Mittelwasserverhältnisse herrschten. Selbst die extremen Niederwasserwerte, wie sie im März 1958 in den Lechtaler Alpen vorgefunden wurden ( durchschnittlich 25 m pro Stunde) wurden wesentlich unterboten.

Während des Stollenvortriebes wurden alle Wasseraustritte wegen einer etwaigen Betonaggressivität auf ihren Sulfatgehalt untersucht. Dadurch ergab sich die Gelegenheit, durch Vergleichsanalysen die Wasseraustritte im Stollen mit dem Chemismus des Wassers von Quelle Nr. 40 Hinweise auf deren bevorstehende Anzapfung zu gewinnen<sup>1)</sup>. Tatsächlich konnte mit einer fortschreitenden Annäherung an km 0,7 eine Angleichung der chemischen Beschaffenheit der Stollenwässer an den Chemismus von Quelle Nr. 40 beobachtet werden. Als letzte wurde eine stärkere Quelle an der Stollensohle bei km 0,683 aufgeschlossen, wobei Temperatur und Chemismus den Verhältnissen bei der Gemeindequelle (Nr. 40) sehr nahe kamen (vgl. Abb. 4 bis 6). Quelle Nr. 40 floß aber zunächst noch weiter. Die ersten Anzeichen einer Absenkung waren damit gegeben, daß die Mitte Mai anfallenden Schmelzwässer keinen Schüttungsanstieg mehr zur Folge hatten. Aber erst nach Wochen versiegte Quelle Nr. 40 endgültig. Der ganze Vorgang entspricht dem Charakter des Dolomitzkarstes und seines überaus differenzierten Karstwassersystems mit großer Ausdehnung und Verzweignheit.

Die zahlreichen kleinen Quellen und Quelle Nr. 3 wurden erwartungsgemäß nicht betroffen. Quelle Nr. 5 wurde sicherlich nur durch die Verschiebung der Stollen-trasse gerettet. Auch die hochgelegene Dolomitquelle Nr. 21 fließt unverändert. Wie vorausgesagt, blieb auch die starke Quelle Nr. 45 trotz des in unmittelbarer Nähe verlaufenden Stollens ohne Schaden. Zuerst als Ersatz für Quelle Nr. 40 herangezogen, wurde sie später von einer Grundwassererschöpfung abgelöst und ergießt ihr Wasser noch heute oberhalb des Wehres in die Enns.

Daß die Ergebnisse des Triftversuches richtig gedeutet werden konnten, war vor allem den eingehenden systematischen Vorarbeiten und den soliden geologischen Unterlagen zuzuschreiben. Es soll aber nicht verschwiegen werden, daß der systematische Aufbau der karsthydrologischen Arbeiten letzten Ende dem Verständnis und Entgegenkommen der leitenden Ingenieure, insbesondere Herrn Dipl. Ing. Dr. E. FISCHER zu verdanken war.

#### LITERATUR:

CLAR E., Geologisches vom Ennskraftwerk Altenmarkt. Österr. Wasserwirtschaft, 13, 5/6, 1961.

FISCHER E., Der Triebwasserstollen des Ennskraftwerkes Altenmarkt. Geologie und Bauwesen, 24, 3/4, 1959.

STRZYGOWSKI W., Die Einteilung der Ostalpen in Berggruppen und Talschaften. Festschrift J. Sölch, Wien 1951.

ZÖTL J., Methodik und Methoden der Karsthydrologie. Mitt. Österr. Geogr. Ges. 102, 2, Wien 1960.

<sup>1)</sup> Die chemischen Untersuchungen der Wässer wurden von Hochschulprofessor Dr. K. STUNDL, Technische Hochschule Graz, durchgeführt.



DAS STUDIUM DER KARSTENTWÄSSERUNG IM HINBLICK AUF FRAGEN DER KARST-  
WASSERNUTZUNG UND WASSERVERSORGUNG

## DISKUSSIONEN

Die Diskussionen wurden bei der Behandlung des Themenkreises B nicht zu den einzelnen Vorträgen gehalten, sondern jeweils nach einer Gruppe themenmäßig in Verbindung stehender Referate.

Les discussions n'ont pas été effectuées après chaque conférence; on a discuté après chaque groupe de communications concernant de thèmes comparables.

Vortragsgruppe: "Allgemeine Methode".

VORTRÄGE: H. KESSLER: Wasserhaushalts- und Wasserversorgungsfragen in Karstgebieten.

P. S. SZABO: Angaben zu den hydrogeologischen und hydrodynamischen Eigenschaften des Karstwassers.

F. BAUER: Karbonathärteschwankungen von Karstquellwässern in Abhängigkeit von den Einzugsbereichen und den unterirdischen Karstwasserwegen.

F. BAUER: Die Erstellung eines Karstquellenkatasters als Grundlage wasserwirtschaftlicher Planungen in Karstgebieten.

## DISKUSSION:

SCHIMPF: Als Vertreter des Hydrographischen Dienstes in Österreich möchte ich auf die große Bedeutung der karsthydrographischen Untersuchungen und Arbeiten hinweisen. Die Hydrographie hat sich mit dem gesamten Wasserkreislauf, soweit er sich auf der Erde abspielt, zu befassen. Die Karsthydrographie ist eines der schwierigsten Teilgebiete. In Österreich besteht eine enge Zusammenarbeit, die immer weiter ausgebaut werden soll, zwischen dem Hydrographischen Dienst und dem Speläologischen Institut. Sie ist z. B. beim Aufbau des Quellkatasters realisiert.

BÖGLI: Im Schleichenden Brunnen, einer Karstquelle im Muotatal ändern sich die Härtegrade je nachdem, ob die nackten Hochlagen (über 2000 m), die Mittellagen mit Wald und Weide (1400-1700 m) oder die Tieflagen (750 - 1300 m) mit starkem Bewuchs und teilweise sauren Böden das Wasser liefern. Durch Kälteeinbrüche (Schnee in Hochlagen), Schneeschmelze, Trockenheit u. dgl. werden verschiedene Bereiche ausgeschaltet und somit eine sehr klare Interpretation des Härteganges möglich.

BINDER: In Zusammenhang mit dem Referat von Herrn Dr. SZABO sei erwähnt, daß vor etwa 10 Jahren bei Untersuchungen der Verhältnisse im Versinkungsgebiet der Donau bei Tuttligen Beziehungen zwischen Vollversinkung, Schüttung und Luftdruck festgestellt worden sind. Eine Veröffentlichung ist in der Zeitschrift "Das Gas- und Wasserfach" erfolgt.

ZÖTL: Den von Dr. Bauer aufgezeigten, von den Niederschlägen abhängigen Schwankungen der Karbonathärte von Quellwässern im Dachsteingebiet möchte ich als Beispiel eigene tägliche Wasserkontrollen einer Karstquelle im Schöckelgebiet bei Graz entgegenstellen. Es ergab sich dabei, daß weder Chemismus noch Temperatur auf die Niederschläge ansprechen und nur eine kleine jahreszeitliche Schwankung zu bemerken ist. Der Hinweis möge dahingehend gewertet werden, daß die Übertragung von Untersuchungsergebnissen von einem Gebiet zum anderen nicht ohne weiteres gestattet ist.

Vortragsgruppe: "Alpiner Karst".

VORTRÄGE: J. ZÖTL: Systematische Untersuchungen der Hydrographie des nordost-alpinen Karstes und die Bestätigung ihrer Ergebnisse im Zuge von Stollenbauten.

T. GATTINGER: Hydrogeologisch-tektonische Vergleichsuntersuchungen im nordöstlichen Schneeberggebiet.

G. HORNINGER: Bei alpinen Kraftwerksbauten angetroffene Karst- und karstähnliche Erscheinungen.

O. JILG: Das Dobratsch-Karstmassiv; wasserwirtschaftliche Fragen bei seiner Erschließung für den Fremdenverkehr.

F. BAUER und J. ZÖTL: Hydrographische Untersuchungen im südlichen Toten Gebirge und ihre wasserwirtschaftliche Bedeutung.

DISKUSSION:

ZÖTL: Was die Rückschlüsse aus chemischen Vergleichsuntersuchungen im Schneeberggebiet (GATTINGER) betrifft, so scheint die Annahme, daß tektonische Einheiten auch Entwässerungseinheiten sein müssen, auf der Basis der chemischen Untersuchungen allein nicht voll begründet. Der Chemismus wird auch vom Quelltypus stark beeinflusst. Triftungen haben ergeben, daß etwa im zentralen Teil des Toten Gebirges eingebrachtes Material noch am Südrand der Warscheneckgruppe nachgewiesen werden konnte, wobei es sich also um die Durchfahrung ganz verschiedener tektonischer Einheiten handelt. Es ist zumindest zu verlangen, daß keine Verallgemeinerung erfolgt, sondern der Rückschluß "tektonische Einheit = Entwässerungseinheit" nur jeweils für ein untersuchtes Gebiet gelten kann.

GATTINGER: Die tektonischen Einheiten wurden, wie in meinem Referat zum Ausdruck kam, groß genug gefaßt, um kleinere Strömungen und Abtrennungen nicht berücksichtigen zu brauchen. Außerdem wurden auch die Wertbereiche weit genug gefaßt. Den Zweifel, es könnte sich möglicherweise bei den Gewässerbereichen doch nicht um einheitliche Entwässerungsgebiete handeln, entkräften die Untersuchungsergebnisse selbst, indem sie die Übereinstimmung von tektonischen Einheiten und Gewässerbezirken von selbst erkennen lassen und ihre Grenzen korrespondieren.

BAUER: Bei den Aufnahmen von T. GATTINGER handelt es sich um eine großflächige Kartierung. Die Quellen wurden nach dem Chemismus in Gruppen zusammengefaßt, wobei die Gruppenwerte (z. B. der Härte) größere Bereiche umfassen. Damit kann für große Flächen ein vorläufiger Überblick gegeben werden. Für eingehendere Untersuchungen, aus welchen Schlüssen auf den Einzugsbereich einzelner Quellen gezogen werden können, muß das Arbeitsprogramm Messungen zu verschiedenen Jahreszeiten vorsehen.

GAMS: Die neuen Bestimmungen der unterirdischen Wasserverbindungen in Österreich haben einen neuen Typ der Wasserzirkulation mit vielen Verzweigungen ergeben, der wahrscheinlich für die Karstgebiete der Hoch- und Mittelgebirge charakteristisch ist. In unserem Dinarischen Karstgebiet mit vielen Bächen, die aus Gebieten mit nicht verkarsteten Gesteinen in Karstgebiete eintreten, wurde durch die älteren Färbungen ein anderer Typ festgestellt, bei dem die Bäche größtenteils

unverzweigt bleiben. Ich halte es für sinnvoller, die Ursache für die Mannigfaltigkeit der Wasserzirkulation und die Verschiedenheit der beiden Typen in der verschiedenen geologischen Beschaffenheit und den anderen verschiedenen Verhältnissen des alpinen und des dinarischen Gebietes zu suchen und nicht einheitliche Schemata zu befürworten, was ohne größeren Erfolg mehrere Jahrzehnte hindurch die Diskussion in der Karsthydrologie ohnehin versucht hat.

Das gleiche gilt meines Erachtens auch für die Dauer der Korrosionsfähigkeit der Karstgewässer, über die bereits im Anschluß an ein Referat von A. BÖGLI bei diesem Kongreß diskutiert worden ist. Die Bäche, die vom Nichtkarbonatgestein ins Karstinnere kommen, behalten die Korrosionsfähigkeit um Vieles länger als die vom Tropfwasser gebildeten Rinnen. Bei der Erforschung der Höhlen am Nordrand des Planinsko Polje haben wir versucht, die verschiedenen Typen der Karstgewässer zu bestimmen, worüber im III. Heft der Acta carsologica berichtet wird.

Vortragsgruppe: "Außeralpiner Karst".

VORTRÄGE: H. BINDER: Karsthydrographische Untersuchungen am Blautopf bei Blaubeuren (Kreis Ulm/Donau).

S. MIKULEC: Beitrag der Speläologie zur Untersuchung der Wasserkraftausnutzungsmöglichkeiten im jugoslawischen Karstgebiet.

J. P. THAUVIN: Observations sur le karst du Jbel Lechaab (Rif marocain). - Le gouffre de Toghobeit.

DISKUSSION:

CORBEL: demande quelques renseignements climatiques concernant le Rif marocain.

THAUVIN: La température de l'eau est 5° C environ; il y a là des précipitations de 1100 mm par an, entièrement sous forme de neige.

CORBEL: La vitesse d'érosion est donc très grande si l'on tient compte de cette valeur de 400 mg/l. Ces conditions là sont des conditions favorables aux grandes cavités.

KESSLER: Das Diagramm der Abflußmenge des Blautopfes hat große Ähnlichkeit mit den in Ungarn festgestellten Kurven des Versickerungsprozentes in den zwölf Monaten des Jahres.



THEMENKREIS C

1966 DUISBURG

**Themenkreis c**

**Beziehungen zwischen Höhlenbildung  
und Oberflächenformung**

**Relations entre la spéléogénese  
et la formation de la surface**

**Relations between cave origin and landscape**

UNTERSUCHUNGEN DER VERHÄLTNISSE ZWISCHEN HÖHLENBILDUNG UND OBERFLÄCHENFORMUNG

In Karstgebieten, die durch absteigende Fließläufe quer durchschnitten werden, finden wir nur schwach absteigende, fast horizontale Höhlengänge. Die Länge der Gänge und die darin vorkommenden Fließabzweigungen werden wesentlich auf ihre Flußsprung hin. Ebenso wie sich die oberirdischen Fließläufe in tiefen Grund einschneiden haben, haben zugleich auch ihre unterirdischen Äste im Kalkgestein gewisse trogenartige Stellen, die stockwerkartig nacheinander angeordneten Höhlenzüge geschaffen. In einem bestimmten Zeitpunkt hat sich der oberirdische Fließlauf geneigt und das sogenannte Höhlenniveau geschaffen. Die Höhlenstrecken oder Höhlenzüge können nur jene Höhlenstockwerke bezeichnet werden, die an dem Flußabzweig der oberirdischen Karstfließläufe in einer bestimmten Entwicklungsstufe gebildet sind. Der terridische Fließlauf durchströmte die Höhlenstrecke in seiner ganzen Länge mit einem verhältnismäßig schwachen und ungleichmäßigen Gefälle. Die Höhlenstrecken bildeten in einer Zeit historischer Ruhe, als die zeitliche Erosion über die verbleibende Oberfläche An der Oberfläche häuften sich die oberirdischen Fließläufe in dieser Zeit ihre Arbeit in Terrassen an. Deshalb können wir mit Sicherheit die Höhlenstrecken mit den Terrassen an der Oberfläche in Zusammenhang bringen.

Das Alter der Flußterrassen wird an Hand von geologischen Methoden, geologischen Funden, einer topographischen Analyse der Sedimente, mittels der geographischen Methode, namentlich aber durch detaillierte geomorphologische Studien, größeren Gebietes unter Anwendung von Rekonstruktionen der Landschaften und querlaufenden Profile des oberirdischen Tales ermittelt. Die gleichen Methoden können für die Feststellung des Alters von Höhlengängen angewandt werden.

Marketa Klazalec befaßt sich mit der Nordseite der Niederen Tatra, in der Westspitze dortigen Fittase Dombovas und Slavica entspringen im westlichen Oberrhein der Niederen Tatra, von wo sie parallel nach Norden fließen und die Karstzone der Karpaten der Mitteltrias und Dalmat quer durchschneiden. Beide Flüsse haben im Karstgestein Kalk horizontale Höhlengänge geschaffen, die in vertikalen Höhlen von 10 bis 100 m über dem Tal in sechs Höhlenhöhen übereinander liegen. Nach dem Austritt aus dem Tal bilden beide Fließläufe, sowohl die Dombovas als auch die Slavica, im Karstgestein terrassenartige Flußterrassen in Höhe der Jungterziären Stufe. Die Terrassen sind



THEMENKREIS C

---

Anton DROPPA

UNTERSUCHUNGEN DER PARALLELITÄT VON FLUSSTERRASSEN  
MIT HORIZONTAL EN HÖHLEN.

In Karstgebieten, die durch allochthone Flußläufe quer durchschnitten werden, finden wir nur schwach absinkende, fast horizontale Höhlengänge. Die Ovale Form der Gänge und die darin vorkommenden Flußablagerungen weisen zweifellos auf ihren Flußursprung hin. Ebenso wie sich die oberirdischen Flußläufe in ihren Grund eingeschnitten haben, haben zugleich auch ihre versickerten Arme im Kalkgestein unterirdische trogartige Betten, die stockwerkartig untereinander angeordneten Höhlengänge, geschaffen. In einem bestimmten Zeitpunkt hat sich der unterirdische Flußlauf gefestigt und das sogenannte Höhlenniveau geschaffen. Als Höhlenniveaus oder Höhlenebenen können nur jene Höhlenstockwerke bezeichnet werden, die an den Wasserspiegel unterirdischer Karstflußläufe in einer bestimmten Entwicklungsetappe gebunden sind. Der unterirdische Flußlauf durchströmte die Höhlenebene in seiner ganzen Länge mit einem verhältnismäßig schwachen und ausgeglichenen Gefälle. Die Höhlenebenen bildeten sich in einer Zeit tektonischer Ruhe, als die seitliche Erosion über die vertikale vorherrschte. An der Oberfläche häuften sich die oberirdischen Flußläufe zu dieser Zeit ihre Ablagerungen in Terrassen an. Deshalb können wir mit Sicherheit die Höhlenniveaus mit den Flußterrassen an der Oberfläche in Zusammenhang bringen.

Das Alter der Flußterrassen wird an Hand von paläontologischen und archäologischen Funden, einer petrographischen Analyse der Sedimente, mittels der granulometrischen Methode, namentlich aber durch detailliertes geomorphologisches Studium eines größeren Gebietes unter Anwendung von Rekonstruktionen der längsseitigen und querverlaufenden Profile des oberirdischen Tales ermittelt. Die gleichen Methoden können auch für die Feststellung des Alters von Höhlengängen angewendet werden.

Markant klassische Beispiele von horizontal entwickelten Höhlengängen in der Tschechoslowakei bietet die Nordseite der Niederen Tatra, in den Westkarpaten. Die dortigen Flüsse Demänovka und Stiavnica entspringen im zentralen Granitkern der Niederen Tatra, von wo sie parallel nach Norden fließen und die Karstzone aus Kalkgestein der Mitteltrias und Dolomit quer durchschneiden. Beide Flüsse haben im Gutensteiner Kalk horizontale Höhlengänge geschaffen, die in realiven Höhen von 10 bis 180 m über dem Tal in sechs Höhlengängen untereinander liegen. Nach dem Austritt aus dem Gebirge bilden beide Flußläufe, sowohl die Demänovka als auch die Stiavnica, im Talkessel Lip-tovska kotlina Flußterrassen in bisher vier festgestellten Stufen. Die Überreste der höch-

sten Terrasse liegen in einer Höhe von 100 m über dem heutigen Tal. VITASEK (1930) und DINEV (1942) schreiben diese Terrassen dem Pleistozän zu und teilen sie - ohne nähere Begründung - in vier Glazialepochen.

Eine vergleichende Gegenüberstellung der Flußterrassen und der Höhlenebenen mit Hilfe einer petrographischen Schotteranalyse und ihres Verwitterungsgrades war ergebnislos. Die Flußanschwemmungen in den Höhlen sind aus Granit-, Quarzit-, und Sandstein-Rundsteinen zusammengesetzt, die ihrem Aussehen nach sehr frisch, gut konserviert und in den höchsten Lagen zu finden sind. Demgegenüber befinden sich in den Flußterrassen an der Erdoberfläche außer schon beträchtlich verwittertem Granitgeröll auch Quarzit-, Kalkstein-, Dolomit, ja sogar Sandstein- und schiefriges Material (Paläogen). Paläontologische Reste (Knochen von Säugetieren des Pleistozän) sind nur in den Höhlenschottern enthalten, während sie in den oberirdischen Terrassen nicht beobachtet werden konnten. Die granulometrische Methode hat sich nicht bewährt, da aller Schotter aus Flüssen stammt. Archäologische Funde haben sich weder in den Höhlen noch in den Flußterrassen ergeben.

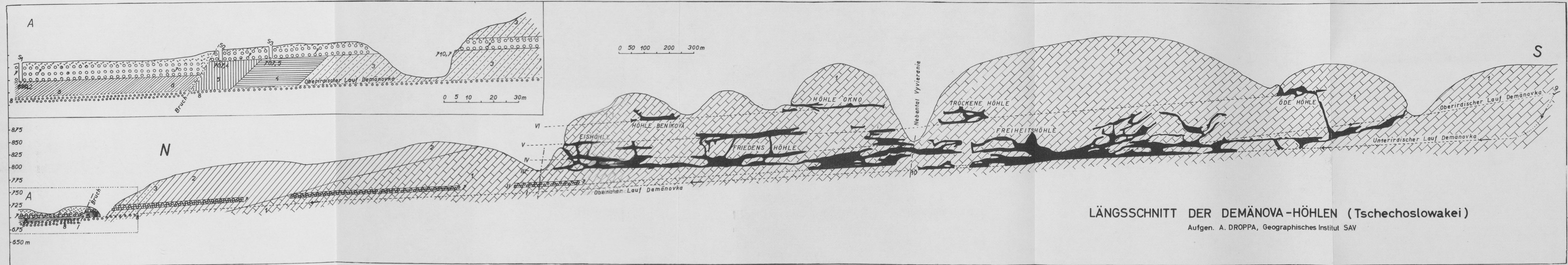
Zur Untersuchung der Parallelität der Flußterrassen mit den Höhlenebenen im Tal Demänovska dolina haben wir die Methode längsseitiger und Querprofile auf Grund der Feststellung der Unterlage der einzelnen Terrassen angewendet. Im Demänovskatal ist eine in relativer Höhe von 12 - 27 m über dem Flußspiegel gelegene Terrasse am Besten erhalten. Diese ist zum Unterschied von höheren Terrassen auch im gebirgigen Teil der Flußlandschaft erhalten geblieben. Die Stärke des in ihr enthaltenen Flußgangesbewegtes bewegt sich um 4 bis 5 m. Dem Grad der Verwitterung und ihren Lagerungsverhältnissen nach wird sie allgemein der Rißeiszeit (R) zugeschrieben. Die Felsunterlage dieser Terrasse ist nur im Talkessel Liptovska kotlina ausgeglichen, wo sie 19,1 % erreicht. Mittels Sonden haben wir festgestellt, daß sich beim Übergang aus dem Gebirge in den Talkessel Liptovská kotlina ein Absinken von 7,5 m ergibt. Wenn wir die Abfallkurve der Felsunterlage dieser Terrasse bis zu den Höhlenebenen verlängern, sehen wir, daß sie an den Felsboden des Ganges im tiefsten Stockwerk der Grotte des Friedens, das das II. Höhlenniveau in der Entwicklung der Demänovahöhlen bildet, anschließt.

Die tiefergelegene Höhlenebene I mit dem aktiven Lauf der Demänovka ist genetisch identisch mit der tiefstgelegenen Terrasse der Demänovka der Würm-Epoche, über deren Ablagerungen sie auch in der Gegenwart dahinfließt. Die höheren Höhlenniveaus mit den höheren Terrassen der Demänovka zu parallelisieren ist dadurch erschwert, daß sich im gebirgigen Teil der Flußniederung keine höheren Flußterrassen befinden und im Talkessel Liptovská kotlina nur kurze Reststrecken in Erscheinung treten, deren Unterlage derzeit noch nicht bekannt ist. Wenn wir für die höhere Höhlenebene (III und IV) den restlichen Zeitraum des Pleistozän (Mindel und Günz) annehmen, würden folgerichtig die höchsten Höhlenniveaus (V und VI) ins Pliozän reichen. In den Flußanschwemmungen der Fenstergrotte (Okno) und der Höhle Benikova jaskyňa, die das VI. Höhlenniveau in einer relativen Höhe von 140 m über der gegenwärtigen Talenke der Demänovka darstellen, wurden Knochen des Höhlenbären (*Ursus spelaeus*) des Pleistozän-Zeitalters gefunden. Die Knochen des Höhlenbären haben jedoch einen sekundären Fundort und sind erst später bei Einstürzen in den Flußschotter hineingeraten.

Warum sich im Karstgebiet der Flußniederung der Demänovka mehr Entwicklungsebenen und in größeren relativen Höhen als bei den Flußterrassen im Talkessel Liptovská kotlina vorfinden, kann lediglich mit der rascheren tektonischen Erhebung des Gebirgszuges der Niederen Tatra als jener des Talkessels Liptovská kotlina entlang dem Bruch an ihrem nördlichen Fuß erklärt werden. Eine ähnliche Erscheinung plötzlicher Vergrößerung des Gefälles der Unterlagen am Scheidepunkt der Niederen Tatra und des Talkessels Liptovská kotlina finden wir bei der tiefstgelegenen Terrasse, über die die Demänovka dahinfließt.

Das geringere Gefälle der Felsunterlage der Terrasse im Kalksteinabschnitt der Niederung (24 Promille), ebenso wie am Rande des Gebirges (26 Promille) zeigt, daß auch im Gebirge selbst keine gleich intensive Erhebung stattgefunden hat. Der Haupt-





LÄNGSSCHNITT DER DEMÁNOVA-HÖHLEN (Tschechoslowakei)

Aufgen. A. DROPPA, Geographisches Institut SAV



gang in der Eishöhle von Demänova (Demänovská ľadová jaskyňa) mit einer relativen Höhe von 40 m hat als ehemaliges Flußbett ein Gefälle von nur 9 Promille und der 20 m darüber gelegene Gang zeigt sogar nur eine umgekehrte Neigung, demnach in entgegengesetzter Richtung zum gegenwärtigen Lauf der Demänovka. Auf das Vorhandensein tektonischer Bewegungen weisen auch quer verlaufende Störungen hin, auf denen das kleine Nebental Vyvieranie mit dem Quell Demänovka und im Tal Janská dolina das kleine Quertal Hlboka mit dem Quell Štiavnika gegründet sind. Tektonische Bewegungen haben auch zur Neigung von Flußsedimenten in den Höhlengängen und besonders auch dazu geführt, daß größere Tropfsteingebilde in den höheren Stockwerken seitlich geneigt, ja sogar gebrochen und zur Seite geschoben sind.

An diesen wenigen Beispielen sehen wir, daß auf die Entwicklung der Höhlenniveaus außer klimatischen Veränderungen ( größerer Wasserreichtum der oberirdischen Flußläufe) auch tektonische Erhebungen der Niederen Tatra im Pleistozän Einfluß hatten. Deshalb kann die Untersuchung der Parallelität von Höhlenebenen mit Flußterrassen nicht auf Grund relativer Höhen, sondern nur auf Grund einer komplexen geomorphologischen Erforschung eines weiten Gebietes betrieben werden, wobei alle geomorphologischen Faktoren in Betracht gezogen werden müssen.

Das Studium der Karsterscheinungen erfordert eine engere und ständige Zusammenarbeit der Speläologen mit Geomorphologen, Geologen, Paläontologen, Archäologen, Hydrogeologen, Sedimentär-Petrographen, Sachverständigen des Charakters fossiler Verwitterung etc. Vom gleichen Gesichtspunkt aus muß an die Frage der Parallelität der Höhlenniveaus mit den Terrassen oberirdischer Flüsse herangegangen werden, wenn echte und verlässliche Ergebnisse erzielt werden sollen.

LITERATUR:

DINEV L., Morfologija na Centralnih Karpat. Izvestija na Blgavskoto geografsko društvo, IX-1941, Sofija 1942.

DROPPA A!, Demänovska jaskyne. Bratislava 1947, S. 289.

VITÁSEK F., Terasy horniho Vahu. Spisy Tatranske komise, Brno 1932, roč. 4, S. 1-23.

Erläuterung zum "Längsschnitt der Demänova-Höhlen" (Planbeilage):

- |   |                             |    |                                 |
|---|-----------------------------|----|---------------------------------|
| 1 | Gutensteinerkalke (Anis)    | 6  | Schiefer, Sandsteine (Oligozän) |
| 2 | lichtgraue Dolomite (Ladin) | 7  | Flußterrassen (Riß)             |
| 3 | dunkle Dolomite (Ladin)     | 8  | Niedere Flußterrassen (Würm)    |
| 4 | Mergelschiefer (Keuper)     | 9  | Schwinde der Demänovka          |
| 5 | Graue Kalke (Eozän)         | 10 | Sprudel der Demänovka           |

I bis VI: Höhlenniveaus

S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> gegrabene Sonden



Dritter Internationaler Kongreß für Speläologie  
Troisième Congrès International de Spéléologie - Third International Congress of  
Speleology

THEMENKREIS C

---

Camille EK

UNE RELATION  
ENTRE DES GROTTES A DEVELOPPEMENT  
HORIZONTAL ET LES TERRASSES FLUVIALES .

Une étude menée dans deux affluents de la Meuse - l'Ourthe et l'Amblève - a montré ( 1957 ) une relation génétique entre les terrasses fluviales et des cavités karstiques linéaires, à profil en long très tendu et subhorizontal.

Des recherches récentes ( 1961 ) permettent de préciser la nature des processus en cause.

Certaines relations entre l'évolution des réseaux karstiques et l'évolution cyclique de l'hydrographie de surface ont déjà été clairement mises en évidence par WARWICK, SWEETING, ZÖTL et d'autres chercheurs de renom.

LES CARACTERES DES GROTTES ÉTUDIÉES.

La grotte Sainte Anne, à Tilff, la grotte du Pont, à Esneux, certaines parties de la grotte touristique de Remouchamps et d'autres grottes ont été formées par des cours d'eau souterrains tendant à établir un profil d'équilibre à caractère fluvial, avec comme niveaux de base successifs les plaines alluviales pléistocènes des rivières épigées.

Les ruisseaux souterrains envisagés ont créé leur profil par creusement, par alluvionnement et éventuellement par le développement de méandres encaissés puis libres.

On ne peut attribuer la formation de ces cavités à des actions phréatiques car elles s'étagent exactement à des niveaux de terrasses.

On ne peut non plus les faire provenir du mouvement de glissement de la surface de la nappe aquifère vers la rivière; en effet, les conduits sont linéaires et sans extensions latérales, la pente est constante, ou plus faible à proximité du niveau de base, alors que la surface d'une nappe y a au contraire une pente plus forte; enfin le fond des couloirs est tapissé d'une éaisseur non négligeable d'alluvions caillouteuses, sableuses, et aleuritiques ( silt ), semblables aux alluvions de rivières.

Cette corrélation est importante à deux points de vue: la genèse de ce type de cavités, en fonction de la morphologie du surface et du climat extérieur; ensuite les possibilités de datations absolues du creusement.

## LA GÉNÈSE.

Le raccord des cavités et des terrasses implique une relation chronologique entre le creusement karstique et la stabilité des rivières épigées. Il faut évidemment tenir compte de ce que le creusement des galeries a pu être contemporain d'une partie seulement de la durée de la plaine alluviale. Il n'est pas étonnant, d'autre part, que l'agrandissement des conduits karstiques et la régularisation de leur profil se fassent au moment où les rivières de surface n'exercent pas d'érosion verticale; ceci permet une certaine stabilisation des trajets de l'eau souterraine et la concentration de son action.

Le climat sous lequel s'est effectué le creusement des conduits n'a pas encore pu être précisé; il faut rappeler à ce propos qu'une même plaine alluviale a pu, au cours d'un cycle, connaître plus d'un climat (ALEXANDRE 1960).

Certaines des grottes présentent plusieurs étages superposés, dans une même formation géologique (calcaires frasniens). L'étude des profils en long successifs développés en fonction de niveaux de terrasses de plus en plus bas, montre que les cours d'eau hypogés les plus récents (donc inférieurs) ont une pente plus faible que les plus anciens, bien que les couloirs aient souvent une ampleur moindre.

On peut en déduire que l'établissement du profil d'équilibre est de plus en plus rapide relativement à la durée des plaines alluviales. Ceci est du, en partie au moins, à une concentration progressive du drainage karstique au cours de Quaternaire.

Ce phénomène a permis aux réseaux karstiques de suivre l'évolution des rivières subaériennes principales, alors que les ruisseaux de surface se raccordent par une pente torrentueuse aux rivières dont ils n'ont pu suivre l'encassement.

## LA DATATION DU CREUSEMENT.

On peut, par les méthodes physiques de datation absolue, donner l'âge des dépôts, mais non celui des phases d'érosion.

Mais les cavités du type décrit ici pourront être datées avec grande précision par les dépôts des plaines alluviales épigées contemporaines du creusement des conduits vadoses.

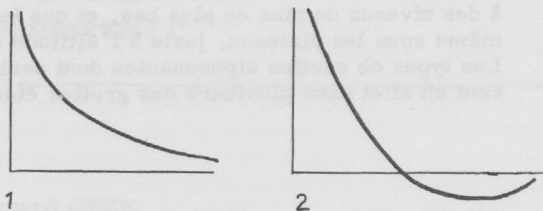
## BIBLIOGRAPHIE.

- ALEXANDRE J., La succession probable des phases morphologiques au cours d'un cycle climatique quaternaire en Haute-Belgique. In: Le Périglaciaire préwurmien. Congrès et Colloques de l'Université de Liège. vol. 17, pp. 63-72, Liège 1960.
- EK C., Les Terrasses de l'Ourthe et de l'Amblève inférieures. Ann. soc. géol. de Belg., T. LXXX, pp. 333 - 353, 1957.
- EK C., Conduits souterrains en Relation avec les Terrasses fluviales, Ann. soc. géol. de Belg., T. LXXXIV, 28 p., à l'impression, 1961.
- SWEETING M. M., The caves of the Buchan Area, Victoria, Australia. Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband 2, Göttingen 1960, pp. 81 - 91.
- WARWICK G. T., Polycyclic Swallow Holes in the Manifold Valley, Staffordshire, England. Premier Congrès Intern. de Spéleol. Paris 1953. Tome II., pp. 59- 68.
- WARWICK G. T., Some Observations on by-passed Swallow Holes in the Lesse and Meuse Valleys. Colloqu. intern. de Spéleol. Bruxelles 1958. pp. 66-72.
- ZÖTL J., Zur Frage der Niveaugebundenheit von Karstquellen und Höhlen. Zeitschr. für Geomorphologie, Supplementband 2, Göttingen 1960, pp. 100-102.

## Diskussion.

CORBEL: Le permafrost peut aussi expliquer les réseaux horizontaux. - Les profils d'équilibre des rivières à l'air libre (1) et des rivières souterraines (2) sont différentes.

LIÈGEOIS: Je ne prends pas la parole pour infirmer la théorie de notre collègue EK conforme à celle de DROPPA. Je voudrais seulement attirer l'attention sur un point: il existe des exurgences verticales et j'ai moi-même autrefois décrit une résurgence intermittente verticale du Ry de Jobrey, non loin de Tilff, dans la vallée de l'Ourthe, en Belgique.



Il ne faut donc pas être trop rigoureuse quant à la forme du profil d'équilibre des rivières superficielles, et remplacer ce profil par un profil "spéléologique", descendant souvent un peu sous le niveau "de base" comme l'a dit notre collègue CORBEL ce jour et encore hier à propos de la communication de CHOPPY.

Mais de même qu'hier mon intervention est à double but. Non seulement elle répond à l'orateur de la communication, mais plus encore à la discussion qui a suivi.

Je ne puis me rallier à deux objections de M. CORBEL: a) sur la formation "instantanée" des terrasses et la grosseur des blocs transportés par les cours d'eau et b) sur l'importance du "permafrost", qui, pour de fortes différences de niveaux entre les étages d'un système karstique, ne se concilie pas avec ce que nous savons du degré géothermique.

BLEICH: Höhlenbildung und Aufschotterung sind direkt meßbar, sowohl mengenmäßig als auch zeitmäßig. Als Beispiele seien erwähnt: der Kalkabsatz am Uraacher Wasserfall pro Tag (im Inneren entsteht eine entsprechende Höhle) und die Aufschotterung im Rheintalgraben im Gebiet von Groß-Gerau.

WARWICK: As M. CORBEL has said, the correlation between cave levels and the external morphology is complex. In England and Wales one can make the best correlations between old effluent caves of short length and the old valley side benches. In Yorkshire Miss SWEETING has noted a coincidence between old erosion levels and large chambers. The degree of enlargement of joints and bedding planes is an important factor. If a clear channel exists, it will often remain in use if it is above the general water level, possibly causing a small fall near to the entrance as in Dan-yr-Ogof. In Ogof Ffynnon Ddu, a vadose stream has adepted a complex, phreatically formed system, but after the free surface stream has flowed some 400 m from its underground rising, it flows into a flooded aven some 20 m from the surface, where it rises from a small effluent cave. Regarding the permafrost conditions, the British Isles does not appear in its limestone areas to have been affected very deeply - with melting each spring, not perennial freezing as in the regions. Thus permafrost caves are unlikely to be found.

One case of correlation between a terrace and a cave system, which has been dated by palaeontological evidence, has been recently published by Dr. A. SUTCLIFFE. This is the Joint Mitnor Cave, Buckfastleigh, Devon, in the Dart Valley (Transactions Torquay Archaeol. Soc.).

EK: Certes, on se peut représenter la formation par un permafrost; mais cela suppose que le permafrost se soit développé à 120 mètres sous la surface des plateaux; il faut supposer en plus que la permafrost s'est développé à des niveaux de plus en plus bas, et que le dernier permafrost se trouvait, même sous les plateaux, juste à l'altitude de la plaine alluviale actuelle. Les types de sorties siphonnantes dont parle Monsieur WARWICK s'observent en effet dans plusieurs des grottes étudiées.



Le fait que le permafrost se soit développé à 120 mètres sous la surface des plateaux; il faut supposer en plus que la permafrost s'est développé à des niveaux de plus en plus bas, et que le dernier permafrost se trouvait, même sous les plateaux, juste à l'altitude de la plaine alluviale actuelle.

Les types de sorties siphonnantes dont parle Monsieur WARWICK s'observent en effet dans plusieurs des grottes étudiées.

WARWICK: As M. CORBET has said, the correlation between cave levels and the general water level is important. It is clear from the fact that the water level remains in use if it is above the general water level, possibly causing a small fall near the entrance as in the case of the Grotto of the ... stream has shown a complete ... surface stream has flowed some 400 m from the underground ... into the ... water ... the ... alluvial ... with ... each ... the ... dated by paleontological evidence, the data recently published by Dr. A. ...



Bernard GEZE

RAPPORTS ENTRE PHENOMENES KARSTIQUES  
ET PHENOMENES GEOLOGIQUES  
DANS LE SUD DE LA FRANCE .

Dans les régions méridionales de la France (Pyrénées, Sud du Massif Central, Causses du Quercy et du Languedoc, Plans de Provence), où la série stratigraphique se montre presque complète, il existe des terrains calcaires dans la plupart des formations géologiques depuis l'Antécambrien jusqu'au Quaternaire et la majorité d'entre eux peuvent être le site de phénomènes karstiques.

On sait que l'âge de la roche ne présente aucune relation obligatoire avec l'âge du creusement karstique. Il est notamment assez facile de constater que la plupart des cavités se sont développées en liaison avec l'établissement du réseau hydrographique superficiel actuel, peut-être à partir du Pliocène, mais essentiellement pendant le Quaternaire. Ainsi, peut-on être certain qu'un grand nombre de cavernes creusées dans les calcaires cambriens de la Montagne Noire (Sud du Massif Central), dans les calcaires dévonien de cette même région et des Pyrénées orientales, dans les calcaires jurassiques, crétacés, eocènes des Causses du Languedoc, etc., datent seulement du Quaternaire, lorsque les eaux de fonte des glaciers et névés, ou tout au moins d'abondantes eaux froides, présentaient une force d'érosion et de corrosion supérieure à celle des eaux actuelles.

Cependant, il est d'assez nombreux cas où les phénomènes karstiques sont bien datés d'époques plus anciennes. La preuve en est fournie d'une façon incontestable par le fait que des formations géologiques transgressives sont venues "fossiliser" les cavités creusées dans des surfaces antérieurement émergées. Seuls, l'érosion actuelle, ou des travaux artificiels, les ont remises à jour et permettent de les observer. Une preuve d'une autre nature peut être donnée par les restes d'animaux fossiles, surtout de Vertébrés, conservés dans le remplissage des cavités. Il est bien certain que si ce remplissage ne provient pas du remaniement tardif de dépôts antérieurs (et dans ce cas les ossements sont roulés et mal conservés), le creusement de la cavité est forcément antérieur à son colmatage.

Quelques exemples précis permettront de distinguer diverses karstifications anciennes et de définir les conditions géologiques de leur genèse.

## A. EXEMPLES DE KARSTIFICATIONS ANCIENNES.

### 1<sup>o</sup>) Karstification du Dévonien supérieur et Carbonifère inférieur.

Dans le Sud de la Montagne Noire, les plateaux calcaires dévoniens du Minervoïse se montrent percés de petites poches karstiques et de lapiaz généralement remplis d'argiles rouges ferrallitiques ou d'oxydes de manganèse terreux noirs (wads). L'étude géologique (1) m'a convaincu que, depuis le Dévonien moyen, la sédimentation marine fut extrêmement troublée, avec de nombreuses petites phases d'émersion et de remaniements sur place (genèse de calcaires "griottes" colorés sans doute par les apports d'argiles latéritiques venant des terres émergées et soumises à un climat tropical humide). Dans la région considérée, l'émersion semble être devenue totale à la fin du Dévonien et pendant le début du Carbonifère (Tournaisien). C'est à ce moment que s'est produite la légère karstification de la surface des calcaires dévoniens. La preuve réside dans le fait que le Viséen (sommet du Carbonifère inférieur) recouvre de ses schistes et lydiennes à nodules phosphatés une partie des poches reconnues.

J'avais fait une observation semblable au cours d'une brève reconnaissance dans le Massif de Mouthoumet (Nord de Pyrénées orientales, dans le département de l'Aude). Plus récemment, J. L. JAEGER et A. OVTRACHT (2) ont poussé l'étude de cette zone et sont arrivés à des conclusions identiques: les nombreux gîtes ferro-manganésifères correspondent à des poches creusées dans les niveaux supérieurs du Dévonien et recouvertes par le Viséen transgressif. Les exploitations ont démontré qu'il s'agit de véritables cavernes, avec stalactites et colonnes, fissures élargies en boyaux faisant communiquer les poches entre elles, parfois réseaux karstiques plus amples qui prouvent l'existence d'anciens cours d'eau souterrains importants. Par endroits, au lieu d'être remplies par des oxydes et carbonates de manganèse, les cavités l'ont été seulement par des argiles rouges; quelques unes paraissent être restées vides, mais il est plus vraisemblable d'admettre que leur remplissage a été "soutiré" par des circulations d'eaux plus récentes.

Les mêmes auteurs soulignent que l'on connaît des gîtes comparables depuis la Montagne Noire et la Montagne d'Alaric au Nord, jusqu'aux Pyrénées orientales et aux Pyrénées ariégeoises au Sud. L. FOURNIE a d'ailleurs confirmé peu après (3) leurs observations pour le gisement de las Cabesses (Ariège). Partout, les cavités s'enfoncent dans une surface topographique, reste d'une pénélaine antévisséenne soumise à un climat tropical humide.

### 2<sup>o</sup>) Karstification du Crétacé.

Dans l'ensemble de la région qui s'allonge depuis les Pyrénées ariégeoises près de Foix, par le Bas-Languedoc et la Provence occidentale, jusqu'aux environs de Draguignan (Var), les gisements de bauxite exploités ou reconnus au nombre de plusieurs centaines correspondent aussi au comblement d'anciens lapiaz, poches ou réseaux karstiques. Leur étude a été faite d'une façon détaillée par J. de LAPPARENT (4), mais il convient de mentionner en outre la révision fort utile que vient de présenter E. ROCH (5).

Les roches dans lesquelles les bauxites se trouvent ancrées sont d'âge fort variable depuis les calcaires et dolomies du Jurassique inférieur (Hettangien) jusqu'à ceux du Crétacé inférieur (Barrémien). Elles sont également fossilisées sous des formations se rattachant à divers étages, mais appartenant habituellement au Crétacé supérieur ou à la base de l'Eocène. Lorsque la lacune est la plus brève, il semble qu'elle puisse se limiter à peu près à l'étage Albien (Crétacé moyen), dont la durée aurait par conséquent été suffisante pour permettre le creusement et le remplissage karstique.

Dans la majorité des cas cependant, nous sommes assurés que ce creusement et ce remplissage ont demandé beaucoup plus de temps. Le décapage par l'éro-

sion de la quasi totalité des terrains jurassiques en certains points prouve une pénéplanation très poussée, vraisemblablement pendant la fin du Jurassique et le début du Crétacé, puis un enfoncement des réseaux hydrographiques sans doute lors des premières pulsations orogéniques dites "pyrénéennes" (depuis la fin du Barrémien jusqu'au début du Cénomanién), le comblement ayant pu commencer à l'Albien et se poursuivre par endroits pendant le Cénomanién et le Turonien tout au moins.

Les gîtes offrent d'ailleurs, en fonction de ces péripéties génétiques variées, des aspects qui peuvent se montrer très différents les uns des autres: tantôt simple lapiaz colmaté par une tranche de quelques mètres de bauxite (exemples à Villeveyrac dans l'Hérault, à Combecave-Pin-Batard près de Brignoles dans le Var), tantôt impressionnant paysage de reliefs ruiniformes et larges poches dans la dolomie, totalement fossilisées par la bauxite sur 20 à 30 mètres de haut et parfois prolongées par des galeries descendantes (exemples à Bèdarieux et à Cazouls dans l'Hérault), tantôt réseau de fissures plus ou moins élargies localement et s'enfonçant au moins à 150 mètres au dessous de la surface (exemple du Plan d'Aups, Var).

On discute encore beaucoup sur la façon dont s'est déposée la bauxite: conservation sur place des argiles de décalcification résultant de la corrosion des calcaires plus ou moins impurs, accumulation localisée dans les pièges constitués par les lapiaz et avens de formations partiellement étrangères et transportées par les eaux, ou même totalement allochtones (venant du Massif Central) et transportées par les vents? Mais tous les auteurs récents sont d'accord pour reconnaître que la bauxite résulte en tout cas d'une évolution des silicates d'alumine (argiles ou minéraux des granites et des schistes cristallins) avec transformation en hydrate d'alumine par départ de la silice sous l'influence latéritisante du climat tropical humide qui régnait chez nous au Jurassique et au Crétacé. Il est également intéressant de noter que, comme pour les remplissages du karst dévonien, on trouve en assez grande quantité des oxydes de manganèse (qui ont évolué en même temps que l'alumine et le fer) et qu'on rencontre aussi de la kaolinite, comme dans les argiles latéritiques actuelles de la Guinée ou de Madagascar par exemple.

### 3°) Karstification du Paléogène.

Dans les Causses du Quercy, et, secondairement, dans ceux de l'Hérault et du Gard (c'est à dire tout autour des régions méridionales du Massif Central), ont été découverts à partir de 1870 des gisements du phosphate de chaux, dits "phosphorites". Actuellement tout à fait épuisés, ils ne sont plus guère connus que des paléontologistes en raison de l'abondante faune de l'Eocène supérieur et de l'Oligocène qu'ils ont livrée. Ayant eu l'occasion de les étudier longuement (6), je suis arrivé aux conclusions suivantes:

Les gisements de phosphorites du Quercy et du Bas-Languedoc sont d'anciennes formes karstiques parfois extrêmement importantes. On connaît plus de 250 cavités dans le Quercy et une cinquantaine dans le Bas-Languedoc, comprenant des dolines de grande taille (plus de 100 m de diamètre parfois), des avens dépassant 70 m de profondeur à St. Jean de Laurs (Lot) et à St. Maximin (Gard) et 500 m à Larnagol (Lot), enfin d'innombrables poches et lapiaz colmatés permettant de reconnaître parfaitement l'ancienne surface de la pénéplaine dans laquelle les cavités se sont creusées.

Ce creusement paraît avoir débuté lors de la phase tectonique lutétienne (deuxième principale phase "pyrénéenne") qui a gauchi la région et qui a provoqué ainsi l'enfouissement des eaux dans les calcaires diaclasés. Le comblement a commencé très rapidement après, mais s'est poursuivi en certains points pendant tout l'Eocène supérieur et l'Oligocène. Dans le Quercy, des calcaires lacustres ont finalement fossilisé ces complements jusqu'à une période de décapage superficiel plio-quadernaire.

Les matériaux de comblement est surtout formé par des argiles légèrement letéritisées, avec enrichissement en alumine, en fer (minéral "sidérolithique"), souvent

en manganèse et parfois en phosphate de chaux (provenant des calcaires phosphatés encaissants en même temps que des ossements d'animaux entraînés dans les gouffres). Les argiles devaient recouvrir la pénélaine formée pendant le Jurassique terminal, le Crétacé et la base de l'Eocène. Pour une part, il s'agit de la même pénélaine que celle des bauxites, mais la fin de l'évolution des formations résiduelles superficielles, partiellement autochtones, partiellement enrichies par des apports fluviatiles allochtones, a été plus tardive.

#### 4°) Karstification du Néogène.

Nous disposons de moins de renseignements précis sur des cavités bien datées du Miocène ou du Pliocène. Retenons surtout les grottes reconnues par PH. RE-NAULT dans le canyon inférieur du Verdon (gorges de Baudinard) en haute Provence. Ce sont des cavités creusées dans une pénélaine de calcaires appartenant au Jurassique supérieur et Crétacé inférieur et fossilisées sous la formation dite "poudingue de Valensole", que l'on attribue, pour sa base tout au moins, à l'étage Pontien (fin du Miocène). Là encore, la nature de l'évolution pédologique de la formation laisse croire que régnait un climat assez chaud et humide, voisin du tropical, bien que moins accusé. Les argiles rouges sont abondantes, mais plus proches de la "terra rossa" que des argiles latéritiques véritables.

Dans le Pliocène franc, on peut citer une poche du calcaire jurassique à Mélias (Ardèche), qui a livré une riche faune astienne; mais la plupart des cavités que l'on disait creusées au Pliocène semblent appartenir au Villafranchien, aujourd'hui rattaché au Quaternaire (faunes trouvées dans la partie superficielle, remaniée, des gouffres à phosphate du Quercy et du Gard par exemple). C'est certainement au Villafranchien qu'ont débuté, dans nos régions du Sud de la France, avec une intense reprise de l'érosion, la plupart des phénomènes classiques du Quaternaire, notamment le creusement et le remplissage de la majorité des cavernes que nous pouvons étudier aujourd'hui par pénétration directe.

### B. FACTEURS DES KARSTIFICATIONS ANCIENNES ET ACTUELLES.

Si nous récapitulons les conditions géologiques et climatiques réalisées dans chacun des cas de karstifications anciennes étudiées, nous pouvons reconnaître que celles-ci paraissent à peu près constantes et qu'elles constituent par conséquent des facteurs génétiques très probablement indispensables:

#### 1°) Nécessité d'une période de pénélaination, sous un climat tropical humide l'altération superficielle.

A ce moment, la corrosion des calcaires sous l'influence des acides humiques ( et peut-être de l'acide azotique contenu dans les eaux de pluie) paraît être maximale. Les lapiaz et les poches karstiques peuvent se former, souvent sans doute sous un revêtement plus au moins continu d'argiles de décalcification, évoluant vers un type latéritique, avec enrichissements variables en fer, alumine, manganèse, ect.

Nous avons vu de telles karstifications sur une pénélaine antévisséenne (Montagne Noire et Mouthoumet), sur une pénélaine antécénomaniennne (régions des bauxites), sur une pénélaine antélutétienne (régions des phosphorites), sur une pénélaine antépontienne (Gorges du Verdon).

#### 2°) Utilité de phases de plissement tectonique, ou tout au moins de gauchissement, favorisant l'enfouissement des eaux superficielles vers la profondeur.

L'érosion ne peut être active que si reparaissent des points hauts et des points bas, si la torsion des calcaires provoque l'ouverture des diaclases et si des cir-

culations peuvent ainsi s'établir profondément au dessous de l'ancienne pénéplaine. Des avens, des galeries de rivières souterraines, se creuseront à ce moment, mais pourront aussi être colmatés plus ou moins vite, par entraînement des produits d'altération existant en surface.

Nous avons vu des preuves de ces enfouissements liés aux premières phases hercyniennes dévono-dinantiennes, aux phases pyrénéennes du Crétacé moyen et de l'Eocène moyen, à la phase alpine du Pontien.

Ces conditions se montrent très différentes de celles qui ont présidé à la karstification actuelle, quaternaire, pour laquelle il semble que les principaux facteurs agissant ont été:

1<sup>0</sup>) L'abondance d'eaux froides, surtout lors des périodes immédiatement postglaciaires, qui ont favorisé à la fois l'érosion et la corrosion (eaux chargées en gaz carbonique). Ce point de vue a été très étudié lors du Symposium international de Spéléologie de Varenna (1960) aux publications duquel nous nous permettons de renvoyer le lecteur.

2<sup>0</sup>) Le grand et rapide creusement des vallées, vers des niveaux de base constamment abaissés, qui a favorisé l'enfouissement vertical des eaux (dolines et avens), puis leur résurgence suivant des ensembles de cavernes proches de l'horizontale et fréquemment étagées, les plus inférieures demeurant actuellement seules fonctionnelles.

Le Quaternaire paraît ainsi se singulariser tout à fait, tandis qu'une assez grande constance des facteurs de karstification semble avoir régné auparavant pendant des centaines de millions d'années. C'est là un fait assez surprenant, mais que l'on peut croire assez fermement établi pour les régions comme le Midi de la France qui nous a servi d'exemple.

Une généralisation abusive de cette notion serait cependant dangereuse. Ainsi, des contrées comme le Mexique, les Antilles, le Gabon, l'Indochine, ect., qui paraissent avoir joui, pendant la plus grande partie de leur histoire géologique, des conditions tropicales humides que nous leur connaissons actuellement, continuent à subir les seuls effets de ce que j'ai appelé les facteurs de karstifications anciennes.

Inversement, les régions de hautes montagnes, comme les Alpes calcaires autrichiennes, n'ont peut-être jamais connu après leur mise en place tectonique, autre chose que les facteurs considérés comme quaternaires: il est possible que l'action des eaux froides et le creusement actif aient débuté bien plus tôt, au Miocène par exemple, tout de suite après la dernière grande surrection alpine, comme on l'a proposé pour expliquer la genèse des principales cavités glaciées de la province de Salzbourg.

## BIBLIOGRAPHIE.

1. GÈZE B., Etude géologique de la Montagne Noire et des Cévennes méridionales, Mém. Soc. géol. Fr., n° 62, 215 p., 110 fig., 7 pl., 1949
2. JAEGER J.L. et OVTRACHT A., La minéralisation des Hautes Corbières (Aude), Bull. soc. géol. Fr. (6), t. 5, p. 411-422. 1955.
3. FOURNIE L., Sur l'origine exogène du gîte de manganèse de las Cabesses (Ariège), Remarques sur les gisements pyrénéens, Bull. Soc. géol. Fr. (6), t. 6, p. 81-88, 1956
4. LAPPARENT J. de, Les bauxites de la France méridionale, Mém. Carte géol. Fr. 186 p., 54 fig., 9 pl., 1930.
5. ROCH E., La genèse des bauxites de Provence et du Bas-Languedoc. Ann. Hébert et Haug (Labo. Géol. Fac. Sc. Paris), t. 9, p. 11-70 13 fig., 4 pl. 1959.

6. GEZE B., Contribution à la connaissance des phosphorites du Quercy, Bull. Soc. géol. Fr. (5), t. 8, p. 123 - 146, 1938
7. GEZE B., Sur les phosphorites du Bas-Languedoc, Bull. Soc. géol. Fr. (5), t. 10, p. 87-94, 1940
8. GEZE B., Les gouffres à phosphate du Quercy. Essai de paléospéléologie, Ann. Spéolo., t. 4, p. 89-107, 1949.

### Diskussion.

CORBEL: Souligne l'intérêt de cette communication. - Il serait utile d'établir une chronologie de l'intensité de karstifications anciennes (réseaux ou fissures). Seules les karstifications à réseaux proviennent de climats vraiment humide. - Souligne la faiblesse de l'érosion tropicale (pas de creusement de vallée et donc pas de grands réseaux profonds en climat tropical humide). - D'accord avec B. GEZE: dans les hautes montagnes de moyennes latitudes il n'y a jamais eu de climat tropical humide au Pliocène.

THEMENKREIS C

---

France HABE

DIE TEKTONIK DES NÖRDLICHEN RANDES DES PIUKABECKENS  
UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES  
HÖHLENSYSTEMS VON PREDJAMA.

Seit über hundert Jahren wird bereits die wissenschaftliche Forschung im "klassischen Karst", dem Dreieck zwischen Postojna, Rijeka und Triest betrieben. Seit der Vereinigung dieses Gebietes mit Jugoslawien im Jahre 1945 ist das Interesse für dieses Gebiet noch reger geworden. Das Zentrum der Höhlenforschung in diesem Raum stellt das in fast 550 m Höhe liegende Piukabecken dar, das zahlreiche touristisch und prähistorisch bekannte Höhlen aufweist. Rege Tektonik und noch nicht ganz gelöste hydrographische Fragen stellten das Kesseltal in den Mittelpunkt aller bisherigen Untersuchungen.

Mit der Tektonik des Piukabeckens befaßten sich schon KOSSMAT, KREBS und SPÖCKER und seit 1945 slowenische Karstforscher. Die durch die Geologische Anstalt Sloweniens in Ljubljana vervollständigte geologische Karte dieses Gebietes ermöglichte genauere Untersuchungen. Das Becken verdankt dem engen Zusammenwirken tektonischer und petrographischer Faktoren seine Entstehung. Den Untergrund des Beckens bilden mächtige Lagen des eozänen Flysches. Das Piukatal selbst besteht jedoch aus quartären Sedimenten, besonders aus Flyschlehm. Die Umrahmung des Beckens besteht im wesentlichen aus verkarstungsfähigen Kalken.

Die Tektonik der einzelnen Teile des Kesseltales unterscheidet sich voneinander sehr wesentlich. Am Südrande ist die Tektonik ganz einfach; eozäne Flyschschichten liegen dort konkordant auf den Kreidekalken. Völlig anders sind aber die Verhältnisse am Nordrande des Beckens, wo die breite Flyschzone auf die Verwerfung von Predjama trifft. Der Beckenrand zeigt schon von der Postojnska jama an gegen NW mehrere Verwerfungen, die an Hand der Harnischflächen entlang der Straße nach Predjama beobachtet werden können. Eine Hauptverwerfung zieht vom Nanos-Plateau über Predjama in Richtung zum Planinsko polje; zahlreiche größere und kleinere Höhlen stehen mit ihr in engem Zusammenhang.

Die Arbeiten von H. TRIMMEL und E. ARNBERGER über die Verbundenheit der ostalpinen Höhlenräume mit der Tektonik und der Oberflächengestaltung beeinflussen auch meine Forschungen am Nordrand des Piukabeckens. Rege Tektonik ist in allen Höhlenräumen an diesem Rande gut erkennbar, besonders aber in der über 5 Kilometer langen Höhle von Predjama, die sich in fünf Stockwerken ausdehnt, die in Höhen zwischen 539 m und 433 m Höhe liegen. Die genaue Aufnahme der Klüfte und

Verwerfungen (160 Messungen) lieferte instruktive Resultate. Die meisten Verwerfungen verlaufen von NW nach SO, zeigen also die dinarische Richtung. Als zweithäufigste erscheint die Richtung W - O. Besonders wichtig ist das Auftreten senkrechter Harnischflächennischflächen, die fast durchwegs in dinarischer Richtung verlaufen und horizontale Striemung aufweisen. Gerade an ihnen sind alle großen Höhlenräume (Großer Dom, Schwarzer Dom, u. a.) angelegt. Nachträgliche Deckenstürze bedeckten später den Boden und veränderten das primäre Profil. Merkwürdigerweise sind die gleichen Verhältnisse und Vorgänge nicht nur in Höhlenräumen anzutreffen, die in leicht löslichen Karstkalen liegen, sondern auch in Höhlenabschnitten, die sich in Dolomit der oberen Trias entwickelt haben. Gerade in einem solchen Höhlenabschnitt fand ich bei einem gelegentlichen Besuch vor einigen Jahren unmittelbar nach einem ziemlich starken Erdbeben, dessen Epizentrum im Rekatal bei Ilirska Bistrica gelegen war, einen ausgedehnten frischen Schichten-Einsturz vor.

Das Aufschieben der Karstbarre im O auf den nicht verkarstungsfähigen Flysch ermöglichte die unterirdische Entwässerung der sechs selbständigen Bäche, darunter der Lokva und der Belščica. Bemerkenswert erscheint auch die Tatsache, daß das Auftreten aller Höhlenbäche in der Höhle von Predjama an senkrechte Harnischflächen gebunden ist und daß der unterirdische Abfluß in dinarischer Richtung gegen NW erfolgt. Eine neuerliche Färbung, die ich mit Hilfe der hydrometeorologischen Anstalt in Ljubljana in der Zeit vom 7. bis 21. August 1961 durchführen konnte, bestätigte die schon seit langem vermutete Verbindung der Gewässer des Nordrandes des Piukabeckens mit den Quellen der Vipava.

Außer dem Höhlensystem von Predjama zeigt auch die nicht weit davon entfernte Höhle Smihelske Ponikve die Abhängigkeit ihrer Anlage von der Tektonik. Dort wurden die auf Eozän aufgeschobenen Kreideschichten zu mächtigen Brekzien umgebildet. Die Ergebnisse morphotektonischer Untersuchungen stimmen wenigstens in den Höhlen am Nordrande des Piukabeckens weitgehend mit jenen aus dem Ostalpengebiet überein. Diese Tatsache betonte übrigens auch E. ARNBERGER anlässlich einer Exkursion in die Höhlen des Piukabeckens. G. VIETE, der den Periodischen See bei Rosla im Südharz erforschte, stellte fest, daß auch in jenem Karstgebiet die unterirdischen Auslaugungsvorgänge maßgeblich durch die tektonische Beanspruchung beeinflusst und vorbestimmt worden sind und die Karstgerinne vorwiegend tektonisch vorgegebenen Richtungen folgen. Aus diesem Grund widmete ich auch gerade bei Predjama der Oberfläche besondere Aufmerksamkeit. Dabei stellte ich fest, daß von den vielen Klüften und Verwerfungen in den Höhlenräumen von Predjama und Grapa sich nur eine einzige auch an der Oberfläche deutlich ausprägt. Sie zeichnet sich in der langen Reihe der Karstdolinen ab, die von Grapa gegen den Ostgang des Höhlensystems von Predjama zieht. Genau über dem Ostgang befindet sich eine kleine Höhle, in der ich selbst bei niedrigsten Wintertemperaturen eine Temperatur von +9° C messen konnte. Andere Klüfte können wir in vielen Karstdolinen und Dolinenreihen vermuten, die in den Richtungen NW - SO und W - O verlaufen. Auch das Gebiet direkt über der Postojnska jama weist eine Anzahl von Karstdolinen auf, die mit den Klüften und Verwerfungen des Höheninneren in Beziehung stehen dürften. Zahlreiche Klüftungen und Verwerfungen streichen jedoch über Tage überhaupt nicht aus; das ist z. B. im Westgang des Höhlensystems von Predjama der Fall, wo die Überlagerung der Höhlenräume schon bis 180 Meter ansteigt.

Obwohl ich mir dessen bewußt bin, daß ein genaues hydrologisch-tektonisches Bild eines Gebietes nur nach langjährigen systematischen Messungen und Beobachtungen geboten werden kann, möchte ich nach mehrjährigen Forschungen folgende Zusammenfassung als bisheriges Untersuchungsergebnis vorlegen:

1. Auch im Dinarischen Karst bilden Verwerfungen und Klüfte wichtige Ansatzpunkte der Speläogenese. Wenigstens an der Verwerfung von Predjama kann man die Tektonik primär als Ursache der Höhlenbildung betrachten, wenn auch der raumgestaltenden Wirkung der unterirdischen Gerinne besondere Bedeutung zukommt.





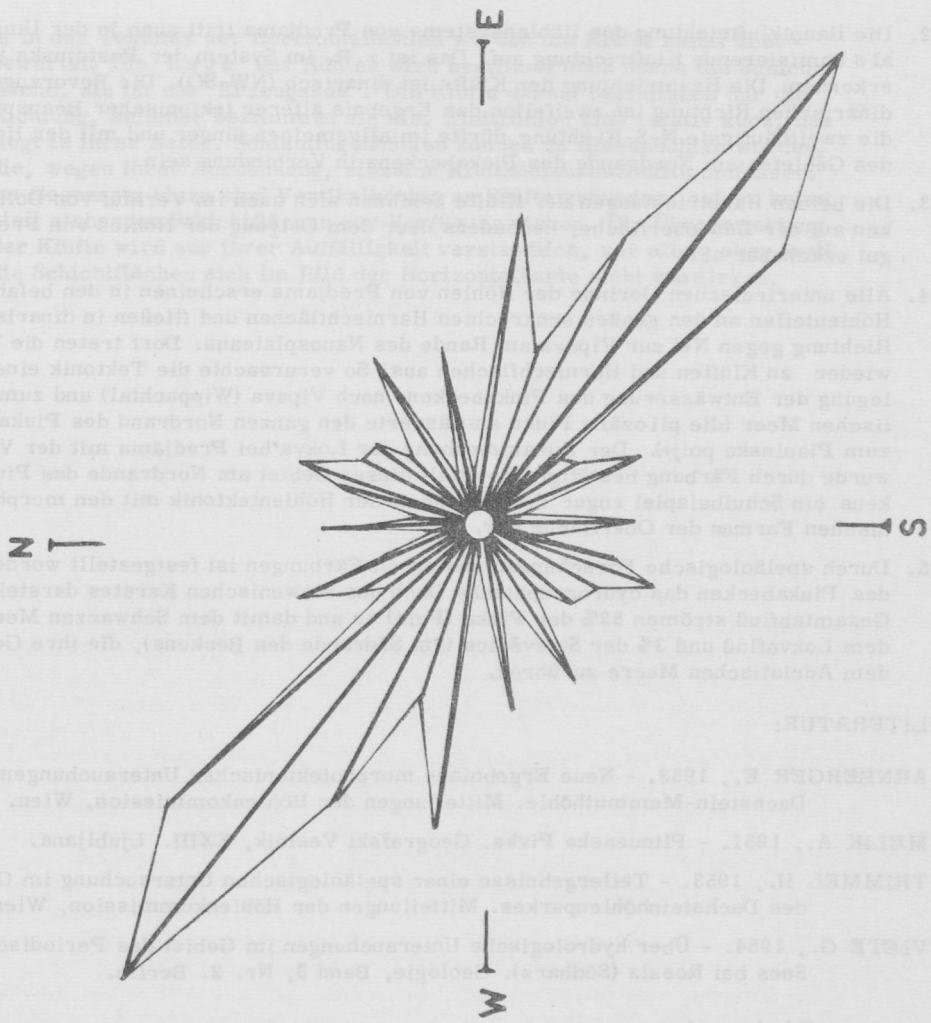
HEFT 7, 38 TECTONIK DES NÖRDLICHEN RANDES DES PIVKA-BECKENS UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES HÖHLENSYSTEMS VON PREDJAMA



# PREDJAMA

## Streichen der Harnischflächen und Verwerfungen

10 m.



2. Die Hauptkluftrichtung des Höhlensystems von Predjama tritt auch in der Umgebung als dominierende Kluftrichtung auf. Das ist z. B. im System der Postojnska jama zu erkennen. Die Hauptrichtung der Klüfte ist dinarisch (NW-SO). Die Bevorzugung der dinarischen Richtung ist zweifellos das Ergebnis älterer tektonischer Beanspruchung, die zweithäufigste N-S-Richtung dürfte im allgemeinen jünger und mit der Hebung des Gebietes am Nordrande des Piukabeckens in Verbindung sein.
3. Die beiden Hauptrichtungen der Klüfte zeichnen sich auch im Verlauf von Dolinenreihen auf der Landoberfläche, besonders über dem Ostgang der Höhlen von Predjama, gut erkennbar ab.
4. Alle unterirdischen Gerinne der Höhlen von Predjama erscheinen in den befahrbaren Höhlenteilen an den großen senkrechten Harnischflächen und fließen in dinarischer Richtung gegen NW zur Vipava am Rande des Nanosplateaus. Dort treten die Wässer wieder an Klüften und Harnischflächen aus. So verursachte die Tektonik eine Verlegung der Entwässerung des Piukabeckens nach Vipava (Wippachtal) und zum Adriatischen Meer (die pliozäne Piuka entwässerte den ganzen Nordrand des Piukabeckens zum Planinsko polje). Der Zusammenhang der Lokva bei Predjama mit der Vipava wurde durch Färbung bestätigt. So stellt dieses Gebiet am Nordrande des Piukabeckens ein Schulbeispiel enger Verbundenheit der Höhlentektonik mit den morphotektonischen Formen der Oberfläche dar.
5. Durch speläologische Forschungen und durch Färbungen ist festgestellt worden, daß das Piukabecken das hydrographische Dach des slowenischen Karstes darstellt. Vom Gesamtabfluß strömen 82% der Piuka (Poik) zu und damit dem Schwarzen Meere, 15% dem Lokvafluß und 3% der Saješčica (am Südrande des Beckens), die ihre Gewässer dem Adriatischen Meere zuführen.

#### LITERATUR:

- ARNBERGER E., 1953. - Neue Ergebnisse morphotektonischer Untersuchungen in der Dachstein-Mammuthöhle. Mitteilungen der Höhlenkommission, Wien.
- MELIK A., 1951. - Pliocenska Pivka. Geografski Vestnik, XXIII. Ljubljana.
- TRIMMEL H., 1953. - Teilergebnisse einer speläologischen Untersuchung im Gebiete des Dachsteinhöhlenparkes. Mitteilungen der Höhlenkommission, Wien.
- VIETE G., 1954. - Über hydrologische Untersuchungen im Gebiet des Periodischen Sees bei Rossla (Südharz). Geologie, Band 3, Nr. 2. Berlin.

#### Diskussion.

FRANK: Die Höhlentemperaturen in der Predjama sind derart kompliziert, daß im Höhleninneren im Winter Unterschiede von  $-5^{\circ}$  bis  $+11^{\circ}$  C sind. Vorgeschlagen wird die Anlage eines Kluffsternes für jede Etage extra und eines Kluffsternes für die gesamte Höhle.

HABE: Ich maß ein Jahr hindurch im Höhlensystem von Predjama Temperaturen. Das System zeigt enorme Temperaturunterschiede. Beim Ponor (462 m) haben wir im Winter bis zu  $-20^{\circ}$ , oben, wo die Luft hinausweht, aber bis zu  $+10^{\circ}$ . Bei einer Höhendifferenz von ca. 80 m können wir also eine Temperaturdifferenz von  $30^{\circ}$  feststellen.

GAMS: Wie soll man die überwiegende N-S- und O-W-Richtung der Höhlengänge in der Predjama erklären, wenn die NW-SO-Richtung als Kluffrichtung überwiegt? Für die Diskussion fehlt leider ein Diagramm der Gangrichtungen und der Schichtenlagen in der Höhle von Predjama.

**BÖGLI:** In der Tektonik der Horizontalhöhlen werden die Klüfte meist überbewertet. Die Lage der Höhlen wird bestimmt auch durch die Schichtfläche, sie ist die "Erzeugende". Die Klüfte darauf beeinflussen nur die Richtung, seltener bestimmen sie sie. Klufthöhlen sind relativ kurz, das liegt in ihrer Natur. Schichtfugenhöhlen können zu Riesenhöhlen werden, die, wegen ihrer Ausdehnung, einzelne Klufthöhlenabschnitte umfassen. Im Gegensatz hiezu sind Vertikalhöhlen an Klüfte gebunden, sofern keine steil stehenden Schichtflächen zur Verfügung stehen. Die Überbewertung der Klüfte wird aus ihrer Auffälligkeit verständlich, vor allem aber, weil die Schichtflächen sich im Bild der Horizontalkarte nicht auswirken.

Das Gipskarst

VERGIPSUNG UND OBERFLÄCHENFORMUNG IM GIPSKARST

In Nord- und Mitteleuropa ist wohl die Salinenformations des Zechens mehrere Anhydritlager, die nördlich aus bis zu hundert Metern Mächtigkeit reichen. Am südwestlichen Rand, am Rand der Thüringer Walden und im ostbayerischen (Wasserbergland) sowie an südpolnischen Stellen strichen diese Anhydritlager zutage aus.

In den Sequenzen heutiger Kontinentaler Klüften geologischer Vorgänge hat sich dort ein Gipskarst ausgebildet. In der westlichen oberirdische die auch oberirdische Lösungsabgänge zu beobachten sind. Im Karst von WIDENBRATH (1904) hat es sich im allgemeinen um die "Achter über dem roten Karst"

Während für die Lang- und Kurzveränderungen die Ergebnisse (1911) bestätigt werden konnten, werden nach Widenbrath die Bildungsbedingungen von Gipshöhlen dargestellt.

Neuere Beobachtungen auf die Ausbreitung von Bohrungserkenntnis vor allem in zahlreichen Gipsbrüchen, brachten weitere Erkenntnisse über den Vorgang der Vergipsung, sowie über die Oberflächenformung im unbesetzten (offenen) und besetzten Gipskarst. Sie erscheinen geeignet, die vor allem von HÄRPEL (1925, 1930) gegebenen Darstellungen und Erklärungen zu ergänzen, bzw. zu modifizieren.

Die Vergipsung

Bekanntlich entsteht Gips ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ) aus Anhydrit ( $CaSO_4$ ) durch Wasseraufnahme unter gleichzeitiger Volumenszunahme. Nur im leicht halbsolublen Gipsgestein kommt es zur Ausbildung des Karstphänomens.

Im Gegensatz zum Kalkkarst, bei dem die Verkarstung unter günstigen Verhältnisse den ganzen Gesteinskörper erfassen kann, macht diese im Gipskarst auf den meist verhältnismäßig kleineren vergipsten Bereich von Aufschlüssen in Oberflächennähe und entlang Zerrittungen beschränkt.

LAGE DER ANHYDRIT-GIPS-GRENZE

Im allgemeinen geht die Vergipsung des Anhydritgesteines durch Überlagerung flächenhaft von oben stromwärts Vegetations vor sich, doch kommt es auch

Den Firmen der Gipsbranche in der gesamten Gipsgebiete ist für ihr Entgegenkommen besonders gedankt!



Dritter Internationaler Kongreß für Speläologie  
Troisième Congrès International de Spéléologie - Third International Congress of  
Speleology  
THEMENKREIS C

---

Axel HERRMANN

## VERGIPSUNG UND OBERFLÄCHENFORMUNG IM GIPSKARST

In Nord- und Mitteldeutschland enthält die Salinenformation des Zechsteins mehrere Anhydritlager, die örtlich bis zu einigen hundert Metern Mächtigkeit erreichen. Am südwestlichen Harzrand, am Nordrand des Thüringer Waldes und bei Stadtoldendorf (Weserbergland) sowie an einigen anderen Stellen streichen diese Anhydritlager zutage aus.

In den Sequenzen humider Klimate der jüngsten geologischen Vergangenheit hat sich dort ein Gipskarst ausgebildet, in dem sowohl oberirdische als auch unterirdische Lösungsvorgänge zu beobachten sind. Im Sinne von WEIDENBACH (1954) handelt es sich im allgemeinen um die "Äußere Zone des tiefen Karstes".

Während für die Laug- und Kluthöhlenbildungen die Ergebnisse BIESES (1931) bestätigt werden konnten, werden nachfolgend die Bildungsbedingungen von Quellungshöhlen dargestellt.

Neuere Beobachtungen und die Auswertung von Bohrungsergebnissen - vor allem in zahlreichen Gipsbrüchen<sup>1</sup> brachten weitere Erkenntnisse über den Vorgang der Vergipsung, sowie über die Oberflächenformung im unbedeckten (offenen) und bedeckten Gipskarst. Sie erscheinen geeignet, die vor allem von HAEFKE (1925, 1926) gegebenen Darstellungen und Erklärungen zu ergänzen, bzw. zu modifizieren.

### Die Vergipsung.

Bekanntlich entsteht Gips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ) aus Anhydrit ( $\text{CaSO}_4$ ) durch Wasseraufnahme unter gleichzeitiger Volumenzunahme. Nur im leicht löslichen Gipsgestein kommt es zur Ausbildung des Karstphänomens.

Im Gegensatz zum Kalkkarst, bei dem die Verkarstung unter günstigen Vorflutverhältnissen den ganzen Gesteinskörper erfassen kann, bleibt diese im Gipskarst auf den meist verhältnismäßig kleinräumigen vergipsten Bereich von Anhydritlagern in Oberflächennähe und entlang Zerrüttungszonen beschränkt.

### 1) LAGE DER ANHYDRIT-GIPS-GRENZE

Im allgemeinen geht die Vergipsung des Anhydritgesteines durch überwiegend flächenhaft von oben einwirkende Tageswässer vor sich; doch kommt es auch

---

1) Den Firmen der Gipsbranche in den genannten Gipsgebieten sei für ihr Entgegenkommen besonders gedankt.

bei nahezu flach liegenden Anhydritlagern unter mehr oder weniger undurchlässiger Bedeckung zu Vergipsungsvorgängen infolge  $\pm$  horizontaler Wasserbewegung (ANRICH 1958). Bei freiliegender Gesteinsoberfläche oder unter mehr oder weniger durchlässigen Deckschichten liegt die Anhydritoberfläche subparallel zur Gesteins- bzw. Erdoberfläche; sie zeichnet diese in abgeschwächter Form nach (s. Abb. 1). Lediglich entlang Zerrüttungszonen (HAEFKE 1925) greift die Vergipsung tiefer in den Anhydritsockel ein (Vgl. Abb. 1, mittlerer Teil).

Aus noch nicht geklärten Gründen zeigen die Anhydritlager verschiedener geologischer Formationen eine unterschiedliche Vergipsungsbereitschaft. Im einzelnen ist die Dicke der vergipsten Zone vom Grad der Zerklüftung und von der Neigung des Anhydritlagers zur Erdoberfläche abhängig, da die Schichtflächen den Tagwässern bevorzugte Eindringmöglichkeiten bieten (s. Abb. 1, links und rechts). Aber auch die Überbedeckung mit - unterschiedlich durchlässigen - Deckschichten beeinflusst naturgemäß die Vergipsungstiefe (s. Abb. 1, ganz rechts).

## 2) BILDUNG DER QUELLUNGSHÖHLEN.

Die mit der Vergipsung verbundene Volumenzunahme führt unter besonderen geologischen Umständen zur Bildung kleiner buckelförmiger Erhebungen an der Oberfläche des Anhydritgesteins (HAEFKE 1926, STOLBERG 1926, BIESE 1931), die innen hohl sind. Sie werden "Quellungshöhlen" (BIESE 1931), "Quellkuppen" (A. HERRMANN 1953), "Gipsblasen" (HAEFKE 1926, STOLBERG 1926), im Volksmund "Zwergelöcher" genannt. Eine dickere (max. 0,5 m) oder mehrere dünne Lagen des Gesteins heben sich während der Vergipsung von den unterlagernden Schichten ab und bilden unterschiedlich große, flach bis mittelsteile, meist länglich-ovale Gewölbe von einigen Metern Höhe und Weite, die ursprünglich hohl, später teilweise durch nachfolgende Einspülung mit Höhlenletten gefüllt sind (s. Abb. 2). Durch örtlichen Einbruch der aufgewölbten Gipsdecke werden diese Hohlräume zu begehbaren kleinen Höhlen. Für ihre Bildung bestehen bestimmte Voraussetzungen.

a) eine freiliegende, mehr oder weniger ebene Anhydritoberfläche

b) ein schichtiger bzw. bankiger Aufbau des Anhydrits mit möglichst durch Tonmittel o. ä. vorgezeichneten Schichtflächen bzw. Bankfugen, an denen sich die Schichten gegeneinander verschieben und voneinander abheben können,

c) generell oberflächenparallele Schichtlagerung des Anhydrits, damit eine gleichmäßige Vergipsung der an der Erdoberfläche liegenden Schicht(en) gegeben und deren flächenhafte Abhebung möglich ist.

Die Art und Größe der Quellungshöhlen erweisen sich von der Art der Schichtung abhängig; je größer die Mächtigkeit einer geschichteten Gesteinspartie ist, desto größer können auch die Quellungshöhlen werden.

Ist das Gestein regelmäßig geschichtet, so kann es auch in größerer Mächtigkeit von einem einheitlichen Bewegungsvorgang erfaßt werden. In einem unregelmäßig geschichteten Gestein werden nur einzelne Lagen abgehoben, so daß in der Wiederholung dieses Vorganges mehrere Quellkuppen ineinandergeschachtelt auftreten können (s. Abb. 2).

### Die Oberflächenformung.

Im Gipskarst ist - wie im Kalkkarst - zwischen oberflächlichen und unterirdischen Lösungsvorgängen zu unterscheiden. Beide Vorgänge führen zu oberflächlichen Hohlformen, deren Form sich im unbedeckten Gipskarst unterscheidet, im bedeckten Gipskarst dagegen je nach der lithologischen Beschaffenheit der Deckschichten verschieden, bzw. übereinstimmend ausgebildet ist.



## 1) OBERFLÄCHLICHE LÖSUNGSVORGÄNGE

Die oberflächlichen Lösungsvorgänge vollziehen sich sowohl auf freiliegendem Gipsgestein als auch unter Bedeckung (HAEFKE 1926).

### a) Im unbedeckten Gipskarst.

Im unbedeckten Gipskarst kommt es zur Ausbildung sog. Karrenfelder (MYLIUS 1909, SPETHMANN 1910, HOFFMANN 1924, VON GAERTNER 1932, BÖGLI 1961). Wenige Dezimeter tiefe und breite, rundliche bis längliche, sich nach unten etwas verjüngende Hohlformen bedecken flächenhaft die Gipsoberfläche (s. Abb. 3, linker Teil). Daneben kommt es nicht selten zur Erweiterung von Klüften zu bis meterbreiten und - tiefen Spalten.

Zwischen diesen Hohlformen sind Gipsfelsen erhalten geblieben. Sie zeigen zugerundete, nicht selten buckelförmige Oberflächenformen, auf denen häufig Riefen (SPETHMANN 1910), bis cm-breite und -tiefe Rinnen zwischen spitzen Gesteinsgraten, in der Richtung des größten Gefälles ausgebildet sind.

### b) Im bedeckten Gipskarst.

Im bedeckten Gipskarst bestimmen Grad und Art der Durchlässigkeit der Deckschichten die Oberflächenformung auf der Gipsoberfläche. Mit zunehmender Durchlässigkeit nimmt auch die Größe und Zahl der Hohlformen zu. Unter gleichmäßig durchlässigen Deckschichten dürften die Oberflächenformen denen des unbedeckten Karstes nahezu gleich ausgebildet sein. In einem ungleichmäßig durchlässigen Gestein wird durch Klüfte oder sonstige Sickerwege eine meist punktförmige, häufig auch lineare Einwirkung der Tageswässer auf die Gipsoberfläche verursacht. An diesen Stellen -oft Klüften des Gipsgesteines selbst folgend - kommt es zu verstärkten Lösungsvorgängen:

Einzelne Karren werden - allmählich - stärker eingetieft; es bilden sich die sog. Schlotten. Das sind stets wesentlich tiefere als weite, sich allmählich nach unten verjüngende Hohlformen von unregelmäßig rundlichem Querschnitt, die meist unterschiedlich stark von kontinuierlich nachsackendem (Deckschichten-) Schutt erfüllt sind<sup>2)</sup> (s. Abb. 3, rechter Teil).

Unter günstigen hydrogeologischen Verhältnissen werden maximale Schlottentiefen von 25 bis 30 m und Weiten von über 5 m erreicht.

Nach Einstellung des Lösungsgleichgewichtes zwischen den stehenbleibenden Gipskuppen und dem Schlottentiefsten führt der weitere Subrosionsvorgang dann zu einer flächenhaften Tieferlegung der Gipsoberfläche unter nachsackenden Deckschichten.

Mit zunehmender Schlotteneintiefung und -verbreiterung sacken die darüberliegenden Deckschichten allmählich nach; so kommt es zur Ausbildung von Hohlformen an der Erdoberfläche.

In Festgesteinen, wie Kalkstein bzw. Dolomitstein oder Sandstein bzw. entsprechenden Wechsellagerungen, sind diese flach schüsselförmige gestaltet (KATZER 1905, HAEFKE 1926; Abb. 3, rechter Teil), in Lockergesteinen wie Schutt der vorgenannten Gesteine, Schotter oder tonige Gesteine, dagegen trichterförmig (s. Abb. 3 Mitte). Der Böschungswinkel eines solchen Trichters entspricht dem natürlichen Schüttungswinkel des jeweiligen Deckgesteines.

<sup>2)</sup> Von diesen Schlottenformen sind die Strudellöcher zu unterscheiden, die meist unten in einem Hohlraum einmünden. Sie durchsetzen das Gestein als mehr oder weniger vertikal ausgebildete, sich jedoch nicht generell nach unten verjüngenden glattwandige Hohlformen von rundlich ovalem Querschnitt mit veränderlicher Weite.

Der Bedeutung des Wortes " Erdfall " entsprechend dürften diese kontinuierlich entstandenen Hohlformen eigentlich nicht als Erdfälle bezeichnet werden. (s. auch PFEIFFER 1961); sie sind aber s. u. oft nicht von den Oberflächenformen zu unterscheiden, die durch Einbruch entstanden, die Bezeichnung "Erdfall" wirklich verdienen.

## 2) UNTERIRDISCHE LÖSUNGSVORGÄNGE

Wie BIESE (1931) feststellen konnte, kommt im Gipskarst der Laughöhlenbildung im Grundwasserniveau besondere Bedeutung zu. Wird durch die laufende Verbreiterung des Laughohlraumes die Standfestigkeit des Lauggewölbes überschritten, bricht die hangende Gipsdecke mehr oder weniger plötzlich nach. Erreichen diese Nachbrüche die Erdoberfläche, kommt es zur Ausbildung von oberflächlichen Hohlformen.

### a) im unbedeckten Gipskarst

sind diese - im Gegensatz zu den nach unten konvergierenden, durch oberflächliche Lösungsvorgänge entstandenen Hohlformen - mehr oder weniger senkrechtwandig ausgebildet, bzw. die Wände divergieren nach unten ( s. Abb. 4).

Diese Erdfallformen werden durch laufenden Nachbruch über dem sich ständig vergrößernden Laughohlraum meist sehr lange frisch erhalten. Hört der Verbruchvorgang auf, bröckeln die steilen Wände des Erdfalles allmählich nach, und es bildet sich auch im unbedeckten Gipskarst eine grundsätzlich trichterförmige, im einzelnen naturgemäß sehr unregelmäßig gestaltete Erdfallform aus.

### b) im bedeckten Gipskarst

Ein Verbruch über einem unterirdischen Hohlraum setzt sich meist auch in die das Gipsgestein überlagernden Deckschichten fort. Die durchschlagende Schichtmächtigkeit ist von der Größe des Hohlraumes bzw. des Verbruches abhängig.

In Festgesteinen bleibt die für das Gipsgestein typische senkrechtwandige Erdfallform über längere Zeiträume hinweg erhalten, während in Lockergesteinen der im Moment der Entstehung ebenfalls senkrechtwandige Erdfallverhältnismäßig rasch in eine je nach der lithologischen Beschaffenheit des Gesteins (s. o.) mehr oder weniger tiefe Trichterform umgewandelt wird. (LOZINSKI 1907; s. Abb. 5).

Zusammenfassend ist festzustellen, daß im unbedeckten Gipskarst die durch oberflächliche Lösungsvorgänge und die durch Verbruch über unterirdischen Hohlräumen entstandenen Hohlformen verschieden ausgebildet sind.

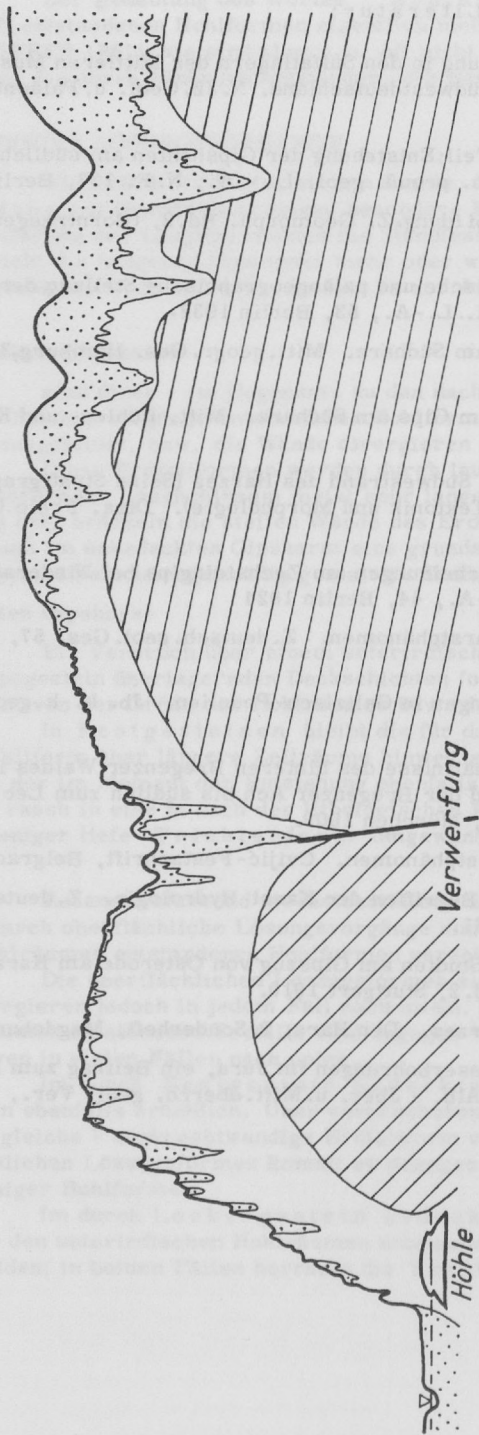
Die oberflächlichen Lösungsformen sind zwar auch  $\pm$  steilwandig ausgebildet, konvergieren jedoch in jedem Fall nach unten. Durch Verbruch über unterirdischen Hohlräumen entstandene Erdfälle sind dagegen  $\pm$  senkrechtwandig ausgebildet und divergieren in vielen Fällen nach unten.

Im durch Festgestein bedeckten Karst unterscheiden sich die Erdfallformen ebenfalls erheblich. Über verbrochenen unterirdischen Hohlräumen herrscht die gleiche  $\pm$  senkrechtwandige Erdfallform vor wie im unbedeckten Karst. Über oberflächlichen Lösungsformen kommt es dagegen nur zur Ausbildung flacher schüsselförmiger Hohlformen.

Im durch Lockergestein bedeckten Karst sind die über den Schloten und den unterirdischen Hohlräumen entstandenen Hohlformen dagegen oft nicht zu unterscheiden; in beiden Fällen herrscht die Trichterform vor.

Literatur:

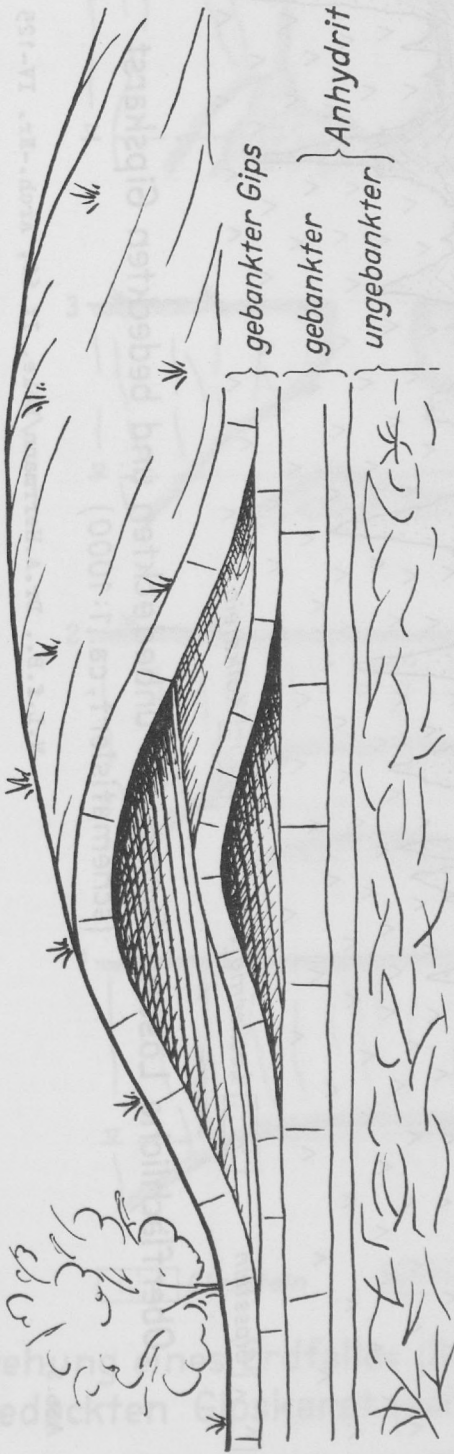
- ANRICH H., Zur Frage der Vergipsung in den Sulfatlagern des Mittleren Muschelkal-  
kes und Gipskeupers in Südwestdeutschland. N.Jb.Geol. u. Paläont., Abh.  
106, 3, Stuttgart 1958.
- BIESE W., Über Höhlenbildung I. Teil: Entstehung der Gipshöhlen am südlichen Harz-  
rand und Kyffhäuser. Abh. preuß. geol. L. - A., N. F. 137, Berlin 1931.
- BÖGLI A., Kalklösung und Karrenbildung. Z. Geomorph. Bd. 2, (Borntreager)  
Berlin 1961.
- GAERTNER H. R. von, Petrographische und paläogeographische Stellung der Gipse am  
Südharz. Jb. preuß. geol. L. - A., 53, Berlin 1932.
- HAEFKE F., Karsterscheinungen am Südharz. Mitt. geogr. Ges. Hamburg, 37, Ham-  
burg 1925.
- HAEFKE F., Karsterscheinungen im Gips am Südharz. Mitt. Höhlen- und Karstfor-  
scher, 1926.
- HERRMANN A., Der Zechstein am Südwestrand des Harzes (Seine Stratigraphie, Fa-  
zies, Paläogeographie, Tektonik und Morphologie). Diss. Freie Universität  
Berlin 1953,
- HOFFMANN W., Verwitterungserscheinungen am Zechsteingips bei Niedersachswer-  
fen. Jb. preuß. geol. L. - A., 44, Berlin 1924
- KATZER F., Bemerkungen zum Karstphänomen. Z. deutsch. geol. Ges. 57, Mber.  
Berlin 1905.
- LOZINSKI W. von, Karsterscheinungen in Galizisch-Podolien. Jb. k.-k. geol. Reichs-  
anst. 57, Wien 1907.
- MYLIUS H., Die geologischen Verhältnisse des hinteren Bregenzer Waldes in den Quell-  
gebieten der Breitach und der Bregenzer Ach bis südlich zum Lech. Mitt.  
geogr. Ges. München, 4, München 1909.
- PENCK A., Das unterirdische Karstphänomen. Cvijić-Festschrift, Belgrad 1924.
- PFEIFFER D., Zur Definition von Begriffen der Karst-Hydrologie. Z. deutsch. geol.  
Ges., 113, Hannover 1961.
- SPETHMANN H., Morphologische Studien am Gipszug von Osterode am Harz. N. Jb.  
Miner. usw., Jg. 1910, Bd. 2, Stuttgart 1910.
- STOLBERG F., Die Höhlen des Harzes. Der Harz, 2. Sonderheft, Magdeburg 1926.
- WEIDENBACH F., Über einige Wasserbohrungen im Jura, ein Beitrag zum Karstwas-  
serproblem der Schwäb. Alb. - Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F. 36,  
Karlsruhe 1954.



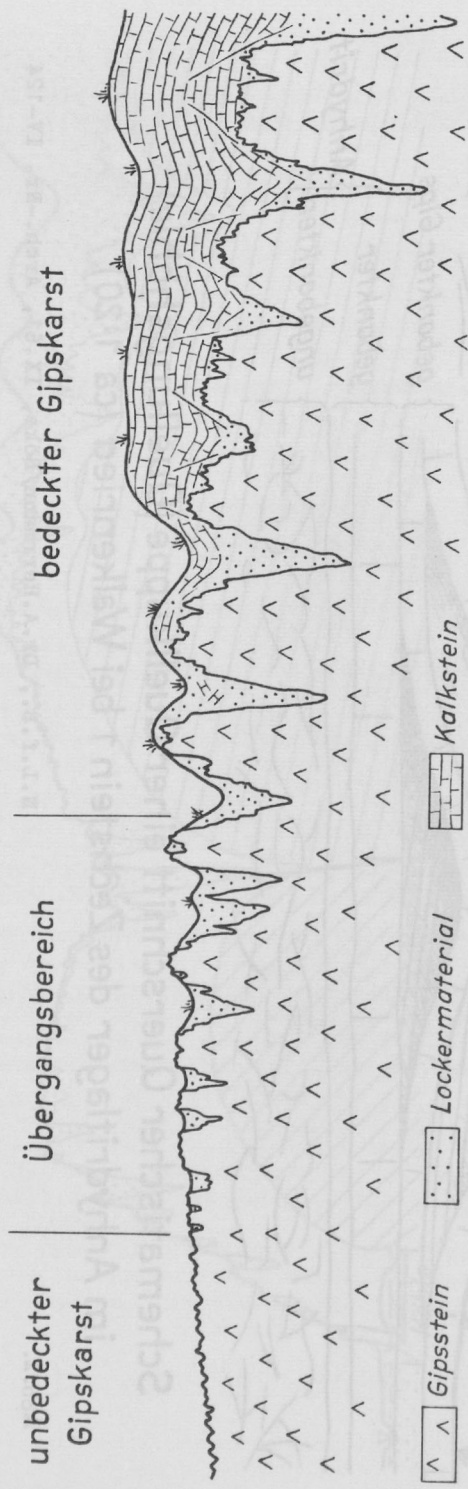
Nachzeichnung der Gips- bzw. Erdoberfläche durch die Anhydrit-Gipsgrenze  
(schematisiert, ca 1:1000)

Abb. 1.

N. L. f. B., Dr. A. Herrmann/Böke, IX. 61, Arch.-Nr. IV-128

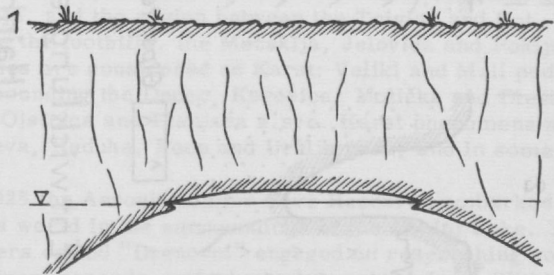
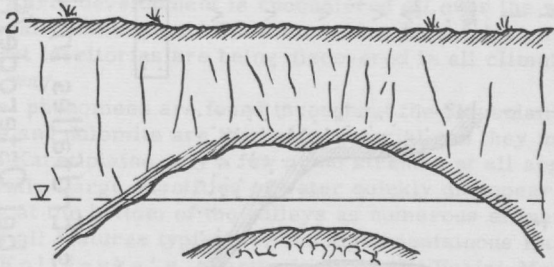
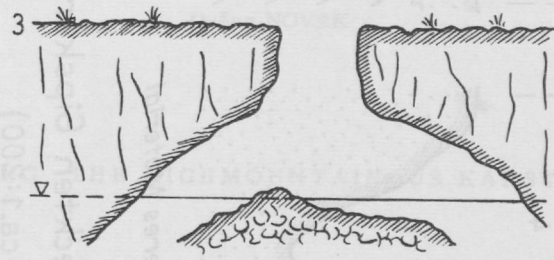
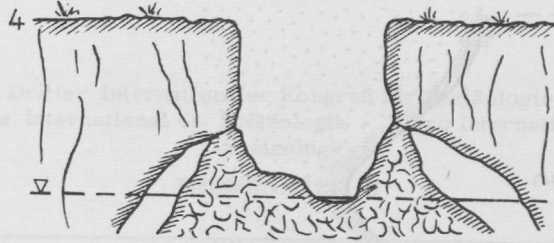


Schematischer Querschnitt einer Quellkuppe (Quellungshöhle)  
 im Anhydritlager des Zechstein 1 bei Walkenried (ca 1:20)



Oberflächliche Lösungsformen im unbedeckten und bedeckten Gipskarst  
 (schematisiert, ca. 1:1000)

Abb. 3.



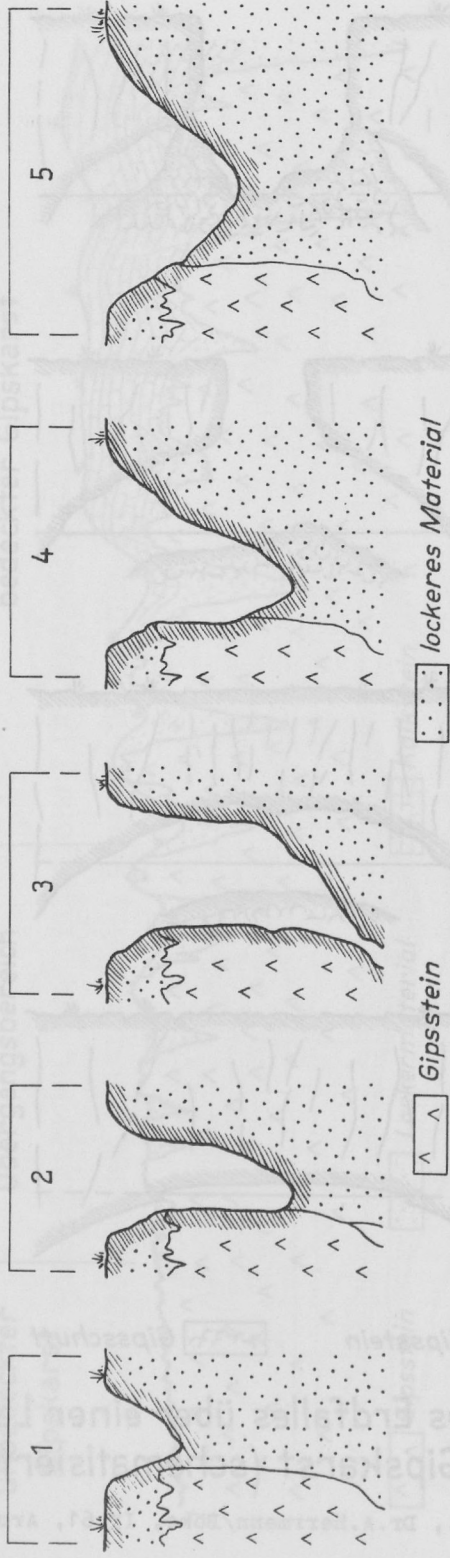
Gipsstein



Gipsschutt

Abb. 4.

Entstehung eines Erdfalles über einer Laughöhle im unbedeckten Gipskarst (schematisiert, ca 1:1000)



Entwicklung eines Erdfalles im bedeckten Gipskarst  
 (Hainholz bei Osterode/Harz, ca.1:200)

N.L.f.B., Dr.A.Herrmann/Böke, IX.61, Arch.-Nr. IV-126



Dušan NOVAK

RESEARCHING THE HIGHMOUNTAINOUS KARST IN SLOVENIA.

The Karst development is encountered all over the world with greater frequency than is generally anticipated. The Calcareous Mountains rank among Karst formation and new Karst territories are being discovered in all climatic zones where water acts in a specific way.

Karst phenomena are found throughout the Slovenian Alps at any level wherever limestone and dolomite are the basic material and they mostly go back to the Triassic Age. In the Karst plains only a few or no streams at all appear on the surface despite plentiful rainfall. Large quantities of water quickly disappear towards the Karst interior, reappearing at the bottom of the valleys as numerous effluents.

Thus all features typical for the highmountainous Karst are covered except fields (poljes) and Koliševka's. Particularly in the Bohinj-Mountains there are regions very much resembling those of the Dinara territory (the Komna, the Triglav lakes valley). In the Slovenian Alps to this world pertain also the plains of Hribarice, Za Planjo, Kredarica, Rušje, and the region between the Triglav and Kot, Križki podi, Kaninski podi, and among the foothills, the Mežaklja, Jelovica and Pokljuka. In the Kamniške Alps many territories are considered as Karst: Veliki and Mali podi, Kalce, Velika planina, the territory surrounding the Dedec, Korošica, Molička and Dleskovška planina, the region between the Ojstrica and Planjava a. s. o. Karst phenomena are still to be found in the Menina, Olševa, Raduha, Peca and Uršlja gora, and in some places on the chain of the Karavanke.

In 1925 the Association for Cave Research embarked on the exploration of the highmountainous world in the surroundings of the Bohinj Lake. There was another group of mountaineers called "Drenovci" engaged on researching some abysses in the Kalce region. Pertinent records, unfortunately, went astray. Within the Bohinj-Mountains range biological characteristics of some caves were investigated by E. PRETNER (1955) who inventorized for the cardex about 25 objects. Nearly at the same time the Italians staged an exploration of the Bohinj-ridge on the former Italian-Yugoslav frontier. Description of caves having been explored were published in the monography "Due-mila Grotte". The members of the Association of Cave Research located some more abysses and caves in the foothills of the Alps.

After World War II the research of the highmountainous Karst in Slovenia was set about systematically. The members of the Association of Cave Research were

investigating Karst phenomena in the Kamniške Alpe. There is plenty of famous precipices on the Molička and Velika planina, and caves such as Zijalka above the Ovčarija pasture on the Mokrica, Ojstrica a. s. o. Only a few of them have been subjected to thorough research. Karst phenomena in the Kamniške planine were described by KUNAVNER (1953, 1957). In 1951 two members of the Association tracked down about twenty abysses on the Podi below the Skuta. These sites were thoroughly researched in 1954 (KUNAVNER, 1955). In recent years some abysses on the Križki podi in the Julian Alps were identified and surveyed.

The abyss situated in Triglav's slopes is the most famous in the Slovenian Alps. The entry is at a level of 2400 meter above the Adriatic Sea, 1400 meters above the bottom of the Vrata valley. Already in August 1955 GAMS in company of English speleologists tried to penetrate into this abyss and they reached a depth of 75 m. In September 1956 a team of Slovenian speleologic groups tried again their luck, but the circumstances were so unfavorable that the work had to be interrupted. (The passage from a slanting entrance was blocked by snow). They arrived at a depth of 75 meters, when further proceeding was rendered too dangerous, due to big iceceles, and the team had to withdraw. (See GAMS' report of 1957). In August 1957 D. KEMP and J. GANTAR again looked out for a possibility to force the depth. They entered 180 meters into the abyss and stated that the shaft was 40 meters wide and several hundred meters deep. The team however was too small and, therefore, could not reach the bottom, although circumstances had been very convenient. Late in September 1958 efforts were resumed. To save superfluous expenses the preliminary survey was made by reconnoiterers who at the very start came upon big quantities of snow; they reached a depth of 75 meters but the passage into further depth was blocked. Thus the expedition had to be postponed until more favorable conditions were prevailing.

In the surroundings of the Triglav, the Speleologic Section of the Alpine Club "Železničar" went in for a systematic work in the Bohinj-Mountains. The covers of the Kranj Alpine Club reported hitherto about 50 caves and abysses in Gorenjsko, mainly in the foothills of the Alps, in the Pokljuka and Ješovica (ALJANČIČ 1960). Karst phenomena in Karavanke were referred to by JORDAN (1946), OBLAK (1959) reported such features occurring on the Jelovica and MURKO (1959) wrote about the Karst on the Možaklja (1960); the latter also collected the data of Karst phenomena in Gorenjsko (1960).

According to records kept by the Institute for Karst Research (MURKO 1960) up to now the following objects were located and surveyed:

- 1) North of the Sava river and East of the Kamniška Bistrica river: 36 objects;
- 2) between the Kamniška Bistrica and the Tržiška Bistrica : about 10 objects;
- 3) on the Možaklja: 21 objects;
- 4) on the Pokljuka: 21 objects;
- 5) on the Jelovica: 32 objects;
- 6) West of the Tržiška Bistrica and North of the Sava: 6 objects;
- 7) in the Julian Alps: about 180 objects.

At the same time, MURKO reconnoitered some more territories in Gorenjsko which, however, have not been accurately researched as yet.

On basis of more systematic investigations carried out in recent times we may conclude that the geomorphologic development of this part of the Alps does not differ from developments in other parts of the Calcareous Alps. During Tertiary, particularly in the platform-like territory having a somewhat warmer climate the Karst process was especially favoured but was interrupted later on by the glacial age, the surface getting obliterated by glacial moraines. Also SZABO states that the development of Karst in the Carpathes is attributable to the warm climate of Tertiary. The cooler climate of interglacial periods even Accelerated the Karst process. Only in the highest regions the Karst development was limited merely to the surface (SZABO, 1953) while glaciation when receding destroyed the Karst phenomena on the surface. There was a recurrence

of Karst development in the Holocene, partly on an older, but chiefly on a new ground. On the platforms a network of clints and Karst kettles, gorges and abysses turned up which absorb atmospheric waters. There had been, furthermore, a strong tectonic predisposition at that time when displacement of the layers took place which broke and folded thus giving rise to lots of fissures of an open and slippery type, which conditions are to be considered as the initial stage of Karst development. At the junctures of tectonic lines deep kettles and abysses developed very soon after the culmination of the latest glaciation. Many a round abyss an kettle was moulded into a distinct shape already under the ice cover, as the glacier water drained into them. A characteristic example is the Crater on the Prehodavci, an abysslike well springing from a crossing point of several tectonic lines on a platform-like territory. The abyss has been polished and ground probably at the end of the glacial age; it is 17 meters deep.

In the high mountains where low temperatures, a higher degree of moisture, and frequent frost prevail, the corrosion process is somewhat delayed so that the Karst erosion is mainly limited to the surface. BÖGLI, CORBEL and other authors have already been engaged on studies of the climatic influence on physical-chemical processes. In BÖGLI's opinion the corrosion in the higher zone is four times slower than in the warmer, lower zone where underground circulation is more active, While at higher levels clints and lapies form on the surface, abysses, kettles and eddies are characteristic for lower levels. Exploration in the Kamniške Alps and in the surrounding of the Triglav showed that highmountainous Karst had developed along the lines of certain predispositions among which the most important are as follows:

1) fissuring of rocks

2) activity of snow-water and rainfalls deeply below the surface: Here the phenomena encountered most frequently are lapies and clints on every plain surface. There is a variation of groove-like lapies and deep lapies, sharply edged which occur above the forest boundary whereas lapies of lower regions are rounded when covered by soil.

3) The influence of ice and frost on the fissures:

Ice and microclimatic factors crumble the walls of cavities, crush the rocks into scraps and, due to these conditions, various secondary holes or small natural bridges form whenever walls separating individual kettles and eddies collapse. The walls of kettles are usually very much corroded and permeated by fissures, some of them even projecting. The upper edge of the projecting rock clearly marks the limit, snow and ice stay there during the larger part of the year. Sometimes the walls are furrowed by sharply edged grooves; gorges of abysses and kettles are smooth and barely grooved. That is the zone bound by perpetual snow.

4) Action of ice in holes and abysses:

The ice in holes produces the same effects as snow i. e. it creates a microclimate. Apart from slipping it chisels and sculptures (ŠTIRN, 1954-1955, KUNAVER, 1957).

With regard to the zones to which the individual Karst phenomena are assigned details assessed by us in the Alps conform with the classification set up by RATHJENS (1951) and CORBEL (1956, 1957). For that reason we distinguish as follows:

1) In the forest belt up to a level of 1800 meters the Karst consisting of eddies, kettles and holes with larger or smaller subterranean development is prevalent.

2) At higher levels, of about 2700 meters, lapies formation predominates. In the belt of dwarfed trees and pine-trees only grooves and fissures are found, up to several meters deep.

At elevated levels a large portion of the waters is bound by frost while, where waters flow freely they drain off quickly through the main tectonic lines and fissures to the erosion basis. In such cases only clints are resultant. We have not found any clues on basis of which we might conclude that lapies and clints have preserved themselves from the Pleistocene. There were no practical observations to endorse the assumption that under the limit of perpetual snow there would exist a belt of bottoms and debris, where the frost does not give rise to Karst development (RATHJENS, 1951), because our

territory is below the level of perpetual snow. In the zone of lapies melting water is the main factor.

On the forest border eddies are encountered with great frequency. Some of them have still other hollows below their apparent bottoms, in several cases marshes are formed in the loam washed into these cavities. The water disappears in the sink-holes, even water streams of some 10 meters length are not rare. This, as a matter of fact, is the difference as against eddies encountered in the Dinaric Karst. For the highmountainous Karst also eddies, the so-called "dolinas" are characteristic; those have older slopes and their bottoms are obstructed by rock scrap. There are numerous fissures to be found in them where the water has washed away the earth cover. Among the objects in this territory the most characteristic is the Bik abyss (cardex No. 27/1679) on the Komna. The abyss has two entries and is situated at a level of 1550 meters, SW of the pasture Na Kraju. The abyss is 33 meters deep, at the bottom there is a large hall, resulting from the breaking-in of a really square lay-out which is full of ice (Fig. 2)

Characteristic of this territory is also the shape of the abyss below the Vogel summit (cardex No. 12/1706). The opening is 15 meters wide, 30 meters long, the abyss has a depth of 30 meters, its bottom is covered with snow, whose thickness varies from year to year. The abyss is unique because of its ubiety on the ridge.

In this region horizontally developed cavities are less frequent as the rock of the site have steep slopes and only slightly folded strata. Caves of this types are: Potočka cave at Olševa, the cave at Mokrica (BRODAR, 1959) the caves at Ojstrica, Gamsov Skret, Govic and finally the "cyclop's Eye" (NOVAK, 1961). The latter is situated at a level of 1950 meters below the cottage on Prehodavci hidden by a steep wall towering above the valley. (Fig. 10).

Also the Savica rivulet is worth being mentioned in these descriptions. The Savica has not only a source known as waterfall but in the Southern cleft on the same level there are another two caves. The hole from which the waterfall emerges was discovered by ing. BREZNIK (RAKOVEC, 1950). The second source has two gaps. The first is a "spodmol" (rockshelter), about 25 meters long, 10 - 15 m wide and 2-3 meters high. The rockshelter is descending gently towards the pool marking the end. At the other end of the cleft there is a ditch with a low and manifold branching trench extending about 50-70 meters towards NW (Fig. 11). During flood periods water gushes out from both openings and this water, due to its hardness and temperature, is equal to that of the waterfall fed by the same headwaters. Pertinent data read as follows:

	SAVICA I	SAVICA II
On April 30, 1956:		
below the waterfall . . . . .	4.85 <sup>0</sup> dH	
at Ukanac . . . . .	5.15	
On November 14, 1956 (5° C) . . . . .	5.93	5.75 dH
On April 19, 1959 . . . . .	5.15	5.75
On June 26, 1959 . . . . .	4.25 (6.75°C)	4.87

Also Govic, a hole and effluent in the wall of the Pršivec about 100 meters above the level of Bohinj-lake, is very noteworthy. It was visited already in 1925, but researched definitely only in the years of drought 1958 and 1959. At the bottom of the last hall there is among the tallus of the collapsed roof a passage leading into the crevice where water is encountered, 18 meters above Bohinj Lake's level. When the water rises due to rainfalls a cascade gushes out through the entrance. The hinterland of the hole is still unknown, the region behind the Pršivec is supposed to drop off. As for the development of the hole, several phases were established. The most important

thereof was the tectonic preparation when the way was opened up to the water; furthermore, the phase when the trenches were formed by water action (NOVAK, 1960, Fig. 12).

For the determination of the water flow of the Soča and the Sava rivers it will prove helpful to research at first the Triglav abyss. A further research of the Triglav abyss will help to solve the question as to whether the Bistraca rivulet in the Vrata valley really springs from a glacier and towards which direction Triglav's surroundings drain off. If the water actually moulded larger rooms, the resultant abyss is anticipated to surpass the famous Berger abyss (1,135 meters deep). The calcareous strata slope towards the South and if there is an abyss to follow, the sphere of power steeply off into the Soča river. In that case the abyss would lead just under the Triglav summit.

The territory explored by us hitherto is still small and large regions are waiting to be handled and researched systematically.

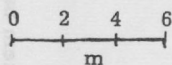
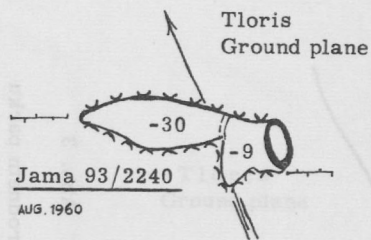
The whole complex of Karst phenomena created during the preglacial age will never be fully known. Out of the most sturdy formations only a few were preserved, however also transformed to a certain degree by glacier action.

Sometimes we may observe glaciers in action in big gorges affected by present-day Karst development which imparts to the Alpine region a varied and gaudy appearance.

#### BIBLIOGRAPHY.

- Arhiv Planinskega društva "Železničar" Ljubljana.  
Arhiv Društva za raziskovanje jam Slovenije, Ljubljana.  
ALJANČIČ M., O jamarstvu na Gorenjskem, Planinski vestnik, 7, 1960.  
AŽBE A., H geologiji Bohinjskega grebena med Bohinjskim jezerom in Knežkimi Ravnami, Ljubljana (Diplomsko delo) 1954.  
BOHINEC V., Dosedanje delovanje Društva za raziskovanje jam Slovenije. I. jugosl. speleol. kongres, Ljubljana 1955.  
BOHINEC V., Pol stoletja dela v nasih jamah in breznih. Turistični vestnik, 9, 1960.  
BRODAR M., Mokriška jama, nova visokoalpska aurignaska postaja v Jugoslaviji. Razprave V. SAZU d. IV Ljubljana 1959.  
CORBEL J., Le Karst proprement dit, étude morphologique. Revue de Géographie de Lyon, XXXI, No. 4, 1956.  
CORBEL J., Les Karsts du Nord-Ouest de l'Europe et de quelques régions de comparaison. Etude sur le rôle du climat dans l'érosion des calcaires. Institut des Etudes rhodaniennes de l'Université de Lyon Mém. et doc., 12, Lyon 1957.  
CORBEL J., Erosion en terrain calcaire (Vitesse d'érosion et morphologie). Annales de Géogr., No. 366, Paris 1959.  
GAMS I., Kras in klima, Geografski vestnik, Ljubljana 1954.  
GAMS I., Problemi krasa v novejši geomorfološki literaturi, Geogr. vestnik, Ljubljana 1956.  
GAMS I., Deset let opazovanja triglavskega ledenika in začetek opazovanja brezna ob njem, Planinski vestnik, str. 179, 1957.  
GLAUERT, Über die Altformen in den Steiner Alpen, Geomorph. Studien, Gotha 1957.  
GREGORIČ V., K stratigrafiji in tektonskim razmeram Bohinjskega grebena med Knežkimi Ravnami in Tolminom (diplomsko delo), Ljubljana 1954.  
JORDAN B., Planine v Karavankah, Geogr. vestnik, Ljubljana 1945.

- KLIMASZEWSKI M., Nowe poglądy na rozwój rzeźby krasowej. *Przegląd Geograficzny*, Tom. XXX/3, Polska Akademia Nauk, Warszawa.
- KUNAVER P., Sprehodi po triglavskem ledeniku, *Plan*. V.5.1953.
- KUNAVER P., Kraški pojavi v Kamniških planinah, *Plan* V.6. 1953
- KUNAVER P., Raziskovanje našega visokogorskega krasa I. jug. spel.kongres, Ljubljana 1955
- KUNAVER P., Arhitekti doline triglavskih jezer, *Plan* V.12. 1956.
- KUNAVER P., Kras v Kamniških planinah, *Kamniski zbornik* III. 1957
- KUNAVER P., Triglavsko brezno - ledenica, *Proteus*, 3. 1958
- KUNAVER P., Triglavski ledenik in njegova skrivnostbrezno, *Plan, vest.* 9. 1959
- LEHMANN H., Das Karstphänomen in verschiedenen Klimazonen. *Erdkunde*, Bonn 1954.
- LIPOVŠEK M., Dolina triglavskih jezer, *Plan* V. 2. 1958
- LEŠER M., O speleološkem raziskovanju na visokogorski planoti Komni in v soseščini. II. jugosl. spel.kongres, Split (v tisku). 1957.
- MELIK A., Slovenija I/1, Ljubljana 1935.
- MELIK A., Slovenija II/1, Ljubljana 1945.
- MURKO V., Več zanimanja za gorenjske kraške pojave. *Turist, vestnik*, 9. Ljubljana 1960.
- MURKO V., Turistične zanimivosti Možaklje, *Tur. V.*, 9.V. Ljubljana 1959.
- NOVAK D., Govic, *Plan*. V., 1. Ljubljana 1960.
- NOVAK D., Kiklopovo oko, *Planinski vest.*, 7, Ljubljana 1961.
- OBLAK P., Jelovica, *Geografski vestnik*, Ljubljana 1959.
- Poročilo komisije za kras, XVIII. Intern. geogr. kongres, 1956.
- PRETNER E., Rodovi *Oryotus* L. Miller, *Pretneria* G. Müller, *Astagobius* Reitter in *Leptodirus* Schmidt. (Coleoptera). *Acta Carsologica*, I. SAZU, Cl. IV. 1959.
- RAKOVEC I., Morfogeneza in mladoterciarna tektonika vzhodnega dela Julskih Alp, *Geogr. vestnik*, Ljubljana. 1936.
- RAKOVEC I., Kako so nastali naši slapovi, *Proteus*, 12. 1950.
- RATHJENS C., Der Hochkarst im System der klimatischen Morphologie. *Erdkunde*, Bonn 1951.
- SZABO Z., Der Karst als klimatisch-morphologisches Problem. Kongres Madž. geogr. dr., Budapest 1955
- ŠERKO A., Kraški pojavi v Jugoslaviji, *Geogr. vest.* Ljubljana 1947.
- ŠTIRN J., Visokogorski kras na Malih podih, *Proteus*, 9, 1954
- ŠTIRN J., Nova odkritja na Malih podih, *Proteus*, 9. 1955.
- TROMBE F., Sédiments d'origine chimique dans les grottes. Symposium International de Spéléologie, Varenna - Como 1960.



Prerez  
Section

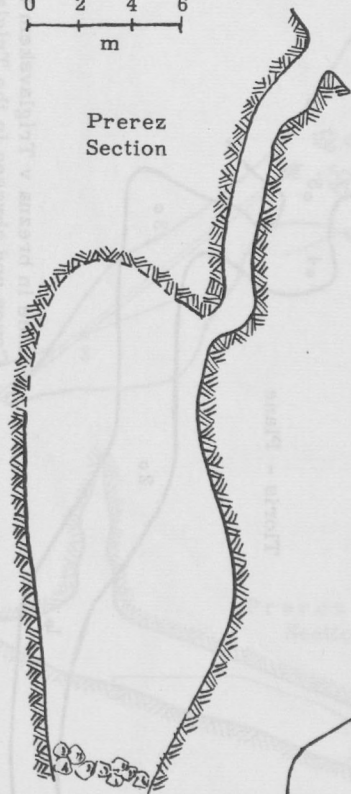
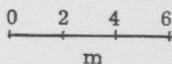
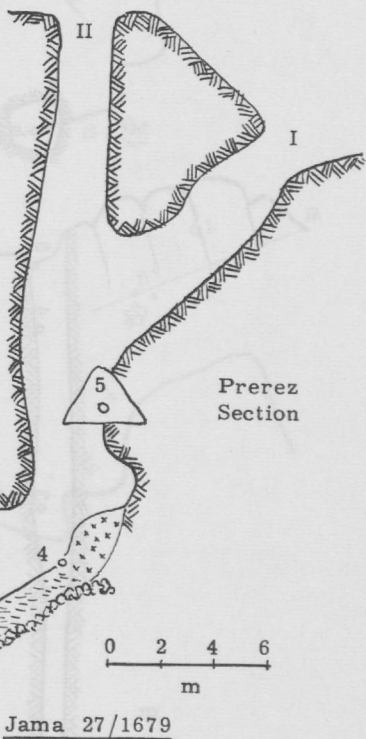


Abb. 1



Prerez  
Section

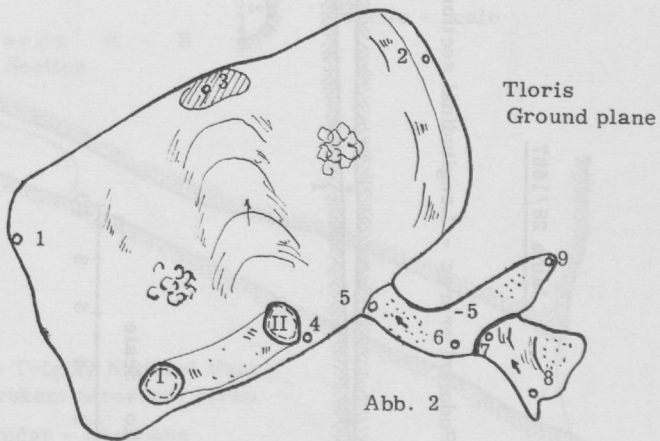


Abb. 2

Jama 28/1687

Podolžni prerez - Longitudinal section

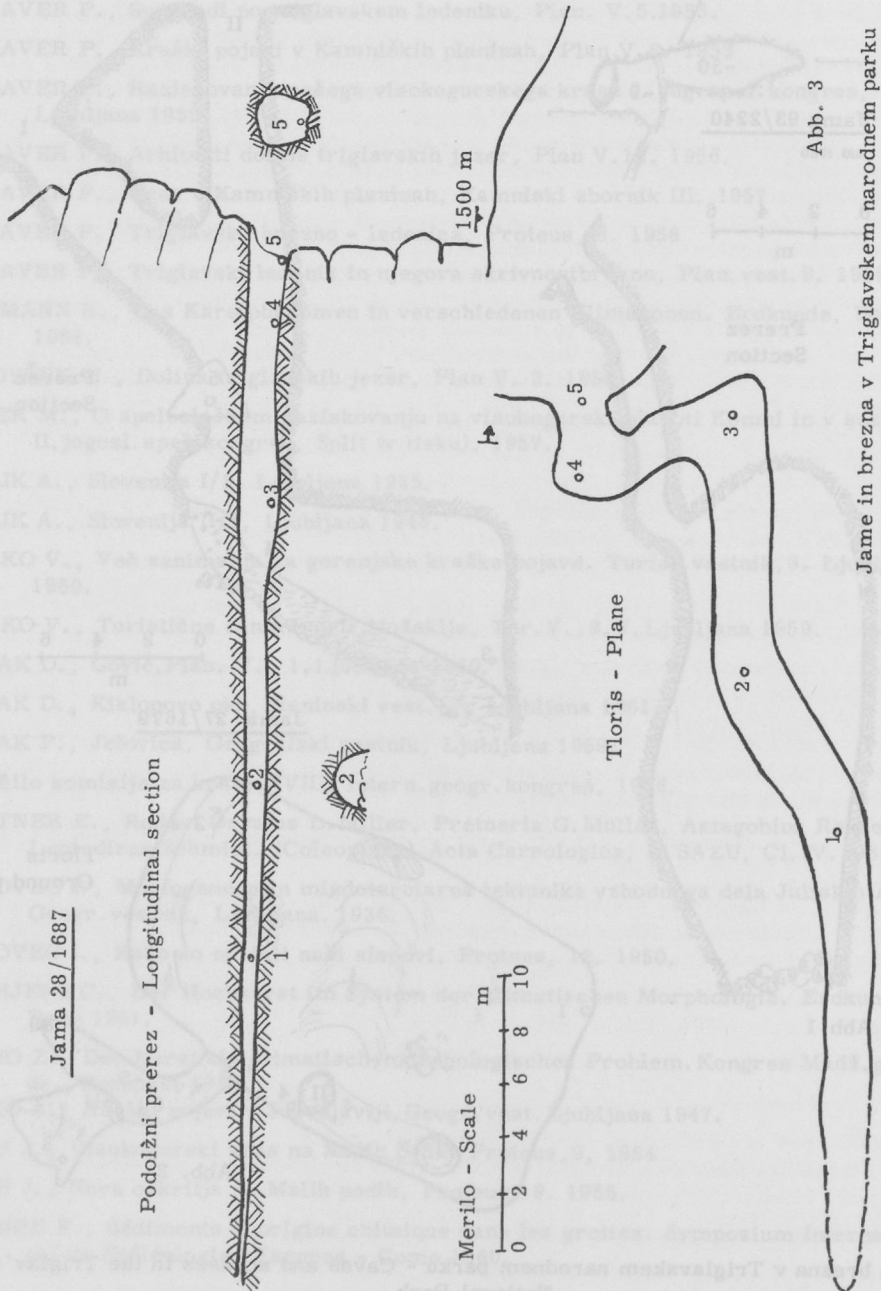


Abb. 3

Jame in brezna v Triglavskem narodnem parku  
Caves and abysses in the Triglav National Park



Tloris - Ground plane

Tloris  
Ground plane

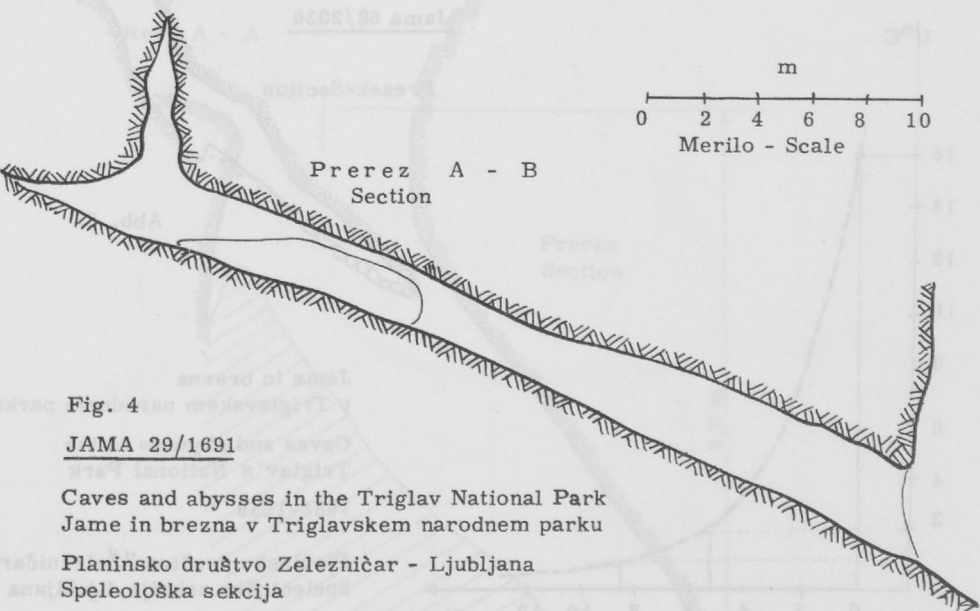
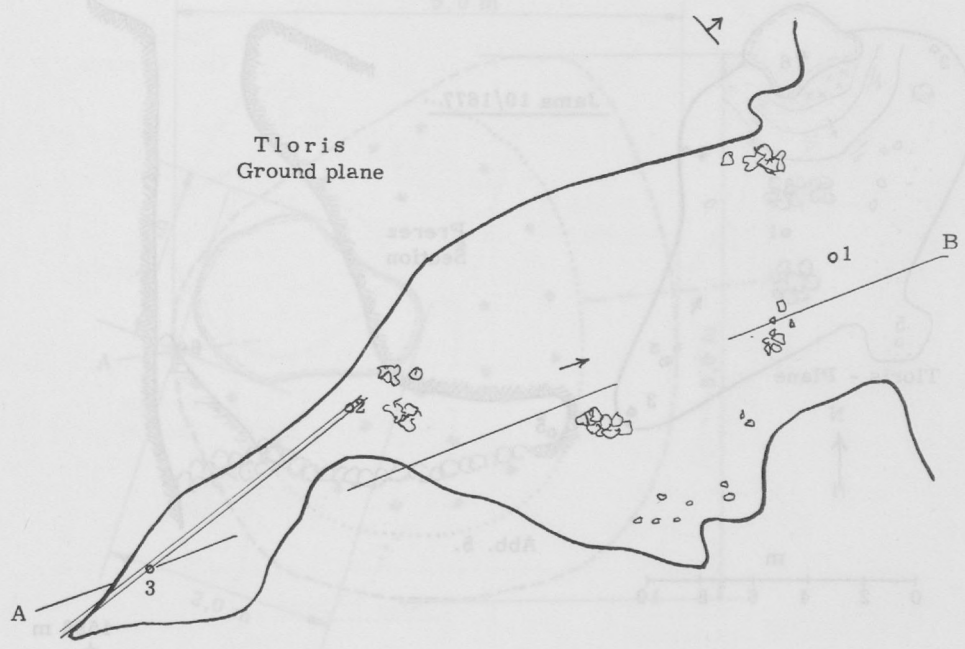


Fig. 4

JAMA 29/1691

Caves and abysses in the Triglav National Park  
Jame in brezna v Triglavskem narodnem parku

Planinsko društvo Zeleznicar - Ljubljana  
Speleološka sekcija

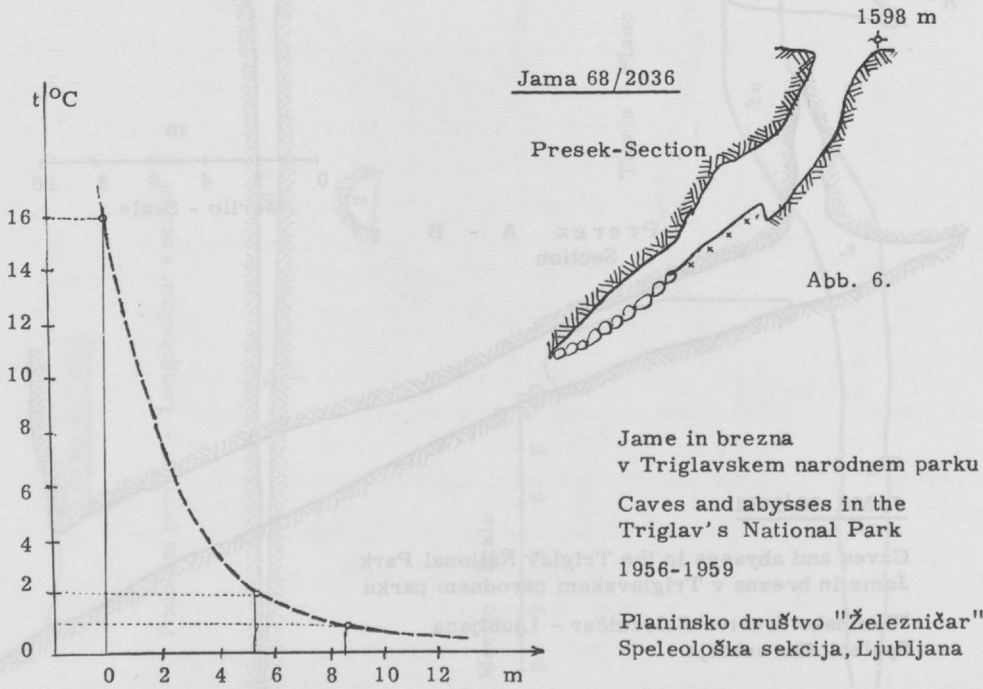
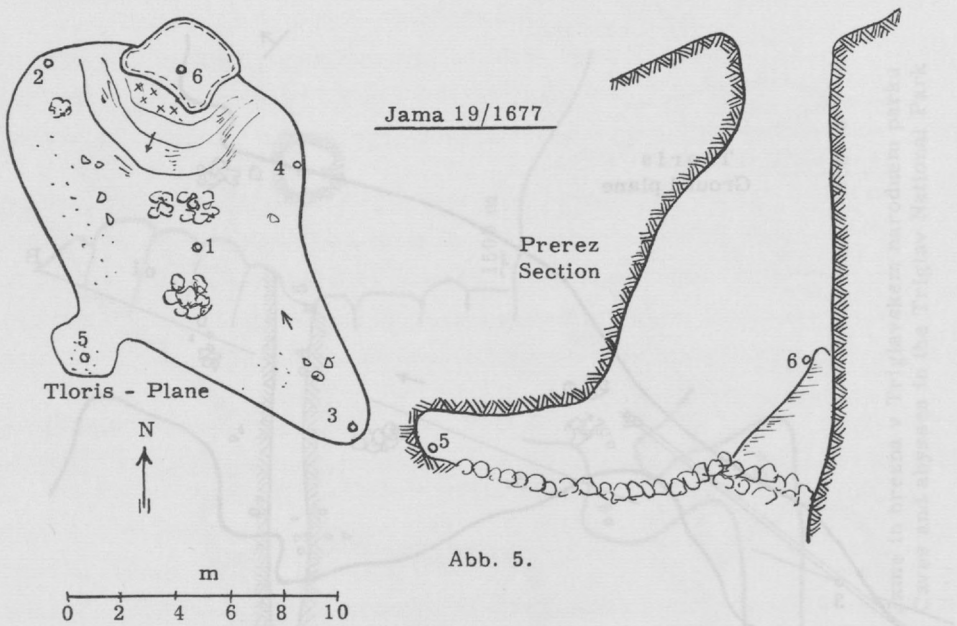
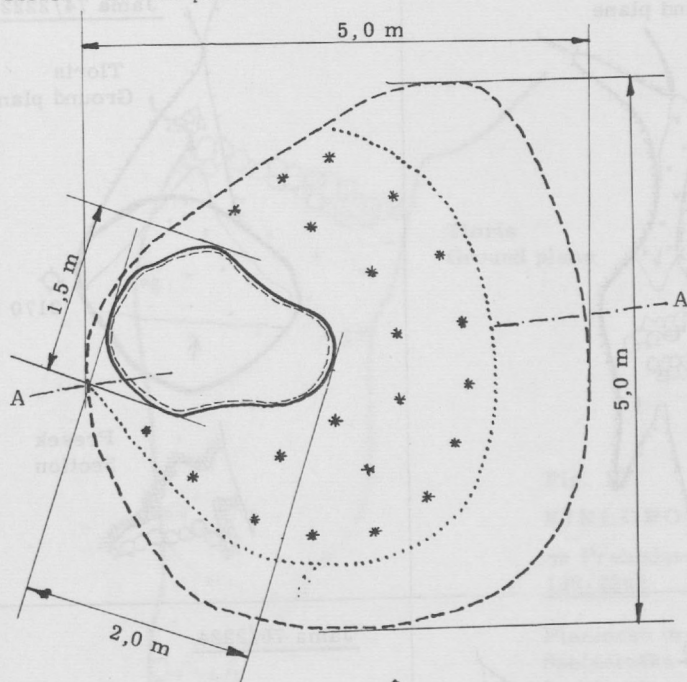


Abb. 7: Temperaturna krivulja  
Curva of temperatures

Tloris - Ground plane



Rez A - A

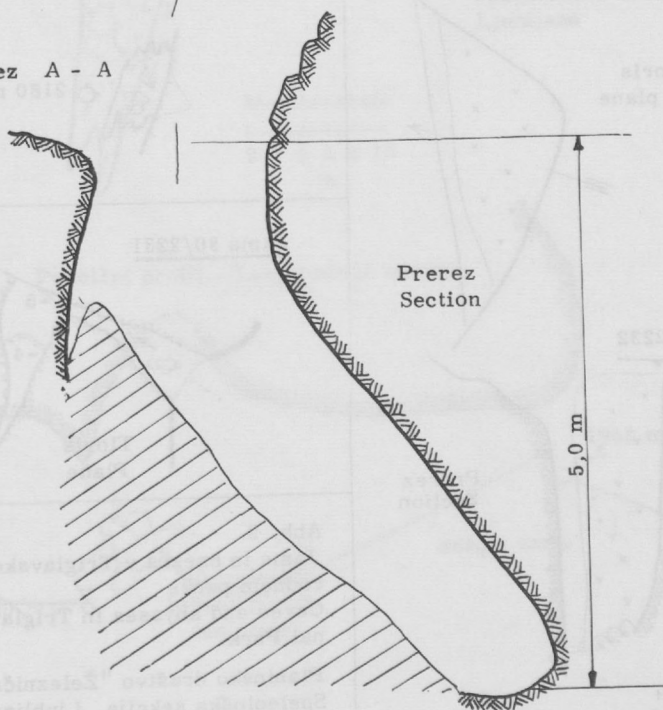
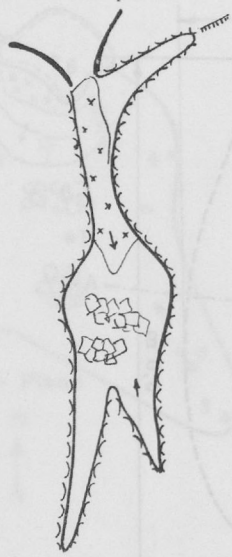


Abb. 8  
Tloris in prečni rez Brezna št. V. ob marki  
Rani poti pri pl. Zadnji Vogel (Abyss No. V).

Planinsko društvo  
"Železničar"

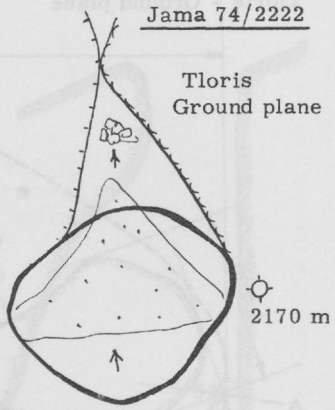
Jama 107/2253

Floris-Ground plane

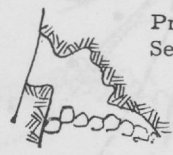


Jama 74/2222

Floris  
Ground plane

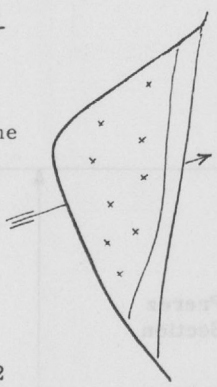


Presek  
Section

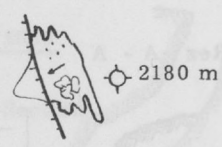


Jama 77/2225

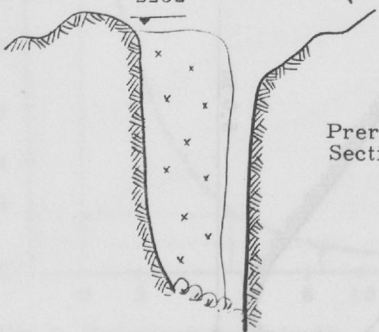
Floris  
Ground plane



Jama 76/2224

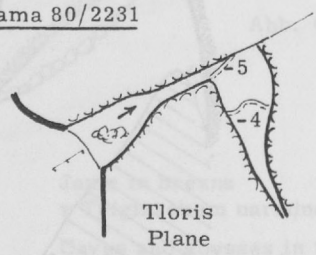


2232



Presez  
Section

Jama 80/2231



Floris  
Plane

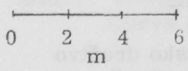


Abb. 9  
 Jame in brezna v Triglavskem narodnem parke  
 Caves and abysses in Triglav's National Park

Planinsko društvo "Železničar",  
 Speleološka sekcija, Ljubljana  
 August 1960

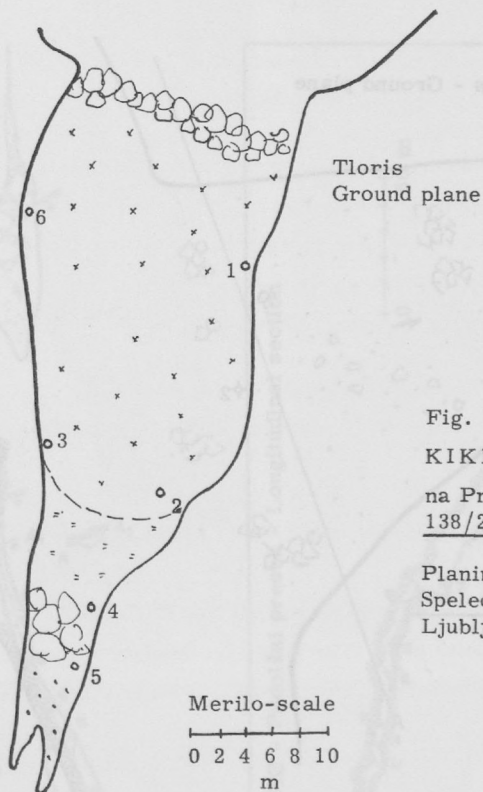


Fig. 10

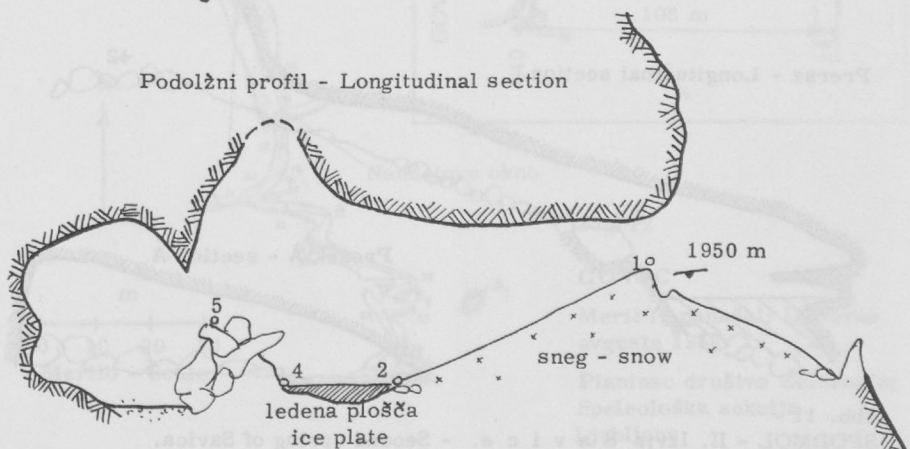
KIKLOPOVO OKO

na Prehodavcih

138/2282

Planinsko društvo Železničar  
Speleološka sekcija  
Ljubljana

Podolžni profil - Longitudinal section



Jama 17/1675

Tloris - Ground plane

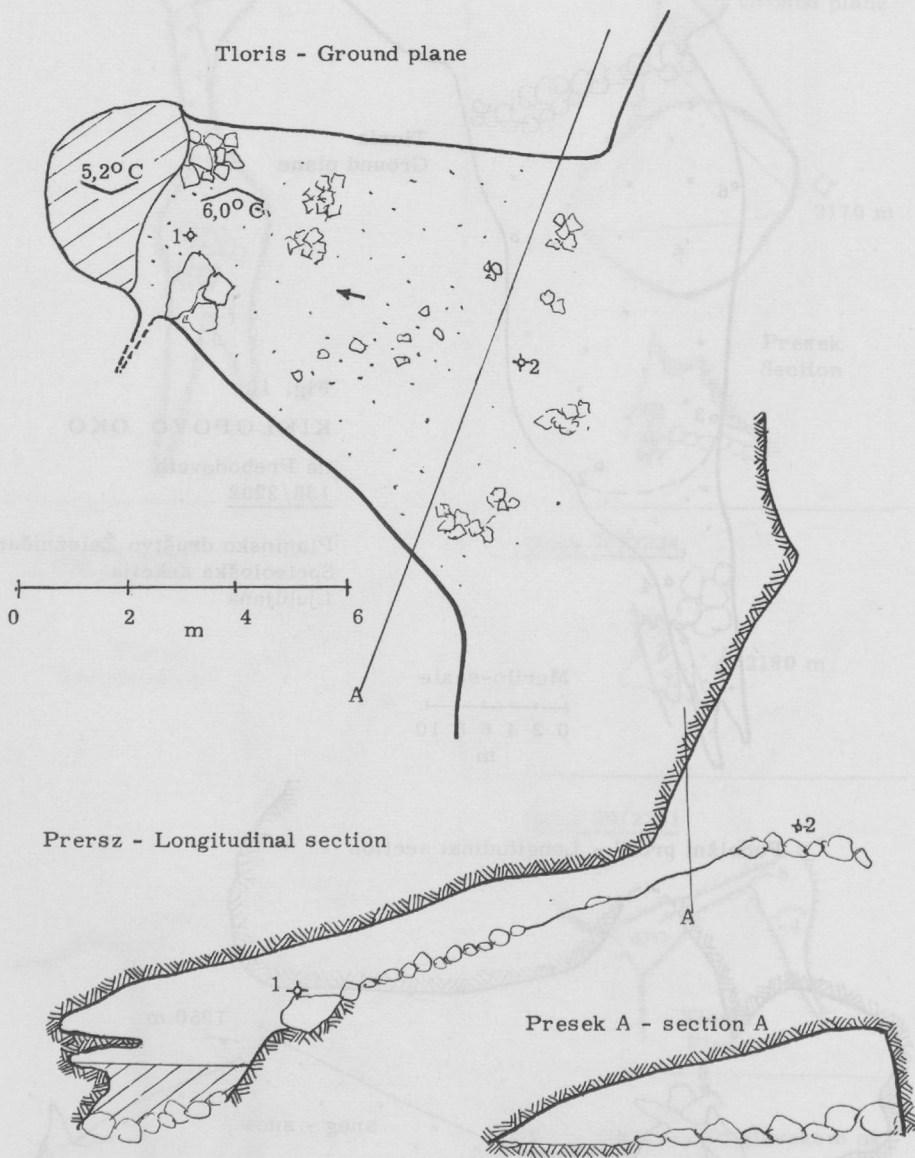


Abb. 11  
SPODMOL - II. Izvir S a v i c e. - Second spring of Savica.  
Planinsko društvo "Železničar", Speleološka sekcija, Ljubljana  
Julij 1956, Šubelj.

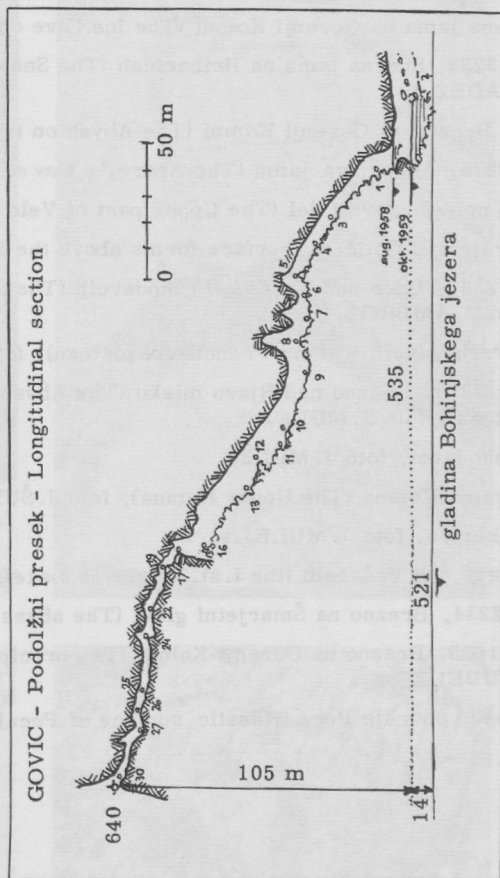
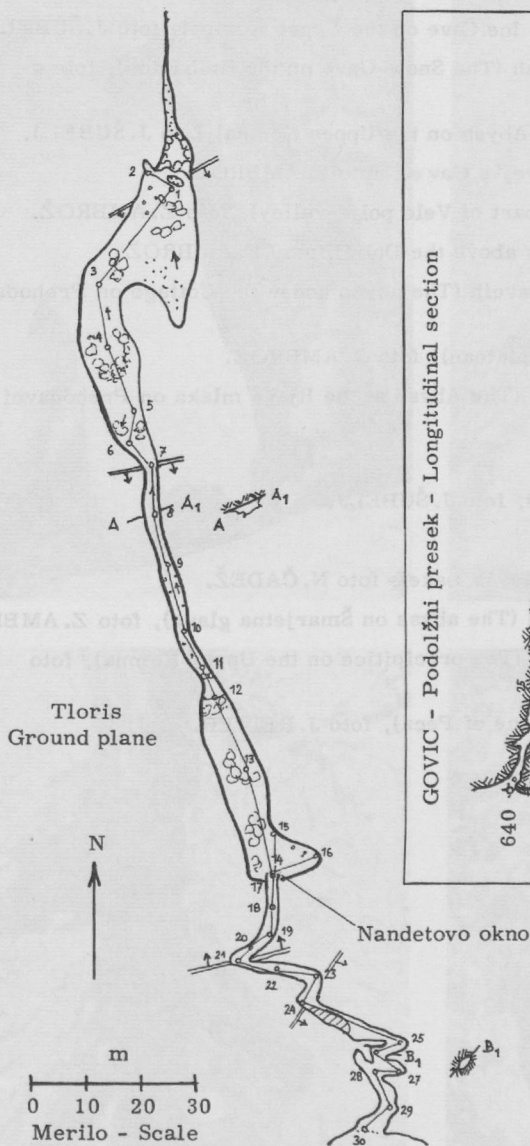


Fig. 12

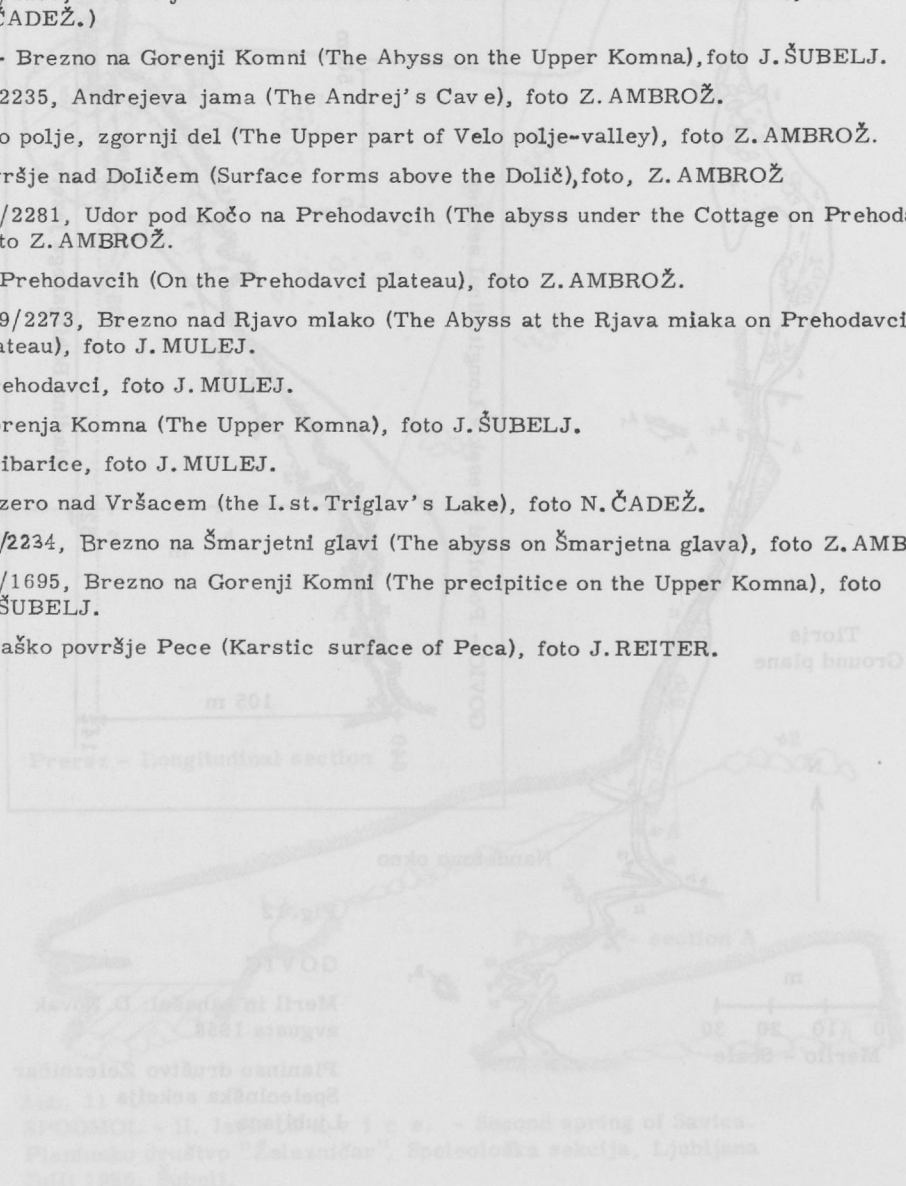
GOVIC

Meril in nanašal: D. Novak  
avgusta 1958

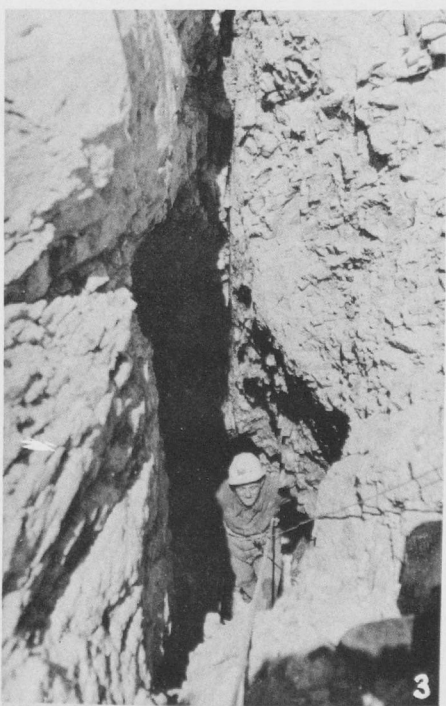
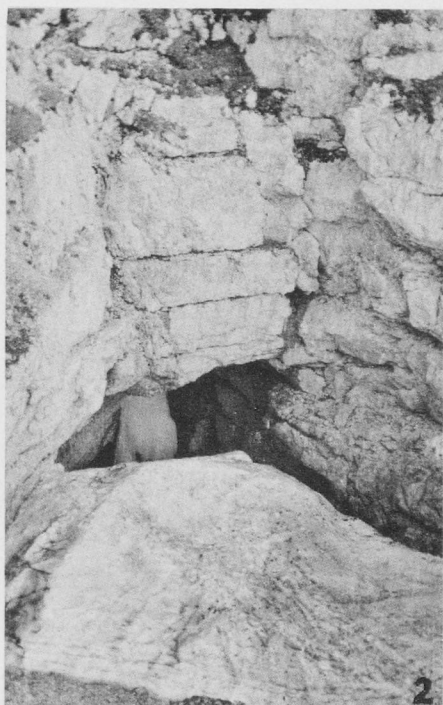
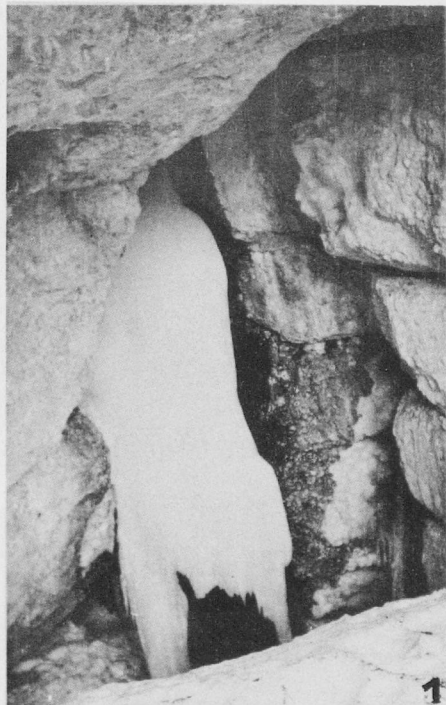
Planinso društvo Železničar  
Speleološka sekcija  
Ljubljana

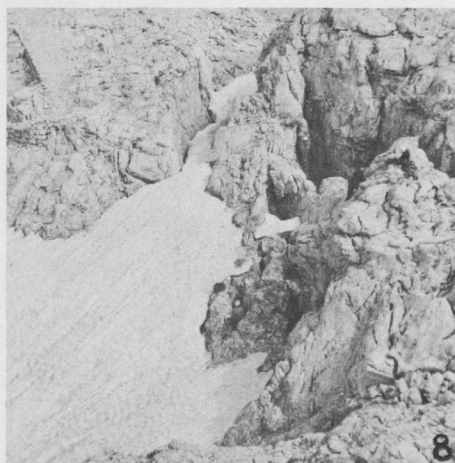
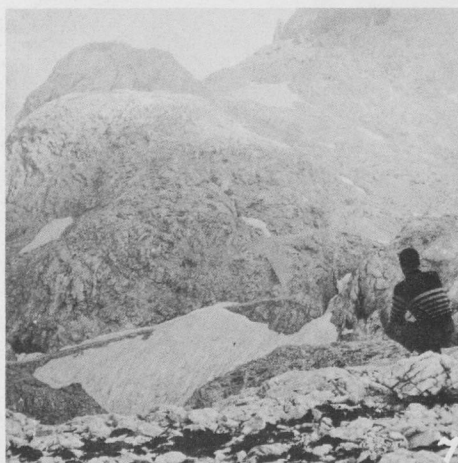
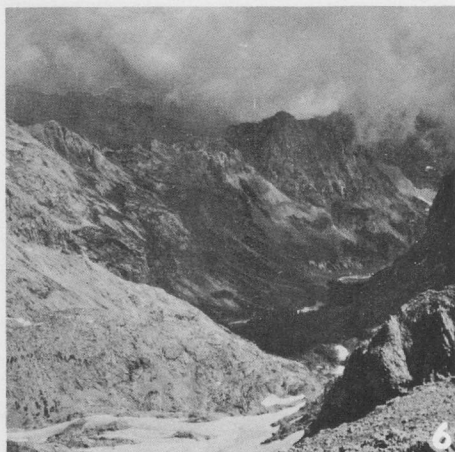
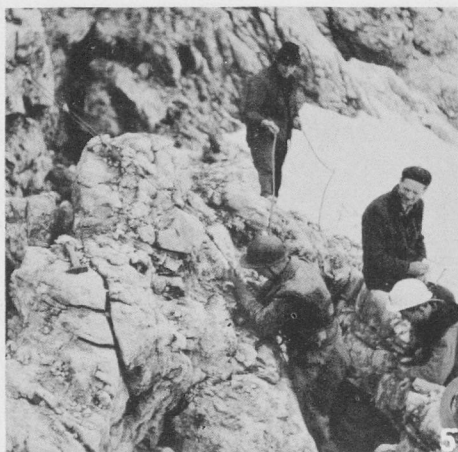
LIST OF THE PICTURES.

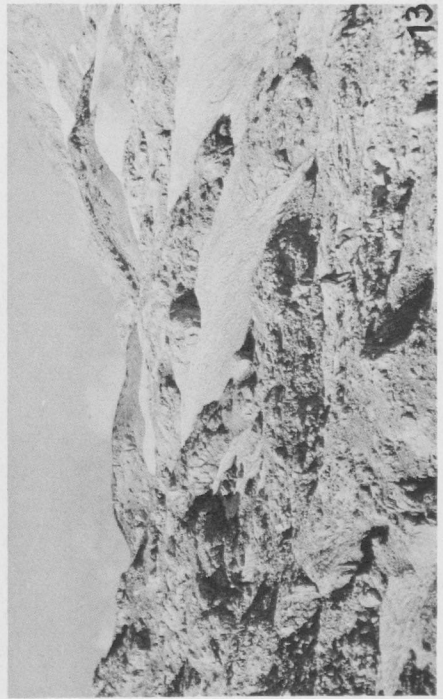
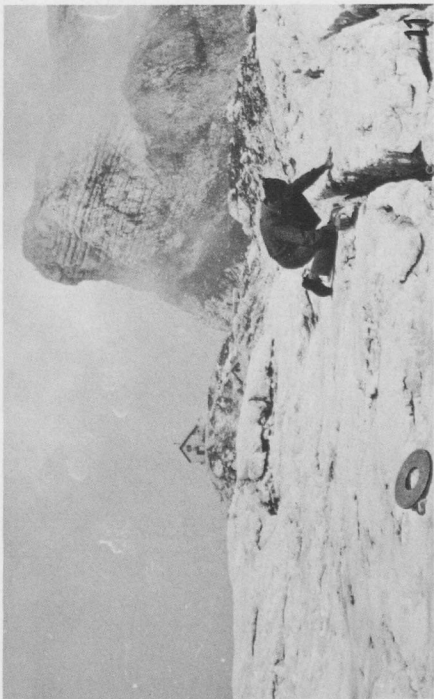
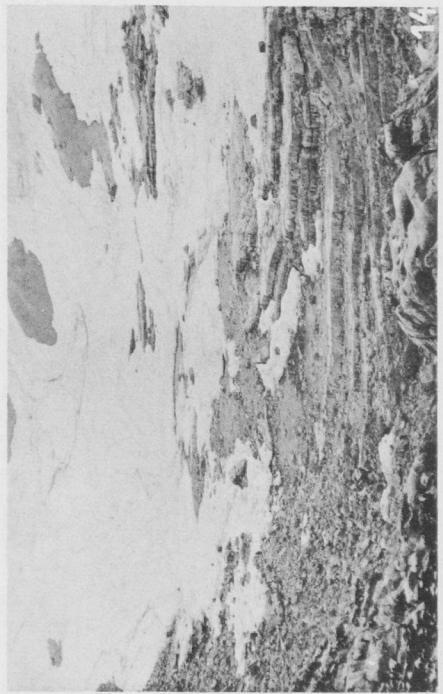
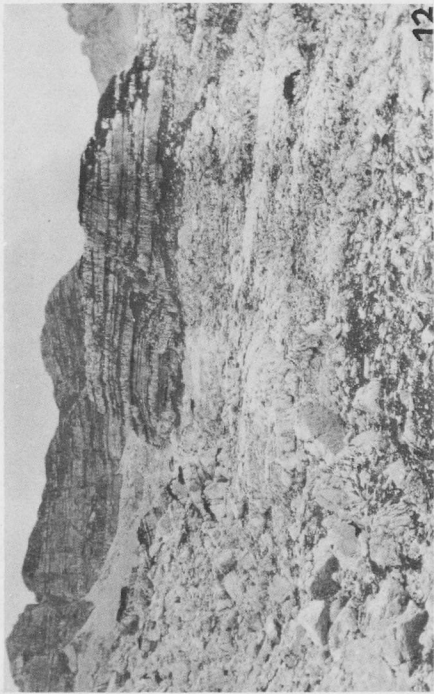
1. 36/1697, Ledena jama na Corenji Komni (The Ice Cave on the Upper Komna), foto J. ŠUBELJ.
2. Ledena jama na Gorenji Komni (The Ice Cave on the Upper Komna), foto J. ŠUBELJ.
3. 107/2253, Snežna jama na Hribaricah (The Snow-Cave on the Hribarice), foto N. ČADEŽ.)
4. 34 - Brezno na Gorenji Komni (The Abyss on the Upper Komna), foto J. ŠUBELJ.
5. 84/2235, Andrejeva jama (The Andrej's Cave), foto Z. AMBROŽ.
6. Velo polje, zgornji del (The Upper part of Velo polje-valley), foto Z. AMBROŽ.
7. Površje nad Doličem (Surface forms above the Dolič), foto, Z. AMBROŽ
8. 137/2281, Udor pod Kočo na Prehodavcih (The abyss under the Cottage on Prehodavci), foto Z. AMBROŽ.
9. Na Prehodavcih (On the Prehodavci plateau), foto Z. AMBROŽ.
10. 129/2273, Brezno nad Rjavo mlako (The Abyss at the Rjava miaka on Prehodavci plateau), foto J. MULEJ.
11. Prehodavci, foto J. MULEJ.
12. Gorenja Komna (The Upper Komna), foto J. ŠUBELJ.
13. Hribarice, foto J. MULEJ.
14. Jezero nad Vršacem (the I. st. Triglav's Lake), foto N. ČADEŽ.
15. 83/2234, Brezno na Šmarjetni glavi (The abyss on Šmarjetna glava), foto Z. AMBROŽ.
16. 33/1695, Brezno na Gorenji Komni (The precipitice on the Upper Komna), foto J. ŠUBELJ.
17. Kraško površje Pece (Karstic surface of Peca), foto J. REITER.

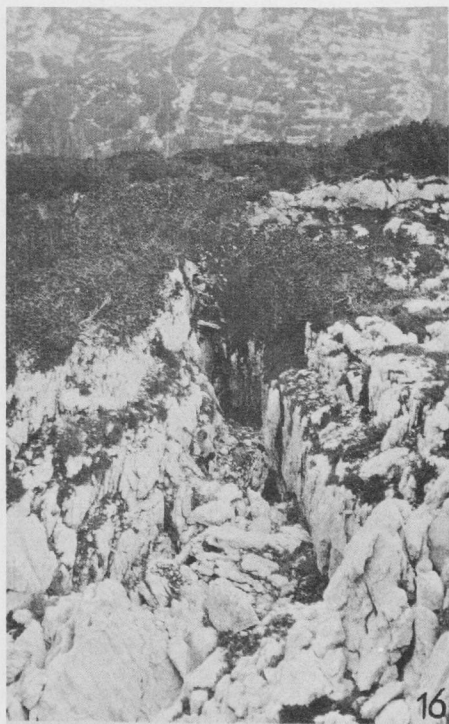
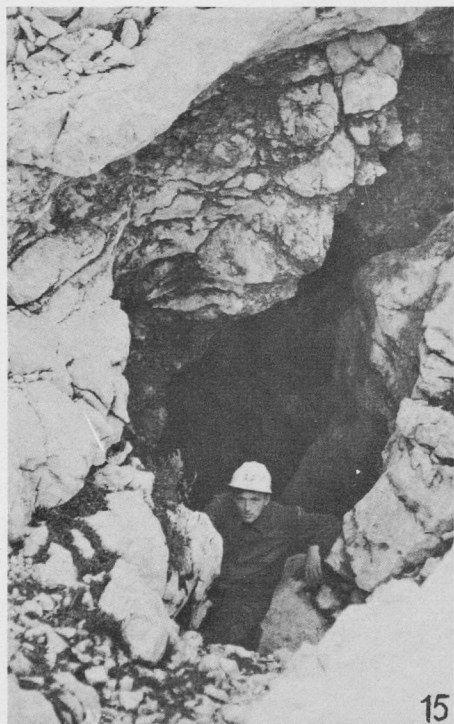












KOMMISSION FÜR KONVENTIONELLE ZEICHEN UND TERMINOLOGIE

Maurice AUDÉTAT, Hans DUMMERMUTH & Adolf FEITTLER

**Kommission für konventionelle Zeichen  
und Terminologie**

**Commission des signes conventionnels  
et de terminologie**

**Commission for Conventional Symbols  
and Terminology**

1. La Suisse occupe en Europe une situation particulière. Elle est placée entre des Etats puissants différents de races et de langues et forme un carrefour très versé par divers échanges de communications.

Les pays qui entourent la Suisse représentent deux races bien distinctes. D'un côté, les latins, France et Italie, d'autre part, les germaniques, Allemagne et Autriche.

L'influence de ces Etats est très importante sur toute la vie économique et culturelle de la Suisse. Elle s'exerce en tout premier lieu sur la langue. Malgré son union politique, la Suisse est divisée par les langues et trois parties linguistiques.

La Suisse allemande, la plus grande partie, environ les deux tiers de la Suisse. La langue nationale étant l'allemand.

La Suisse française beaucoup plus petite qui parle le français, se situe la Suisse italienne. Cette partie comprend un seul canton situé au Sud des Alpes au bord-jeu de la frontière italienne.

Mentionnée par pure forme encore une haute vallée des Grisons qui parle une langue particulière "le Romanche" qui est tout de même considérée en Suisse comme une langue officielle.

Ces différences linguistiques ainsi que les caractères essentiels des deux races qui constituent la majeure partie de la population Suisse provoquent de nombreuses difficultés dans les rapports entre les diverses parties de la population. Ces divergences qui se heurtent parfois d'une manière aigue se reproduisent au 1<sup>er</sup> plan de la vie du pays aussi bien dans l'industrie et le commerce que dans les relations sociales, les loisirs et les sports. La speleologie n'échappe pas à cette règle. Elle utilise fortement les méthodes utilisées par les speleologues et surtout les renseignements graphiques de la speleologie suisse. Avant d'examiner les divers renseignements des signes conventionnels utilisés lors de l'établissement des plans des grottes suisses, il est bon de saisir rapidement comment la speleologie a évolué en Suisse et quelles sont les influences qui ont orienté les travaux des speleologues.

2. Dans l'ensemble du territoire suisse, les premiers speleologues ont été en général des chercheurs isolés attirés dans les cavernes par des recherches spécialisées, préhistorique et archéologie, zoologie et étude de la faune cavernicole.

Quelques petits groupes se sont constitués ça et là pour se livrer à l'exploration d'une caverne, ou d'un groupe de cavernes; ces groupes de se consacraient



KOMMISSION FÜR KONVENTIONELLE ZEICHEN UND TERMINOLOGIE

---

Maurice AUDÉTAT, Hans DUMMERMUTH et Albin VETTERLI

LA SUISSE ET LES SIGNES CONVENTIONNELS EN SPÉLÉOLOGIE.

1. La Suisse occupe en Europe une situation particulière. Elle est située entre des Etats puissants différents de races et de langues et forme un carrefour traversé par divers échanges de communications.

Les pays qui entourent la Suisse représentent deux races bien distinctes: d'une part, les latins, France et Italie, d'autre part, les germaniques, Allemagne et Autriche.

L'influence de ces Etats est très importante sur toute la vie économique et culturelle de la Suisse. Elle s'exerce en tout premier lieu sur la langue. Malgré son union politique, la Suisse est divisée par les langues en trois parties principales:

La Suisse allemande, la plus grande partie, environ les deux tiers de la Suisse. La langue nationale étant l'allemand.

La Suisse française beaucoup plus petite qui parle le français, et enfin la Suisse italienne. Cette partie comprend un seul canton situé au Sud des Alpes en bordure de la frontière italienne.

Mentionnons par pure forme encore une haute vallée des Grisons qui parle une langue particulière "le Romanche" qui est tout de même considéré en Suisse comme une langue officielle.

Ces différences linguistiques ainsi que les caractères essentiels des deux races qui constituent la majeure partie de la population Suisse provoquent de nombreuses difficultés dans les rapports entre les diverses parties de la population. Ces divergences qui se heurtent parfois d'une manière aigüe se répercutent sur l'ensemble de la vie du pays aussi bien dans l'industrie et le commerce que dans les activités culturelles, les loisirs et les sports. La spéléologie n'échappe pas à cette règle qui influence fortement les méthodes utilisées par les spéléologues et surtout les représentations graphiques de la spéléologie suisse. Avant d'examiner les diverses représentations des signes conventionnels utilisés lors de l'établissement des plans des cavernes suisses, il est bon de relater rapidement comment la spéléologie a débuté en Suisse et quelles sont les influences qui ont orienté les travaux des spéléologues.

2. Dans l'ensemble du territoire suisse, les premiers spéléologues ont été en général des chercheurs isolés attirés dans les cavernes par des recherches spécialisées, préhistoire et archéologie, géologie et étude de la faune cavernicole.

Quelques petits groupes se sont constitués çà et là pour se livrer à l'exploration d'une caverne, ou d'un groupe de cavernes; ces groupes ne se constituant pas

en Société et restant presque toujours au stade de l'exploration sportive, sans autres considérations géographiques ou scientifiques.

C'est en 1940, au début de la guerre qu'est née la Société Suisse de Spéléologie, issue d'un Club genevois, "Les Boueux". L'activité de la SSS s'est développée à Genève et son activité s'est manifestée au début de son existence au sein d'une brigade de montagne de l'armée suisse, au cours des périodes de mobilisations consécutives au conflit mondial. Par la suite, l'association s'est développée et s'est étendue, d'abord au canton de Neuchâtel (section neuchâteloise SSS), ensuite en Valais (section valaisanne SSS) et peu à peu des sections nouvelles sont apparues dans la plupart des cantons de la Suisse française. Actuellement, sept sections se partagent les explorations dans cette partie de la Suisse.

Au terme d'une dizaine d'années d'activités, la Société Suisse de Spéléologie sous l'impulsion de son dynamique Président André GROBET a vu son activité s'étendre à la Suisse allemande. Des groupes de spéléologues existant à Berne et Interlaken ont pris contact avec la SSS et dès novembre 1951, une vingtaine de spéléologues de Berne et Interlaken se sont rattachés à la SSS. Depuis lors, ces deux sections ont continué à travailler en collaboration, et aujourd'hui, Interlaken compte une vingtaine de membres et Berne une trentaine. L'activité de ces sections se poursuit régulièrement, séances régulières, conférences, exercices pratiques, explorations etc.

Poursuivant son développement, la SSS s'étend ensuite dans la partie orientale de la Suisse. En novembre 1952 à lieu à Zürich la fondation d'un groupement de spéléologues appelé OGH (Ostgesellschaft für Höhlenforschung). Ce mouvement reste autonome jusqu'en 1958, malgré quelques contacts avec la SSS. (SGH en langue allemande). Dès 1958, 28 membres de l'OGH se rattachent aussi à la SSS. L'activité de ce groupement s'est étendue à 200 cavités environ. Les spéléologues de l'OGH travaillent courageusement pour obtenir des détails précis et la topographie des cavités explorées.

Sous l'impulsion de deux membres MM. ANKER et JOLLER un projet de signes conventionnels est établi en collaboration et avec comme point de départ les travaux du Prof. BÖGLI.

Les signes établis par MM. ANKER et JOLLER sont utilisés actuellement par les membres de l'OGH et l'essentiel de ce travail fait l'objet d'une partie de cette communication.

3. Les travaux des précurseurs de la spéléologie suisse, qu'il s'agisse des chercheurs isolés, de préhistoriens ou des animateurs des premiers groupements ayant constitué la Société Suisse de Spéléologie (SSS), ont été profondément marqués par l'influence des spéléologues étrangers avec lesquels les spéléologues suisses ont été en contact direct, ou tout au moins en correspondance. Les ouvrages traitant à l'époque des problèmes de la spéléologie ont souvent servis de bases d'études et de modèles pour les premiers pas de nos spéléologues.

Lors de recherches préhistoriques effectuées dans des cavernes, les auteurs se sont souvent inspirés des méthodes des préhistoriens français.

C'est auprès d'E. A. MARTEL que le premier explorateur des cavernes de la région des Rogers de Naye, le professeur DUTOIT s'est documenté; MARTEL s'est d'ailleurs rendu en sa compagnie aux Rochers de Naye où il a visité les grottes du Glacier. C'est aussi MARTEL qui a le premier exploré sérieusement les vastes grottes du Hölloch où Trou de l'enfer (Muotathal - Schwyz). En compagnie des belges RAHIR et VAN den BROECK, il a fait connaître environ 9000 mètres de ces immenses cavernes, qui sont actuellement les plus vastes connues d'une manière certaine. L'influence de MARTEL s'est donc étendue jusqu'en Suisse allemande.

Les principaux ouvrages de MARTEL, notamment "Les Abîmes" et plus tard "La France Ignorée" ont eu un certain renom auprès des spéléologues suisses. Les méthodes de l'époque et les représentations des plans et coupes de cavernes qui les illustrent ont inspiré de nombreux spéléologues suisses, et les effets s'en font sentir encore actuellement.



L'un des principaux précurseurs de la spéléologie suisse, le Professeur LIÈVRE de PORRENTUUY, et ses collaborateurs, PERRONNE et KOBY ont été également en contact avec MARTEL lors de recherches méthodiques sur les rivières souterraines et des gouffres du Jura bernois. Très consciencieux, le professeur LIÈVRE s'est documenté non seulement auprès de MARTEL, mais aussi auprès des spéléologues autrichiens et italiens, il a tenu aussi à se rendre lui-même dans le Karst adriatique afin d'étudier en détail les points de comparaison avec les calcaires jurassiens.

Georges AMOUDRUZ, créateur et principal animateur du Club des "Boueux" de Genève et Président d'Honneur actuel de la SSS a lui aussi, par ses nombreuses relations avec les spéléologues français profondément avec R. de JOLY, Président fondateur de la SS de F. nous ont permis de recevoir de nombreux conseils et encouragements, notamment lors de la création de notre fichier des cavernes de Suisse. Le matériel de la SSS a lui aussi été inspiré dès le début des expériences de R. de JOLY.

Ajoutons encore pour le Jura, l'influence des ouvrages de E. FOURNIER de Besançon, qui signalent de nombreuses cavités sur territoire suisse tandis que les ouvrages bien connus de N. CASTRET ont pu susciter de nombreuses vocations de spéléologues parmi la jeunesse.

Les travaux des spéléologues autrichiens ont inspiré en Suisse une partie des spéléologues de la Suisse allemande, notamment les travaux de nos collègues de la SSS d'Interlaken qui travaillent beaucoup dans les massifs calcaires des Préalpes et des Alpes suisses, qui présentent beaucoup de points de comparaison avec les régions calcaires de l'Autriche.

Enfin, pour nos compatriotes de la Suisse Italienne, (Tessin), il est normal qu'ils se soient inspirés au début de leur activité des remarquables travaux des spéléologues italiens. Un italien, GHIDINI, prend d'ailleurs place parmi les précurseurs des explorations souterraines dans cette partie de la Suisse. Nos collègues italiens conservent actuellement de fréquents et excellents contacts avec les groupes de spéléologues italiens voisins de nos frontières.

4. Après une dizaine d'années d'activité, la Société Suisse de spéléologie considérant son développement et le nombre croissant de cavités explorées en Suisse a pris la décision de créer un fichier groupant les renseignements recueillis sur ces cavernes; (Voir "Actes du Congrès Int. de Spél. Paris 1953, Tome IV, page 105 "Etabl. d'un fichier central de grottes suisses" M. A.). Ce fichier, qui compte également une dizaine d'années d'existence groupe actuellement des renseignements sur plus de 1000 cavités du territoire Suisse, ainsi qu'un certain nombre en dehors de nos frontières dans des régions limitrophes.

Au cours de la constitution de ces archives spéléologiques, nous avons eu l'occasion de recevoir des croquis et des plans de cavernes de sources très diverses et très variables dans leur exécutions et dans leur degrés de précision. Il a été ainsi possible d'observer parmi ces nombreux documents les tendances qui en régissent l'exécution et un certain nombre de traits communs qui permettent de retrouver à partir de quels travaux, de quels ouvrages et de quels pays ils ont été inspirés.

Dans beaucoup de cas, les originaux reçus doivent être dessinés à nouveau afin d'obtenir dans les fichiers un ensemble aussi uniforme que possible.

En examinant actuellement le matériel accumulé, on peut dégager de l'ensemble deux tendances très distinctes dont nous énoncerons l'essentiel:

1. Les représentations graphiques de cavernes établies par les spéléologues de la Suisse française et italienne.
2. Les représentations graphiques des cavernes établies par les spéléologues de la Suisse allemande.

Avant de présenter par une succession de planches les deux systèmes utilisés par les archivistes de la SSS, résumons les causes principales qui sont à l'origine de ces tendances.

## I. Fichier de la Suisse française et du Tessin.

Les suisses français et tessinois aiment représenter un plan ou une coupe de caverne de manière un peu spectaculaire en donnant au lecteur du plan l'impression de voir lui-même la grotte. Il est parfois nécessaire pour obtenir cet effet de sacrifier quelque peu les règles du dessin technique. Les coupes par exemple sont souvent présentées développées. Elles traversent par exemple certaines parties remarquables d'une salle ou d'une caverne, non pas en suivant un plan strictement topographique, mais en passant par exemple par l'endroit le plus représentatif ou par le chemin parcouru par les explorateurs. Le caractère latin s'accomode parfaitement de ces dérogations, sans négliger pour autant l'exactitude des mensurations.

Le dessin des contours de la caverne, soit en plan ou en coupe sera souvent agrémenté de hachures qui ne sont pas indispensables à la clarté du plan. Nous utilisons parfois dans nos fichiers le système de hachures avec effet dégradé utilisé fréquemment par des spéléologues italiens. Cette représentation demande un travail considérable mais l'effet produit est agréable.

Les remplissages et dépôts sont représentés par des dessins représentatifs et non par des signes strictement conventionnels. Par exemple, des blocs de grandeurs très variables seront dessinés tels qu'ils sont situés dans la caverne. Des troncs, carcasses d'animaux, talus d'éboulis, amas divers etc. seront directement dessinés à leurs emplacements respectifs. Il en sera de même pour les bassins, courants d'eau, suintements etc.

Les concrétions aussi sont souvent représentées directement par des dessins traduisant leurs formes diverses et leurs types.

Les échelles et agrès divers sont dessinés à leurs emplacements ainsi que d'éventuels travaux artificiels.

Quant il est possible de le faire, la représentation géologique du terrain est indiquée sur les coupes, nous présentons quelques exemples tirés de coupes géologiques diverses exécutées en Suisse. A ce sujet non plus, l'unification est loin d'être faite.

Enfin, sur les croquis de repérage de nos fiches de catalogue, nous indiquons des signes extérieurs analogues à ceux des cartes géologiques en usage en Suisse, ainsi que tous les signes conventionnels représentés sur les nouvelles Cartes Nationales de la Suisse au 1 : 25. 000 ou au, 1 : 50. 000.

En résumé, les suisses français et tessinois préfèrent une certaine liberté de dessin à un système strictement conventionnel incompatible avec le caractère indépendant des latins.

## II. Fichier de la Suisse allemande.

Il y a quelques années <sup>1)</sup>, un de nos membres, Mr. ANKER de Zurich a présenté un travail proposant toute une catégorie de signes conventionnels répartis en diverses catégories sur 9 tables. Ce travail devait être proposé au Congrès Int. de Spél. 1958 à Bari (Italie) mais par suite de lacunes dans l'organisation de Congrès, aucune séance n'a permis de présenter le travail de notre collègue. Depuis lors, ce système a été en grande partie adopté par plusieurs spéléologues de Suisse allemande qui s'en sont inspiré pour l'établissement de la topographie des cavités de leurs régions. C'est la raison laquelle nous revenons sur ce travail.

---

<sup>1)</sup> Lors du dernier Congrès Intern. 1958, Mr. T. F. ANKER était membre de la Commission des archives de la SSS et c'est à ce titre qu'il devait présenter son travail. Nous en reprenons aujourd'hui l'essentiel.

En examinant les tables établies par ANKER, nous observons dès l'abord que l'auteur a examiné très consciencieusement tous les points pouvant faire l'objet de signes conventionnels; il n'a de ce fait laissé aucune place à la fantaisie. En outre, les nombreux signes prévus par ANKER permettent d'envisager l'établissement de plans destinés à des études spécialisées, par exemple (hydrologie, remplissages, faune, ect.).

La première table donne une succession de signes auxiliaires destinés à la topographie des cavités; ces signes démontrent le souci de précision et de méthode qui sont aussi des traits caractéristiques du caractère suisse allemand. Le deuxième table précise encore un certain nombre de détails susceptibles de paraître sur les plans.

Les tables 3 et 4 précisent les signes destinés aux remplissages, éboulis et aux divers types de concrétions. Ici la différence avec les tendances françaises et italiennes est encore plus frappante. Toute fantaisie est exclus et le goût personnel n'a plus la possibilité de se manifester. Les signes sont stylisés, strictement définis et disposés de façon absolument symétrique sur les plans et le long des traits représentent les contours de la cavité.

Il en est de même aux table 5 et 6 où les signes relatifs aux eaux souterraines et aux manifestations météorologiques sont soigneusement choisis avec chaque fois des possibilités de mentionner des chiffres, (débits températures, profondeurs etc). Les signes eux aussi sont schématisés. La régularité et la symétrie se retrouvent aussi dans la table 7 qui permet de situer les emplacements des phénomènes hydrologiques (circulations, bassins, siphons etc.).

Les tables 8 et 9 prévoient l'application du système à des spécialisations diverses par photocopies, ou d'autres procédés, de la manière suivante. Etablissement d'un "plan-mère" ou plan de base sur lequel viennent s'appliquer successivement des calques spécialisés constitués par la représentation exclusive des signes concernant une branche, par ex: remplissages, faune, hydrologie etc.

L'examen des diverses tables créés par ANKER permet d'apprécier les différences de conceptions qui rendent difficile même au sein d'un petit pays comme la Suisse une unification des signes conventionnels en spéléologie.

Dans les planches qui suivent, nous mentionnons à titre de documentation le système utilisé par un spéléologue suisse, le Pr. BÖGLI principal explorateur du Hölloch. Notre collègue ANKER semble s'être partiellement inspiré de ce travail qui présente quelques caractères semblables.

5. Il ressort des notes précédentes, que les méthodes de l'établissement des plans et coupes des cavernes, sont très différentes au sein des spéléologues suisses. Comme nous venons de le voir et en raison des nombreuses divergences de caractères, il paraît difficile d'obtenir l'adoption complète de l'un des systèmes et l'abandon par de nombreux spéléologues de méthodes de dessin et de représentation auxquels ils sont accoutumés depuis des années.

Il conviendrait donc d'étudier dans quelle mesure il serait possible d'utiliser les deux systèmes en commun, mais cette étude serait prématurée et il serait illogique d'essayer de faire en Suisse une unification des signes conventionnels avant de connaître l'orientation qui sera donnée, ou les décisions qui pourront être prises lors des discussions qui auront lieu dans le présent Congrès, au sein de la Commission des signes conventionnels.

6. Nous avons présenté cette note afin de faire une mise au point sur l'état de la question telle qu'elle se présente en Suisse. Nous pensons qu'il sera difficile d'arriver à réaliser une unification totale qui soit adoptée par la plus grande partie des spéléologues, ce qui serait évidemment une solution idéale. A défaut de cette

unification complète, il serait tout au moins souhaitable d'arriver à limiter les trop nombreux systèmes, à condenser l'ensemble en quelques groupes qui tiendraient compte des méthodes et des désirs de la plupart des pays représentés au Congrès.


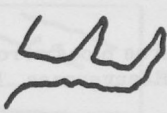


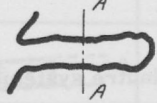

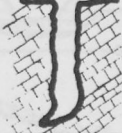






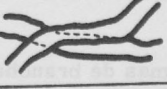

Il deviendrait alors possible de réunir cette documentation dans un lexique qui contiendrait également la terminologie spéléologique internationale. Nous pensons qu'une telle publication aiderait considérablement la consultation des abondantes publications spéléologiques en langues diverses, avec des signes divers; et que sa réalisation ne présenterait pas de trop grandes difficultés.

# FICHER DE LA SUISSE FRANÇAISE ET DU TESSIN

Plan

Coupe

PLANS ET COUPES

Contour simple

Contour avec hachures

Section transversale

Coupe d'un puits dont la structure géologique est connue

Coupes de puits sans indications de la structure géologique

Système italien sans indications de la structure géologique

Continuation supposée





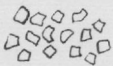







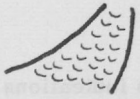

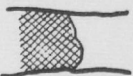
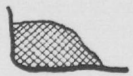






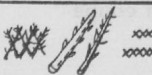

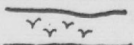

Galleries superposées en plan  
Galleries latérales en coupe

Indication du pendage

# REPLISSAGES, DEPOTS

Plan

Coupe

Blocs de rochers, éboulements

Gros blocs arrondis par érosion  
(Résurgences, lit de cours d'eau)

Eboulis

Galets

Blocs de rochers (autre système)

Sable

Argile, Marne

Terre, détritit, alluvions divers

Neige, nevé, glace

Glace, néve permanent (système  
italien)

Cone ou talus d'éboulis

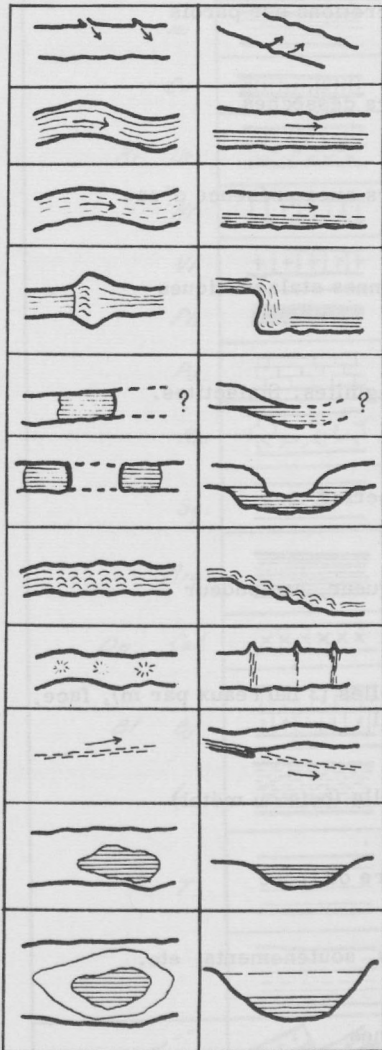
Amas de branchages, troncs  
Charnier ou ossements

Guano

## HYDROGRAPHIE

Plan

Coupe



Résurgences, venues d'eau dans une galerie

Eau courante, rivière souterraine, ruisseau etc.

Cours d'eau temporaire

Cascade

Siphon inexploré

Siphon ou voûte mouillante

Torrent souterrain, rapide

Suintements abondants

Trajet supposé d'un cours d'eau souterrain

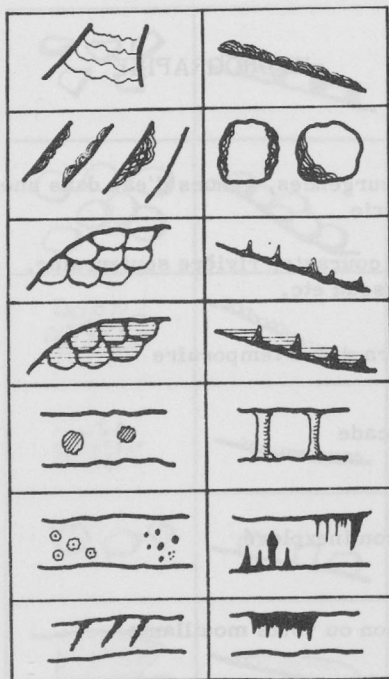
Bassin d'eau, lac souterrain

Bassin ou lac à niveau variable

Plan

Coupe

CONCRÉTIONS. DIVERS.



Plancher stalagmitique

Concrétions sur parois

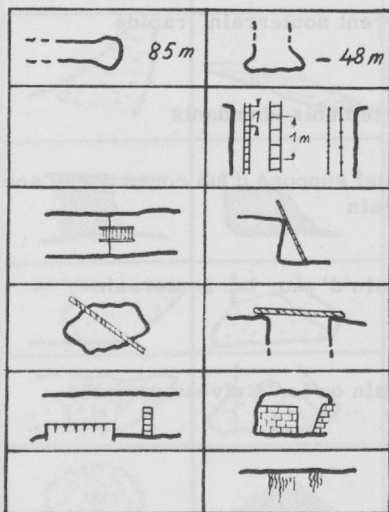
Gours desséchés

Gours avec présence d'eau

Colonnes stalagmitiques

Stalagmites. Stalactites.

Draperies



Longueur, profondeur

Echelles (3 barreaux par m), face, profil

Echelle (bois ou métal)

Poutre ou tronc

Murs, soutènements, etc.

Racines

Pour d'autres indications concernant: la présence de faune, ossements ou vestiges préhistoriques, particularités météorologiques, stations photographiques, travaux, fouilles, aménagements etc. etc. l'établissement de signes particuliers entraîne beaucoup de complication. Il est préférable de laisser le champ libre pour chaque cas particulier.



<i>Eb.</i>		Eboulis
<i>Al.</i>		Alluvions
<i>mp.</i>		Poudingues etc.
<i>mi.</i>		Molasses
<i>Cs.</i>		Crétacé supérieur
<i>Br. Ur.</i>		Barrémien, Urgonien
<i>Hr.</i>		Hauterivien
<i>Vl.</i>		Valanginien
<i>Pb.</i>		Purbeckien
<i>Po.</i>		Portlandien
<i>Km</i>		Kimméridgien
<i>Sq.</i>		Séquanien
<i>Arg.</i>		Argovien
<i>Dn. Cal.</i>		Callovien
<i>Bt. Bj</i>		Dogger (Bathonien, Bajocien)
<i>L.</i>		Lias
<i>T.</i>		Trias
		Terrains cristallins (Granits, gneiss, etc.)
		Faille
		Diaclases

Ces indications géologiques ont été tirées de coupes géologiques de l'Atlas géographique de la Suisse, Aug. DUBOIS, Ch. MULETHALER, A. FALCONNIER, et G. RONDINA (Italie).

CARTES.  
croquis de repérage (Fiches SSS)

Plan	Coupe
 en bleu ↓ ↓	
● Grotte ● Gouffre	
∩ en rouge	
$15^\circ$ ou $17^\circ$	
X	
ou	
a. b.	
en rouge	
*	
en rouge	
en rouge	
ou	
Δ	

Sources, résurgences

Dolines, entonnoirs

Fichier SSS, cavité (grotte, gouffre etc)

Grotte (cartes géol. suisses 1:25000)

Gouffre (certaines cartes géologiques)

Galerie artificielle (captage, etc.)

Direction et plongement des couches

Couches horizontales

Couches verticales

a) anticlinal b) synclinal

Pli ou charnière bien visible

Glissement de terrain

Gisement fossilifère

Carrière, gravière

Mine

Faille, contact anormal, décrochement

Diaclases

Lapiaz

Bassin fermé

Sommet, Point trigonométrique.

Et tous les signes conventionnels de la  
Carte Nationale Suisse 1:25000 et  
1:50000.

Table I: Signes auxiliaires.



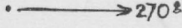
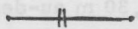
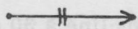
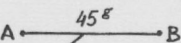
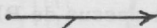
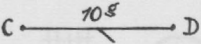
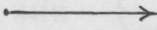




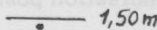
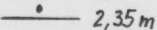


		1. Point fixe de mesurage (naturel ou artificiel)	
		2. Point auxiliaire de mesurage	
		3. Continuation ou embranchement non mesuré / angle d'azimut	
		4. Ligne de mesurage horizontale	
		5. Continuation ou embranchement horizontal	
		6. Montée, pente de A à B (45 degrés)	
		7. Continuation ou embranchement montant	
		8. Pente, descente de C à D (10 degrés)	
		9. Continuation ou embranchement descendant	
		10. Attention, Danger! (indiquer nature)	
			11. Signes auxiliaires indiquant l'emplacement d'une trouvaille
		12. Point en-dessous du niveau de mesurage (1,50 m)	
		13. Point en-dessous du niveau de mesurage (2,35 m)	
		14. Profondeur d'eau	
		15. Air libre au-dessus de l'eau	

Table II: Détails dans le plan.

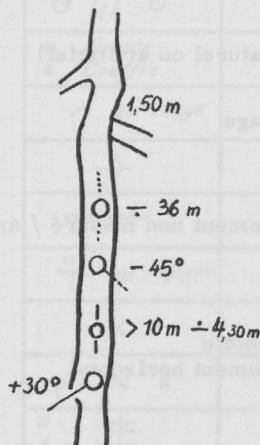

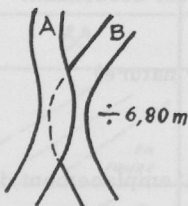


- 
1. Embranchement au niveau de fond
  2. Embranchement dans la paroi (1,50 m au dessus du fond)
  3. Puits vertical
  4. Embranchement dans le fond (direction en pointillé)
  5. Cheminée verticale, bouche à 4,30 m au-dessus du sol, hauteur plus de 10 m.
  6. Embranchement dans la voûte (incliné à 30 degrés)
- 
7. Intersection de galeries (A au-dessus de B)
- 
8. Intersection partielle (distance intermédiaire 6,80 m)
- 
9. Bloc tombé de la voûte (schématisation possible)
- 
10. Bloc se détachant de la voûte (danger à signaler)

Table III: Sédimentation. (A gauche: signe; à droite: exemple)

- |  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <p>1. Eboulis, blocs cassés / au fond d'un puits</p>                    |
|  |  | <p>2. Eboulis, blocs arrondis par l'eau / sur plan</p>                  |
|  |  | <p>3. Sable / sur plan</p>  |
|  |  | <p>4. Argile / en coupe</p>   |
|  |  | <p>5. Banc d'argile / en coupe</p>                                      |
|  |  | <p>6. Boue / en coupe</p>   |
|  |  | <p>7. Mince dépôt d'argile / en coupe sur le fond et bas des parois</p> |

Tous ces signes sont applicables en plan et coupe.

Table IV: Concrétions.

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stalactite</li> <li>2. Stalagmite, base en pointillé</li> <li>3. Colonnes stalagmitiques (ex: 3 colonnes indiquées)</li> <li>4. Stalactites fistuleuses (tubes), positions indiquées à la vouute</li> <li>5. Stalactite excentrique</li> <li>6. Stalactite sur la paroi</li> <li>7. Draperie de concrétions</li> <li>8. Masse stalagmitique sur les parois</li> <li>9. Masse stalagmitique au sol (orienter les signes en direction du ruissellement)</li> <li>10. Mondmilch, concrétions argileuses</li> <li>11. Stalagmite de mondmilch</li> <li>12. Gours (schématisés)</li> <li>13. Gours mesurés</li> <li>14. Fleurs de calcite ou de gypse</li> </ol>
--	---

Table V: Phénomènes d'érosion, changements de niveau.

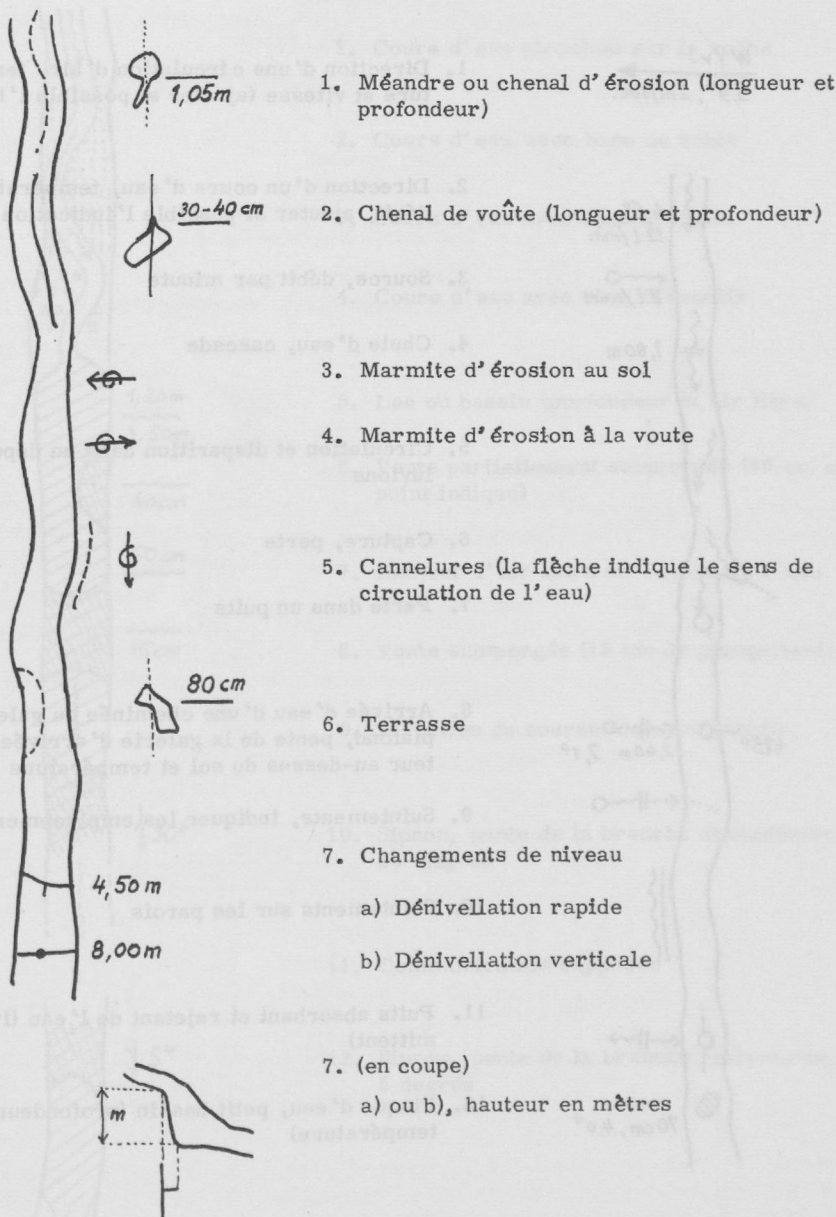
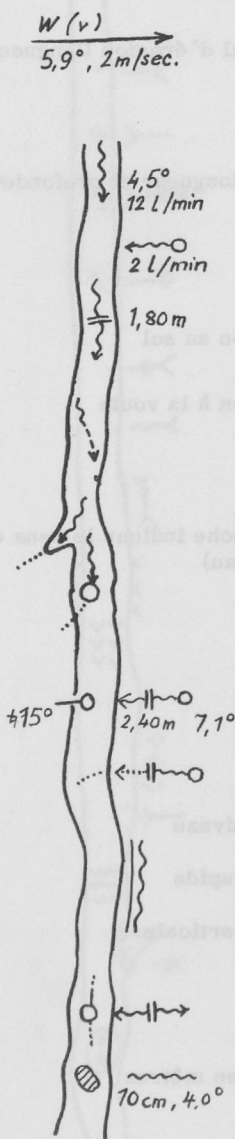


Table VI: Météorologie et hydrologie.



1. Direction d'une circulation d'air, température et vitesse (ajouter si possible l'humidité)
2. Direction d'un cours d'eau, température et débit, ajouter si possible l'indication pH
3. Source, débit par minute
4. Chute d'eau, cascade
5. Circulation et disparition dans un dépôt d'alluvions
6. Capture, perte
7. Perte dans un puits
8. Arrivée d'eau d'une cheminée ou galerie au plafond, pente de la galerie d'arrivée, hauteur au-dessus du sol et température
9. Suintements, indiquer les emplacements
10. Suintements sur les parois
11. Puits absorbant et rejetant de l'eau (intermittent)
12. Flaque d'eau, petit bassin (profondeur et température)



Table VII: Hydrologie.



1. Cours d'eau circulant sur la roche

2. Cours d'eau avec banc de sable

3. Cours d'eau avec banc d'argile

4. Cours d'eau avec banc d'éboulis

5. Lac ou bassin (profondeur et air libre)

6. Voute partiellement submergée (40 cm au point indiqué)

7. Hauteur d'air libre au dessus de l'eau

8. Voute submergée (15 cm de plongement)

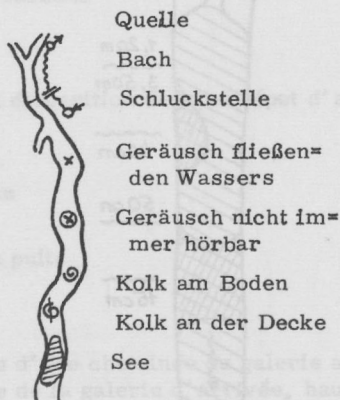
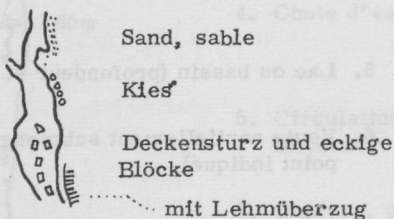
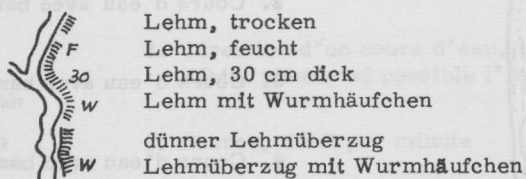
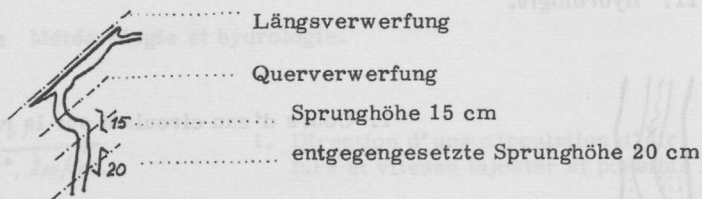
9. Direction du courant dans un bassin

10. Siphon, pente de la branche descendante, 30 degrés

11. Communication supposée

12. Siphon, pente de la branche remontante, 5 degrés

SIGNATURENLISTE (LISTE DE SIGNES) NACH A. BÖGLI.



WERTETABELLE (Beispiel)

P	K	L in m	h in m	b in m	H in m	N%	A	Bemerkungen ↑ Luftzug
0					810			
1	374	20	1,5	4	806	-20		↓
2	17	20	2	4	794	-60		↓
	103						1	P2 + 11 m
3	31	15	1,1	5	794	±		↓ Schlot
4	305	20	0,6	3	795	+5		windstill
5	311	6	0,2	3	795	+10		Durch Lehm verstopft.

(Es bedeuten: P..Vermessungspunkt; k..Kompaßrichtung; L..Länge der Meßstrecke; h..Höhe des Höhlenraumes; b..Breite des Höhlenraumes; H:..Meereshöhe nach dem Höhenmesser; N..Neigung; A..Ansatzstelle von Abzweigungen. - Aus: Im Banne der Höhle, SVB-Verlag Luzern 1953.

KOMMISSION FÜR KONVENTIONELLE ZEICHEN UND TERMINOLOGIE

---

Arrigo A. CIGNA

DIZIONARIO SPELEOLOGICO - SPELEOLOGICAL DICTIONARY.

Sono grato a quanti, amici e colleghi, hanno collaborato alla stesura di questo lavoro, in particolare a mia moglie e al dr. G. T. WARWICK il quale però, non avendo riletto il manoscritto, non è responsabile degli errori.

I am grateful to the many people, friends and colleagues, who have given suggestions and corrections; in particular I am indebted to my wife and dr. G. T. WARWICK who, however, has not read this material and is not responsible for errors.

ABBREVIAZIONI

Aggettivo	a.	Adjective
Americano	amer.	American
Femminile	f.	Feminine
Maschile	m.	Masculine
Nome	n.	Name
Verbo	v.	Verb.

ABBREVIATIONS

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAPHY

1. AMBREGI L., ROMANELLI U., Raccolta della terminologia speleologica toscana, C. A. I. Firenze 1955.
2. CASTELLI M. R., Contributo alla raccolta della terminologia generica dialettale del fenomeno carsico in Italia. Atti VIII Cong. Naz. di Speleologia, Como 1956; Rass. Spel. It. e Soc. Spel. It., Mem. IV, tomo II, 83, Como 1958.
3. GLENNIE E. A., Glossary of Caving Terms, in: Cullingford C. H. D. (Ed). British Caving-Routledge and Kegan Paul Ltd., London 1953.
4. LIÈGEOIS P. G., Glossaire des Sciences Minérales, Fédération Spéléologique de Belgique, A. S. B. L. Ed. J. Duculot, S. A., Gembloux.
5. MAUCCI W., Contributo per una terminologia speleologica italiana. Boll. Soc. Adr. Sc. 51, Trieste 1961.
6. SCHIEFERDECKER A. A. G., Geological nomenclature, IV. Speleology. Royal Geol. a. Mining Soc. of the Netherlands. J. Norduijn en Zoon N. V. Gorinchem 1959.

Abisso m.	Pothole, abyss
Altezza f.	height; a. piezometrica, head
Anastomosi f.	anastomosis
Androne m.	large rock shelter
Anello m.	ring
Anfratto m.	squeeze, rabbit run, drainpipe, crawl
Anomalo a.,	eccentric, erratic
Antro m.	small single chamber cave
Argilla f.	clay; a. in grotta, clay-fill (amer.), clay-filling
Attacco m.	belay
Bacino m.	pool; b. chiuso, enclosed depression
Balcone m.	balcony
Baratro m.	pothole
Barriera stalagmitica	m.+a. stalagmite barrier
Bloccato a.	choked, blocked, filled up
Brina calcitica f.+a.	hoarfrost formation
Buca f.	pot
Buco m.	hole, cave, cavern
Calcarea m.	limestone; c. dolomitico, dolomitic limestone; c. oolitico, oolitic limestone; c. organogeno, reef limestone;
Calcite f.	calcite; c. galleggiante, cave-ice, calcite raft, float- ing calcite scales; bolla di c. calcite bubble; pellicola di c., calcite skin
Camino m.	aven, chimney, dome (amer.)
Campo solcato m.+a.	lapiez, clint, grike
Carso m.	karst
Cavernicolo a.,	cavernicolous
Caverna f.	chamber, cavern, room; c. di crollo (tettonica), cavern breakdown
Cavit� f. chambe	chamber, cavern, room; c. a campana, bottle; c. a fondo cieco, dead end; c. ghiacciata, ice cave; c. soffiante, blowing cave.
Cavitazione f.	cavitation
Cengia f.	ledge
Chiodo da roccia m.	piton
Circolazione f.	flow; c. forzata, pressure flow; c. a pelo libero, gravitational flow
Claustrofobia f.	claustrophobia
Colonna f.	Column; c. stalatto-stalagmitica, column, stalact- to-stalagmite (amer.)
Conca carsica f.+a.	shakehole
Concrezione	formation, speleothem (amer.), speliiothem, dripstone, de- coration, speleolite, stalagmitic formation; c. anomala eccentric (pl.), helictite, heligmite, anemolite; c. a cor- tina, drapery, curtain, sheet stalactite; c. a grappolo botryoidal stalagmite, clusterite, grape formation; c. a piatto, stool stalagmite, mushroom stalagmite, pily pad; c. a vaschetta, rimstone formation, cave coral
Concrezionamento m.	deposition of cave formations

Concamerazione f.	hall
Cono detrico, conoide (di deiezione) m.	debris cone, dejection cone, talus cone
Corda f.	rope; c. di sicurezza, life-line
Corrosione f.	corrosion
Cortina f.	curtain, drapery
Covo m.	small cave, (den)
Crollo m.	collapse
Crosta f., crostone stalagmitico m.+a.	sheet, flowstone floor
Cunicolo m.	squeeze, rabbit-run, drainpipe, crawl, passage; c. a fondo cieco, blind
Deposito m.	deposit, flowstone ( dep. in un corso d'acqua); d. di grotta, cave deposit
Depressione carsica f.+a.	shakehole
Direzione (degli strati) m.	strike
Discordanza f.	unconformity
Dislivello m.	head
Disostruzione f.	gardening
Dissoluzione f.	solution, corrosion
Dolomia f.	dolomitic-rock, dolomite
Dolomite f.	dolomite
Dolina f.	doline, sink-hole (amer.); d. di crolle, shakehole
Duomo m.	dome
Drenaggio m.	drainage, adit, sough
Entrata f.	entrance, mouth
Epigeo m.	epigean
Erosione f.	erosion, corrasion
Evorsione f.	ceiling pocket, dome pit
Faglia f.	fault; piano di f., fault plane
Falda f.	zone; f. freatica, ground water, watertable, aquifer; f. sospesa, perched aquifer, perched watertable
Falesia f.	freeface, cliff
Feltro calcitico m.+a.	hoarfrost formation
Fessura f.	fissure
Finestra f.	port-hole, lighthouse, window
Formazione f.	formation
Forra f.	gorge
Foro m.	window, letter box
Fossa f.	shallow, elongated depression
Frana f.	scree (all'esterno), block-fall (all'interno)
Frantumazione f.	crumbling, spalling
Frattura f.	joint, fissure; piano di f., joint-plane; sistema di f., joint-pattern; f. interessante più piani, master joint.
Freatico a.	phreatic
Galleria f.	level, tube (a sez. circ. o ellittica) passage; g. d'accesso adit; g. allagata, canal; g. di drenaggio, sough, draining level, adit; g. a fondo cieco, blind

Grave f.	shaft, abyss, pothole
Grotta f.	cave, cavern; g. attrezzata, commercial cave; g. a campana, bottle; g. fossile, dead-cave; g. ghiacciata, ice-cave; g. marina, sea-cave; g. principale, master cave; g. di risorgenza, cave of debouchure, effluent cave, master cave; g. allo stato giovanile, live-cave, active cave; perla di g., cave-pearl, oolith, cave-pisolith
Guano m.	guano, bat-droppings
Immersione (degli strati) f.	dip; i. apparente, apparent dip; i. vera, true dip
Impermeabili a.	watertight, impervious
Inanellamento m.	ringing; i. di pipistrelli, bat-ringing
Incrostare v.	to incrustate
Incrostazione f.	formation, crust-stone, sheet, calc-sinter, calc-tufa
Inghiottitoio m.	sink, sinkhole, water sink, water swallow
Ipogeo a.	hypogean, hypogeal
Labirinto m.	branchwork
Lama f.	pendant, blade
Laminatoio m.	crawl
Latte di monte,	
Latte di luna m.	rock milk, mountain milk, moon milk, lublinit
Magre f.	fall
Marmitta dei giganti f.	rock mill, dome pit, pothole ( non speleologico)
Masso m.	boulder; Caos di m., boulder choke
Meandro m.	meander, meander channel
Moschettone m.	karabiner
Oolite f.	oolith, pearl, pisolith
Oscurità f.	darkness
Ostruzione f.	choke; o. di massi, boulder choke
Parete f.	wall, side
Passagio m.	passage; p. secondario, by-pass
Pavimento m.	floor
Penombra f.	partial darkness
Percolazione f.	seepage; acqua di p., seepage-water, percolating-water
Perla (di grotta) f.	pearl, oolith, pisolith
Permeabilità f.	permeability; p. in grande, secondary permeability; p. in piccolo, primary permeability
Pertugio m.	window, small entrance
Plattaforma f.	shield
Piena f.	rise, flood
Pipistrello m.	bat
Pisolite f.	pearl, oolith, pisolith
Ponte m.	bridge ( se con inclin. <45°), partition ( se con inclin. >45°)
Poro m.	pore
Poroso a.	porous, pore space
Pozza f.	pool
Pozzo f.	pothole, shaft, well, pit, abyss

Quinte f. (plurale)	rock-pendants, blades
Ramo m.	branch; r. fossile, ox-bow; r. laterale, side-branch
Rigetto m.	throw
Riparo m.	rock shelter, abri, shelter cave
Risorgenza f.	rising, resurgence, debouchure
Roccia f.	rock; lama di r., rock pendant
Sala f.	hall
Salto m.	pitch
Saturo (d'acqua) a.	waterlogged, saturated
Sbruffo m.	blow-hole, gloop
Scala di corda f.	rope ladder
Scultura alveolare f.+a.	scallop
Serracavo m.	junction-box
Sfiatatoio m.	blow hole
Sicurs, sicurezza f.	life-line
Sifone m.	sump (generico), trap, duck, siphon, wetted roof
Sistema carsico m.+a.	cavern, cave system; s. c. formatosi nella zona freatica, phreatic cave system; s. c. formatosi nella zona vadosa, vados cave system
Slargo m.	expansion
Soffitto m.	roof ceiling; s. a volta, arched roof
Sorgente carsica f.+a.	rising, resurgence
Sottterraneo a.	subterranean; mondo s., netherworld
Spaccatura f.	fissure cave
Speco m.	rock shelter
Speleologia f.	speleology (spelaeology)
Spelonca f.	small cave
Speleologo m.	potholer, caver, speleologist, spelunker (amer.)
Spruga, sprugola f.	pothole, cave
Sputone m.	pillar, blade
Spezzone (di scala) m.	length (of ladder)
Stalagmite f.	stalagmite; s. di sabbia, sand-stalagmite; s. a ripiani, splash stalagmite, terraces stalagmite; s. colonnare, pillar
Stalattite f.	stalactite; s. anomala, eccentric stalactite, erratic stalactite, helictite; s. tubulare, baculiforme, straw, tubular stalactite, straw stalactite, soda straw (amer.)
Strato m.	bed
Piano di stratificazione m.	bedding-plane, bedding-joint
Strettoia f.	window, squeeze, rat-hole, letter-box, manhole, light-hole, narrow, stoopway
Strisciare v.	to crawl, to creep
Suolo m.	soil, floor; s. poligonale argilloso, mud-cracked loam
Sviluppo m.	total length of passage
Tana f.	den
Toboggan n.	toboggan
Trafo m.	tunnel cave
Travertino m.	travertine

Troglobio a.	troglobite
Troglodita a.	troglydote
Troglodilo a.	troglophile, troglophilous
Troglosseno a.	trogloxene
Uscita f.	outlet
Vaschetta di stillicidio f.	splash cup
Verricello m.	winch, windlass
Voragine f.	pothole
Zona f.	zone; z. di drenaggio, recharge area; z. luminosa threshold; z. oscura, dark zone, true-cave; z. va- dosa, vadose zone

ENGLISH - ITALIAN

INGLESE - ITALIANO

Abyss n.	abisso, pozzo
Abri n.	riparo sottoroccia
Adit n.	galleria d'accesso, galleria di drenaggio
Anastomosis n.	anastomosi, sistema intricato di piccole cavità collegate tra loro
Anemolite n.	concrezione anomala ( per azione delle correnti d'aria)
Anthodite n. (amer.)	aragonite fibroraggiata
Aquifer n.	falda acquifera; perched a., falda acquifera sespesa
Aragonite n.	áragonite; a. cluster, áragonite fibroraggiata
Arched roof a.+n.	soffitto a volta
Aven n.	camino
Balcony n.	balcone, balconata
Bat n.	pipistrello; b.-guano, guano; b.-droppings, guano b.-ringing, inanellamento di pipistrelli
Bed n.	strato
Bedding cave a.+n.	grotta o galleria a sezione lenticolare
Bedding - joint a.+n.	piano, superficie di stratificazione, giunto
Bedding - plane a.+n.	piano, superficie di stratificazione
Belay n.	attacco ( p. e. della scala a un punto fisso); to b., attac- care
Blade n.	lama, spuntone, quinta
Blind n.	galleria o cunicolo a fondo cieco
Block - fall n.	frana di massi (all'interno)
Blowing cave a.+n.	cavità soffiante
Blow - hole n.	sbruffo a giorno, bocca soffiante, caverna soffiante
Bottle n. o	cavità a campana
Boulder choke n.	ostruzione di massi (blocchi), caos di massi
Boxwork n.	reticolato di calcite messo a nudo dopo l'asportazione del- la roccia circostante
Branchwork n.	sistema di cunicoli ramificati, labirinto
Breathig cave a.+n.	cavità che "respira", con corrente d'aria alternativamente entrante e uscente



Breccia n.	breccia; bone-b., breccia ossifera; cave-b., breccia di grotta; frost-b., breccia crioclastica
Bridge n.	ponte di roccia in posto con inclinazione < 45°
Bump n.	espansione spontanea della roccia
By - pass n.	passaggio secondario
Calcite n.	calcite; c. bubble, concrezione a bolla; floating c. scales, calcite galleggiante; c. ledge, c. edge, concrezioni formantesi in corrispondenza del livello dell'acqua sulle pareti di un bacino; c. skin, pellicola di calcite
Calcrete n.	breccia calcarea debolmente cementata
Calc - sinter n.,	formazione compatta di carbonato di calcio
Calc - tufa n.	deposito calcareo poroso e friabile
Canal n.	galleria allagata
Capillary fringe a.+n.	fascia capillare
Catwalk n.	strettoia
Cave n.	grotta, galleria; active c., grotta allo stato giovanile, grotta attiva; c. coral, concrezione coralliforme; dead c., grotta fossile; c. of debouchure, grotta di risorgenza; c. deposit, deposito di grotta; ice c., grotta ghiacciata; c. - ice, calcite galleggiante; live c., grotta allo stato giovanile; phreatic c. system, sistema carsico formatosi nella zona freatica; c. pearl, c. pisolith, c. pisolite, perla di grotta, pisolite, oolite; sea c., grotta marina; c. system, sistema carsico; vadose c. system, sistema carsico formatosi nella zona vadosa
Caver n.	speleologo
Cavern n.	caverna, grotta, sistema carsico; c. breakdown, caverna tettonica, di crollo
Cavernicolous a.	cavernicolo
Cavitation n.	cavitazione, erosione dovuta alla c.
Ceiling n.	soffitto; c. cavity, cavità apertesi nel soffitto; c. channel, erosione meandriforme nel soffitto; c. pocket, forma di erosione, marmitta nel soffitto, evorsione; c. tube, erosione a sezione semicircolare sviluppata lungo il soffitto
Chamber n.	caverna, cavità
Chasm n.	crepaccio (poetico) (amer.)
Chimney n.	camino
Chinese wall a.+n.	cortina di calcite ondulata
Choke n.	ostruzione
Claustrophobia n.	claustrofobia
Clay n.	argilla; c. fill (amer.), c. filling, argilla (in grotta)
Cliff n.	falesia
Clints n.	campi solcati
Clusterite n.	concrezione a grappolo
Collapse n.	crollo, sfondamento
Column n.	colonna stalatto-stalagmitica
Commercial cave a.+n.	grotta attrezzata
Cone n.	cono, conoide; debris c., dejection c., talus c., cono detritico, conoide di deiezione
Coral formation a.+n.	concrezione coralliforme

Corrasion n.	erosione
Corrosion n.	corrosione (chimica)
Courtain n.	cortina stalattitica
Crawl n.	laminatoio o cunicolo ( in cui si passa strisciando) ; to c. , avanzare strisciando
Crawl passage n.	cunicolo a sezione molto ristretta
Creep (to) v.	strisciare, avanzare strisciando
Crumbling n.	frantumazione
Crust stone a.+n.	incrostazione
Crystal - pool n.	vaschetta con cristalli
Current mark, -marking n.	segno dovuto all'erosione idrica; impronte di corrente
Curtain n.	cortina ( di concrezione)
Darkness n.	oscurità; partial d. , penombra; total d. , oscurità completa
Dead end a.+n.	cavità a fondo cieco
Debouchure n.	risorgenza
Decoration n.	concrezione
Dip n.	immersione degli strati; apparent d. , apparente immersione; true d. , vera immersione
Doline n.	dolina; collapse d. , dolina di crolle; solution d. , dolina di soluzione
Dolomite n.	dolomite
Dolomitic rock a.+n	dolomia
Dome n.	duoma, camino (amer.); d. pit, marmitta ( di erosione)
Draining level a.+n	galleria di drenaggio
Drainpipe n.	cunicolo
Drapery n.	concrezioni a cortina
Dripstone n.	concrezioni
Duck n.	breve sifone, sifone in cui il pelo dell'acqua è libero per tutta la sua lunghezza
Eccentric a.	anomalo ( al. pl. sta per: concrezioni anomale)
Effluent cave a.+n	grotta di risorgenza
Emptied a.	vuotato
Endogean a.	endogeo, più raramente ipogeo
Epigean a.	epigeo, superficiale
Erosion n.	erosione
Erratic a.	anomalo; e. n. , masso erratico
Expansion n.	slargo, allargamento
Facet n.	segno dovuto all'erosione, impronta di corrente
Fall n.	magra
Fault n.	faglia; f. cave , grotta o galleria sviluppata lungo una faglia; normal f. , faglia normale; f. plane, specchio di faglia; reversed f. , faglia inversa; tear f. , faglia orizzontale; thrust f. , faglia inversa.
Fissure n.	fessura; f. cave, grotta o galleria sviluppata lungo una frattura
Flood n.	piena; f. wave, onda di piena
Floor n.	pavimento

Flow n.	circolazione; gravitazionale f., circolazione a pelo libero; f. marking, segno dovuto all'erosione idrica, impronta di corrente
Flowstone n.	deposito stalagmitico (di un velo d'acqua)
Flute n.	scannellatura, solco erosivo, segno dovuto alla erosione idrica (amer.)
Formation n.	concrezione; grape f., concrezione a grappolo, a paline; pendent f., concrezioni pendenti (termine generale per stalattiti, cortine, ecc.)
Freeface n.	falesia
Gardening n.	disostruzione
Gill (ghyll) n.	torrente
Gloop n.	sbruffo
Gorge n.	forra
Gour n.	Concrezioni a vaschetta
Grike n.	crepaccio (di soluzione), al pl.:campi solcati
Grotto n.	grotta artificiale in giardino (1800), piccola caverna con concrezioni
Ground water a.+n.	falda freatica
Gull n.	crepaccio (per azione periglaciale)
Gypsum n.	gesso; g. flower, rosa del deserto
Hade n.	inclinazione del piano diaglia
Hall n.	sala, concamerazione
Head n.	dislivello, altezza piezometrica
Header n.	estremità superiore dei cavi di una scala di corda
Heave n.	rigetto orizzontale
Helictite n.	stalattite anomala, elictite
Heligmite n.	stalagmite anomala
Helk n.	crepaccio (di soluzione) (Yorkshire)
Hoarfrost formation n.	brina o feltro calcitico
Hole n.	buco, piccola cavità; sink h., inghiottitoio, dolina di crollo, conca carsica
Holing through	foro di sonda, foro di esplorazione
Hypogeal a.	ipogeo, sotterraneo
Hypogean a.	ipogeo, sotterraneo
Impervious a.	impermeabile
Incrustate (to) v.	incrostare
Joint n.	frattura, diaclasi, litoclasì; master j., frattura, diaclasi, litoclasì interessante più strati; j. pattern, sistema di fratture, diaclasi, litoclasì; j. plane, superficie di fratture
Junction - box n.	serracavo
Karabiner n.	moschettone
Karst n.	Carso, zona in genere ove si svolge il fenomeno carsico
Keld n.	sorgente, risorgenza (in generale grande)
Lapiez n.	erosione superficiale nel calcare, campo solcato lapiaz
Ledge n.	cengia
Letter - box n.	s trettoia

Level n.	galleria
Life - line n.	corda di sicurezza, sicura; l. man, colui che tiene la corda di sicurezza
Lighthole n.	strettoia, finestra
Lily pad n.	concrezione a piatto
Limestone n.	calcare; dolomitic l., calcare dolomitico; oolitic l. calcare oolitico; l. pavement, superficie o pavimento calcareo; reef l., calcare di scogliera c. biotermale (amer.) fiume che subisce cattura ipogea
Lost river a.+n	latte di monte
Lublinite n.	latte di monte
Manhole n.	strettoia
Master cave a.+n	caverna principale, grotta di risorgenza
Meander n.	meandro di un corso d'acqua: m.-channel, meandro piccola forra
Moon - milk n.	latte di monte, latte di luna
Mountain - milk n.	latte di monte, latte di luna
Mud - cracked loam n.	suolo poligonale argilloso
Narrow n.	strettoia
Neil Robertson hammo	kok stretcher barella flessibile di tipo particolare
Netherworld n.	mondo sotterraneo
Network n.	rete, reticolato
Ogof n.	grotta (Galles)
Oolith n.	oolite, perla di grotta, pisolite
Oulopholite n. (amer.)	fiore di gesso
Outlet n.	uscita
Ox - bow n.	letto abbandonato ( fossile) in un corso d'acqua, ramo fossile
Palette n.	lamina, gen. di calcite, lasciata in situ dopo l'asportazione della roccia circostante
Partition n.	ponte di roccia in posto, con inclinazione $> 45^{\circ}$ rispetto all'orizzontale
Passage n.	galleria, cunicolo
Pearl n.	perla, pisolite, oolite
Pegostylite n.	stalagmite formatasi per azione dell'acqua ascendente
Permeability n.	permeabilità, porosità; primary p., permeabilità, porosità primaria, in piccolo; secundary p., permeabilità, porosità secondaria, in grande
Petromorph n.	mineralizzazione secondaria esposta in seguito all'asportazione della roccia circostante (amer.)
Petrophilus a.	petrofilo ( litofilo)
Phreatic a.	freatico; p. solution, soluzione ad opera delle acque freatiche
Pillar n.	stalagmite colonnare, spuntone di calcare ergentesi dal pavimento
Pit n.	pozzo
Pitch n.	salto
Piton n.	chiodo da roccia
Pocket n.	incavo dovuto a erosione nelle pareti o soffitto di una cavità
Pool n.	bacino, pozza; p. deposit, deposito di un bacino isolato

Pore n.	poro; p. space, porosità
Porthole n.	finestra
Porous a.	poroso
Pot n.	cave na nella quale si entra dalla sommità, buca nel letto di un corso d'acqua sotterraneo, pozzo
Pothole n.	pozzo, grotta con salti richiedenti l'impiego di sicurezza
Potholer n.	speleologo
Rabbit - run n.	cunicolo
Rat - hole n.	strettoia
Recharge area n.	zona di drenaggio
Reptation n.	avanzamento in posizione prona
Resurgence n.	risorgenza, grossa sorgente
Rimstone formation n.	concrezione a vaschetta; r. bar, parte formante lo sbarramento nelle concrezioni a vaschetta; r. pool, bacino formato da concrezioni a vaschetta
Ring n.	snello
Rise n.	piena
Rises n.	zona dell'affioramento della falda acquifera
Rising n.	sorgente, risorgenza
Rock n.	roccia; r. milk, latte di monte, latte di luna; r. mill, marmitta dei giganti; r. pendant, lama rocciosa, spuntone pendente dal soffitto, quinta
Roof n.	soffitto, tetto
Room n. (amer.)	caverna
Rope ladder n.	scala di corda
Ruckle n.	cumulo di massi
Saturated a.	saturo
Scallop n.	segno dovuto all'erosione idrica, impronta di corrente, scultura alveolare
Scree n.	frana di massi (all'esterno)
Seepage n.	percolazione; s. water, acqua di percolazione
Selenite n.	selenite
Shaft n.	pozzo d'ingresso di miniera, talvolta anche pozzo generico; s. cave, grotta a sviluppo prevalentemente verticale, pozzo
Shakehole n.	dolina di crollo, conca carsica
Sheet n.	costone stalagmitico
Shelfstone n.	concrezione formantesi in corrispondenza del livello dell'acqua sulle pareti di un bacino
Shelter cave a.+n	riparo sotto roccia
Shield n.	piattaforma
Side n.	parete, fianco; s. branch, ramo laterale o secondario
Sink n. sink hole (amer.)	inghiottitoio, dolina di crollo, conca carsica
Siphon n.	sifone idraulico (impropriamente anche sifone in senso speleologico)
Slinkenside n.	superficie di scorrimento di una faglia
Slocker n.	ruscello che va sottoterra
Soda straw n. (amer)	stalattite tubulare "a matita"
Soil water n.	acqua che in beve un suolo; s. w. zone, falda acquifera
Sough n.	galleria di drenaggio
Spalling n.	frantumazione
Speleolite n.	concrezione

Speleologist n.	speleologo
Speleology, (spelaeology) n.	speleologia
Speleogen n. (amer).	formazione per fenomeni speleogenetici
Speleothem, speliothem n. (amer.)	concrezioni (gen.)
Spelunker n.	speleologo
Splash cup a.+n	vaschetta di stitilicidio
Spongework n.	erosione a forma di spugna; bedding plane s., anastomosi, sistema intricato di piccole vacità collegate tra loro
Squeeze n.	strettoia, cunicolo
Stalactite n.	stalattite: botryoidal s., concrezione a grappolo o a palline; eccentric s., stalattite anomala (eccentrica); erratic s., stalattite anomala (eccentrica); sheet s., cortina stalattitica; straw, tubular s., stalattite-tubulare, a "matita", baculiforme
Stalacto-stalagmite n.	colonna stalatto-stalagmitica
Stalagmite n.	stalagmite; s. barrier, barriera stalagmitica, diga di concrezione; stool s., mushroom s., concrezione a piatto (corona circolare); sand s., stalagmite di sabbia; splash s., concrezione coralliforme; terraced s., stalagmite a ripiani
Stoopway n.	strettoia
Strike n.	direzione degli strati
Subterranean n.	sottoterraneo
Sump n.	'sifone ( gener, )
Swallet stream n.	corso d'acqua che va sottoterra
Tackle n.	parco attrezzi
Tail n.	estremità inferiore dei cavi di una scala di corda
Threshold n.	soglia, zona luminosa o di penombra
Throw n.	rigetto verticale
Tier n.	ordine di archi
Toboggan n.	toboggan, scivolo
Torricellian chamber a.+n.	cavità torricelliana a pressione ridotta
Trap n.	sifone
Travertine n.	travertino
Troglobite a.	troglobio; regional t., localmente troglobio
Troglodyte a.	troglodita, abitatore delle caverne
Troglophile, troglophilous a.	troglofilo
Trogloxene a.	troglosseno; accidental t., troglosseno accidentale; habitual t., troglosseno abituale
True cave a.+n.	zona oscura di una grotta
Tube n.	galleria o cunicolo a sez. circolare o ellittica; half t. traccia di una galleria o cunicolo a sezione circolare o ellittica nella parete o nel soffitto di una cavità
Tunnel cave n.	traforo naturale traversato da un corso d'acqua
Turbulence marking n.	segnì, erosioni della corrente, impronte di corrente
Unconformity n.	discordanza stratigrafica
Vadose zone a.+n	zona delle acque vadose: v. z. solution, soluzione ad opera delle acque vadose

Wall n.	parete
Water n.	acqua; w. logged, sature d'acqua; percolating w., acqua di percolazione; seepage w. acqua di percolazio- ne; w. sink, inghiottitoio; w. table, livello freatico perched w. table, falda freatica sospesa; w. tight, impermeabile; w. trap, sifone; w. swallow, inghiot- titoio
Well n.	pozzo con ingresso all'aperto
Wetted roof a.+n.	sifone (completamente sommerso)
Winch n.	verricello
Windless n.	verricello
Window n.	finestra, strettoia
Windy pit a.+n.	crepaccio (non necessar. con aria uscente)
Zone n.	zona; dark z., zona oscura; intermediate z., zona intermedia; z. of saturation, zona di satura- zione

VERGLEICHENDE ÜBERSICHT  
DER FÜR HÖHLENPLÄNE VORGESCHLAGENEN  
UND VERWENDETEN SIGNATUREN

Aus der großen Anzahl von Signaturen, die in diesem Falle mit  
seiner Übereinstimmung erkennen lassen, werden einige, die vornehmlich einfach und  
scheinende ausgewählt und vergleichend herabgesetzt. Aus verhältnismäßig kleinen  
Zeichen in der vorliegenden Zusammenstellung hervorgeht, daß diese Signaturen  
berücksichtigt werden.

Wie schon aus der folgenden Tabelle ersichtlich hervorgeht, sind die  
Signaturen integrirende Bestandteile des Höhlenplans. Der Zeichner ist dem  
Meinerte, verhalten und erläuterte Abbild einer HÖLE, nach dem Höhlenplan  
Die hier behandelte Zeichen sind für Geographen, Kartographen, aber für den  
Plan von Höhlen bestimmt. Aus kartographischen Gründen ist die Verwendung von  
Signaturen möglichst zu vermeiden. Die zur Darstellung des Höhlenplans  
des Höhlenplans sind vorgesehen, aber auf eine einfache Weise, die für  
Einsparung verwendet werden. Die Zeichnung von Höhlenplänen, die die  
der Raumbegrenzung ist vom kartographischen Standpunkt aus möglichst zu  
abzulehnen.

Es ist wohl selbstverständlich, daß die Signaturen dem jeweiligen Maß  
sich angepaßt werden müssen. Bei Kleinmaßstabigen Höhlenplänen ist es  
aber Generelle, d.h. eine sinnvolle Auswahl von Signaturen  
nicht vermeiden lassen.

Die Abtragungen von Zeichen z. B. geologische, paläontologische,  
sowie von nichtkonstanten Werten z. B. Windrichtung- und Geschwindigkeit, Temperatur  
gehören nicht in einen allgemeinen Höhlenplan, sondern sollte in geeigneter  
Skizzenplan. Die Auswahl und der Inhalt solcher Signaturen sollte dem jeweiligen  
Bearbeiter vorbehalten bleiben, jedoch sind diese Zeichen nicht in einer  
Legende zu erläutern.





KOMMISSION FÜR KONVENTIONELLE ZEICHEN UND TERMINOLOGIE

---

Max H. FINK

VERGLEICHENDE ÜBERSICHT  
DER FÜR HÖHLENPLÄNE VORGESCHLAGENEN  
UND VERWENDETEN SIGNATUREN

Aus der großen Anzahl von Signaturenlisten, die in gewissen Fällen noch keine Übereinstimmung erkennen lassen, wurden einige, dem Verfasser typisch erscheinende ausgewählt und vergleichend betrachtet. Aus verständlichen Gründen konnten in der vorliegenden Zusammenstellung keineswegs sämtliche Signaturenvorschläge berücksichtigt werden.

Wie schon aus der folgenden Definition eindeutig hervorgeht, sind die Signaturen integrierende Bestandteile des Höhlenplanes: "Der Höhlenplan ist das verkleinerte, verebnete und erläuterte Abbild einer Höhle, bzw. eines Höhlenteiles". Die hier behandelten Zeichen sind für Grundrißdarstellungen, also Horizontalprojektionen von Höhlen bestimmt. Aus kartographischen Gründen ist die Verwendung von Aufrißsignaturen möglichst zu vermeiden. Die zur Darstellung gelangenden Gegebenheiten des Höhlenraumes sind ortsgebunden, daher muß stets eine annähernd ortstreue Einzeichnung verwendet werden. Die Zeichnung von (Aufriß-) Signaturen außerhalb der Raumbegrenzung ist vom kartographischen Standpunkt aus unzulässig und daher abzulehnen.

Es ist wohl selbstverständlich, daß die Signaturen dem jeweiligen Maßstab angepaßt werden müssen. Bei kleinmaßstäbigen Höhlenplänen wird sich oftmals eine Generalisierung, d. h. eine sinnvolle Auswahl bzw. Beschränkung der Signaturen nicht vermeiden lassen.

Die Eintragungen von Funden (z. B. geologische, paläontologische) sowie von nichtkonstanten Werten (z. B. Windrichtung- und Geschwindigkeit, Temperaturen) gehören nicht in einen allgemeinen Höhlenplan sondern bereits in angewandte Höhlenpläne. Die Auswahl und der Entwurf solcher Signaturen möge dem jeweiligen Bearbeiter vorbehalten bleiben, jedoch sind diese Zeichen stets in einer beigegeführten Legende zu erläutern.

## ANMERKUNGEN ZUR SIGNATURENLISTE.

Die Signaturen auf der beigegeführten Liste sind fortlaufend numeriert.

- ad 1: Differenzierung nach dem Grad der Vermessung (Theodolit-Bussolen-, Hilfspunkte). Visurlinien so dünn wie möglich; niemals als durchgehende Linie (da es sich um eine theoretische Linie handelt), sondern entweder punktiert oder gerissen zeichnen. Sie kann ferner durch kurze Striche, die an den Vermessungspunkt gesetzt sind, gekennzeichnet werden.
- ad 5: Der Pfeil bezeichnet stets das Gefälle, d. i. die hypothetische Richtung des abfließenden Wassers im Bereich der Signatur.
- ad 6: Die Raumhöhe (an der Eintragungsstelle) ist der Vertikalabstand der Höhlendecke von der Konvakuationssohle.
- ad 10: Profilinien können auch durch Ziffern gekennzeichnet werden.
- ad 11: Die Raumbegrenzungslinie soll stets die stärkste (= breiteste) im Höhlenplan vorkommende Liniensignatur sein. Sie kann zur besonderen Kennzeichnung von Schraffen oder von einer Schummerung in Form eines Saumes begleitet sein.
- ad 12: Diese Signatur, die in der gleichen Strichstärke wie die Raumbegrenzung ausgeführt sein soll, wird vor allem dann zur Anwendung gelangen, wenn ein verhältnismäßig schmaler Gang einen wesentlich breiteren Höhlenteil überlagert und u. U. mit diesem teilweise parallel verläuft.
- ad 15: Die vorliegende Signatur deutet einerseits eine unbefahrbare Verengung an, deren Querschnitt eine mehr vertikale Erstreckung aufweist (z. B. Kluft), andererseits eine solche mit mehr horizontaler Erstreckung (z. B. Schichtfuge).
- ad 18: Das bereits in der Praxis bestens bewährte Zeichen für Außenschacht bedeutet, daß der Schacht von der Oberfläche aus in die Tiefe führt und dient zur besseren Unterscheidung von den Schächten im Inneren eines Höhlensystems (vgl. Nr. 17).
- ad 22: Die ovale Zeichnung der Signatur ist der kreisrunden vorzuziehen, da dies der Gestalt der einzelnen Geschiebe besser entspricht.  
Konglomerate: Kombination von Nr 22 und Nr 24.  
Breccie: Kombination von Nr 21 und Nr 24.
- ad 23: Die horizontalen Striche entsprechen am besten dem meist schichtweisen Aufbau der Lehmlagerungen.
- ad 24: Kann auch als allgemeines Zeichen für Lockersedimente verwendet werden.
- ad 27: Durch die Vollsignatur wird die massive Form und die Position des Tropfsteines an der Höhlensohle angedeutet.
- ad 28: Die Hohlsignatur schafft einerseits eine Beziehung zur Genese (Tropfröhrchen=hohl!) andererseits auch zur Position an der Decke (kartographischer Gegensatz zur Vollform Nr 27).
- ad 29: Kombination von Nr. 27 und Nr. 28.
- ad 30: Kann je nach Bedarf mit oder ohne Wassererfüllung gezeichnet werden. Bei Wassererfüllung ist horizontale Schraffur (vgl. Nr. 42) anzuwenden.
- ad 33: Durch Wellenlinien an der Raumbegrenzung erfolgt Andeutung der Bergmilchwülste.
- ad 34: Kristalle jeder Art. Es empfiehlt sich die Art der Kristalle entweder durch ein chemisches Symbol (z. B. Kalzit:  $\text{Ca CO}_3$ ; Gips:  $\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) oder durch Ausschreiben des Wortes zu kennzeichnen.
- ad 39: Größere Bachläufe und Wasseransammlungen sollten durch eine horizontale Schraffur gekennzeichnet werden. Die Fließrichtung ist durch einen gewellten Pfeil anzuzeigen.
- ad 42: Die Darstellung stehender Gewässer durch konzentrische, uferparallele Linien ist ungünstig, da hiedurch eine Verwechslung mit Isobathen nicht ausgeschlossen ist.

ad 43: Die Schweizer Methode - unter Berücksichtigung der horizontalen Schraffur - ist zu empfehlen.

ad 50: Es ist unbedingt das Datum anzufügen.

ad54: Der geöffnete Winkel weist in die Aufnahme-richtung.

LITERATUR:

ANKER T. F., und JOLLER E., Signaturen für Höhlenpläne. Stalactite, Tome IV, Sion 1959, Nr. 2.

BÖGLI A., Stalactite, Nr. 4, 1956.

CHAPPUIS P. A., Tableau des signes conventionnels utilisés dans les plans de grottes. Biospeologica. XXXIX. Archives de Zool. expérimentale et générale, t. 57, 1918.

RONDINA G., Iconographia Speologica. Guide Didattiche, Vol II, Como 1958.

ROTH CH., Essai d' uniformisation des signes conventionnels en spéléologie. 1942.

TEISSL L., Kartenskizzen natürlicher Höhlen. Wien 1928.

-----, Poročila - Acta carsologica, Ljubljana 1955.

-----, Proposed Standard Map Symbols. National Speleological Society. Pennsylvania 1961.

-----, Normalisation des signes conventionnels en spéléologie. Ann. de Spél., 14, 1/2, Moulis 1959, 267-273.









# V. GEOLOGIE, METEOROLOGIE, ERGÄNZENDE ZEICHEN

Blatt **5**

	FRANKREICH	ITALIEN	JUGOSLAWIEN	ÖSTERREICH	SCHWEIZ	U. S. A.	VORSCHLAG:
47 Schichtlagerung horizontal geneigt vertikal							
48 Kluff							
49 Verwerfung							
50 Wetterführung							
51 Lichtgrenze							
52 Temperatur Luft	t 6° air	10,5°C	7,6°	5,1°C Luft		76 °F 17.1.1961	+ 5,2°C 28.4.1961
Boden	t 6° sol	7,5°C	7,2°	5,2°C Boden			+ 6,4°C 22.4.1960
Wasser	t 6° eau	11,5°C		5,1°C Wasser			+ 5,9°C 14.1.1961
53 Lager							
54 Foto-Aufnahme- standort							



Les Eclaireurs de France

(Réalisé avec le concours de A. BONNET, J. CHOPPY, J. CORBEL, N. LLOPIS LLADO,  
P. RENAULT, S. DELL'OCA, H. TRIMMEL<sup>1)</sup> et G. T. WARWICK ).

LEXIQUE SPÉLÉOLOGIQUE

Le lexique que l'on trouvera ci-dessous figurera dans notre manuel spéléologique en préparation ("Richesses souterraines, 2ème édition). Nous souhaiterons que sa diffusion, à l'occasion du Congrès International de Vienne, aide au succès de cette rencontre.

Le lexique que nous présentons est le fruit d'une collaboration internationale: quelques-uns des meilleurs spécialistes du Karst, français et étrangers, ont accepté d'y participer.

Il comprend essentiellement trois types de termes:

- ceux, scientifiques, qui représentent les phénomènes les plus fréquentes des régions karstiques;
- ceux qui désignent les principales pièces du matériel spéléologique et son emploi (ils n'ont pas été définis);
- enfin, quelques termes de l'"argot" des spéléologues.

En sont totalement exclus les termes régionaux: chaque région possède en effet quelques mots particuliers pour désigner les pertes, les avens, les grottes, les dolines, etc<sup>2)</sup>. On est bien loin de les connaître tous; il est donc souhaitable que des enquêtes aient lieu, visant en outre à préciser l'extension géographique exacte, les variantes, les diverses significations des termes régionaux.

1) "Il faut préciser que la signification des termes allemands n'est pas toujours la même que celle des termes équivalents en français. En outre, la définition de quelques termes allemands est très précise: par exemple il faudra traduire "trou absorbant" par le mot "Schlinger" ou par "Schwinde", mais entre ces deux termes, il y a des différences importantes; l'un ne peut être remplacé par l'autre. Un lexique des termes allemands avec des définitions précises a été préparé pour le Troisième Congrès International de Spéléologie 1961. Les traductions des termes français dans le lexique ci-joint ne possèdent qu'un caractère provisoire et d'information" (H. TRIMMEL).

2) Lexique des termes spéléologiques dialectaux, rassemblés par le groupe scientifique du Comité National de Spéléologie. Annales de Spéléologie, XIV/3-4, 1959, 323-331.

Chaque terme français est en principe suivi de sa traduction allemande (Al), anglaise (An), espagnole (Esp), italienne (It).

- ABRI SOUS ROCHE, BAUME** - Al: Halbhöhle, Felsdach - An: rock shelter - Esp: abrigo, balma - It: riparo sotto roccia  
Cavité en forme de salle ouverte vers l'extérieur, sous un auvent
- ABSORBANT** - Al: Schluckloch, Schwinde, Schlinger - An: Wa-  
ter swallow, sink - It: Assorbente.  
Par lequel l'eau pénètre dans le sol.
- ACTIF, VIF** - Al: (aktive Wasserhöhle=grotte vivante) - An:  
active (cave) - Esp: activo, viviente - It: attivo  
Parcouru par un écoulement.
- ALTERNATIF**  
Absorbant ou émissif selon les époques.
- AMPOULE ELECTRIQUE** - An: bulb, electric light bulb, flashlight bulb -  
Esp: bombilla electrica - It: lampadina elett-  
rica
- ARAGONITE** - Al: Aragonit - An: aragonite - Esp: aragonito  
It: aragonite.  
Forme cristalline (orthorhombique) du carbonate de calcium CO<sub>3</sub>Ca.
- ARAGONITE PLUMEUSE,**  
**ARAGONITE FIBRORADIEE** - Al: Aragonitausblühung - An: Aragonite cluster  
anthodites (amér.) - Esp: aragonito plumoso -  
It: aragonite fibroraggiata.  
Concrétion d'aragonite en forme de touffe d'aiguilles.
- ARGILE** - Al: Lehm, Ton (Höhlenlehm = argile des caver=  
nes) - An: clay (clayfilling, clayfill (Amér.) -  
Esp: arcilla - It: argilla  
Roche plastique (silicate d'alumine hydraté).
- AVEN** - Al: Schacht, Schlund - An: pot hole, natural  
well (amér.), open shaft (amér.) - Esp: Sima -  
avenc (catalan) - It: abisso, pozzo, voragine  
Cavité naturelle dont l'entrée est verticale.
- BAGAGUE (DES CHAUVE-SOURIS)** - Al: (Fledermaus-)Beringung - An: ring (bat-  
ringing) - It: immatricolazione
- BASSIN FERMÉ** - Al: geschlossene Senke, geschlossenes Becken  
Esp: depresion cerrada - It: bacino chiuso  
Très vaste dépression fermée, dont les bords sont en pente douce.
- BIOSPÉOLOGIE** - Al: Biospeläologie - An: biospeleology - Esp:  
biospeleologia - It: biospeleologia  
Etude des etres vivants dans les  
cavités du sol.
- BOULIDOU** - An: gushing spring  
Emergence dont l'eau "bouillonne" à cause de sa pression.
- BOUSSOLE** - Al: Kompaß, Bussole - An: compass - Esp:  
brujula - It: bussola
- CALCAIRE** - Al: Kalk, Kalkstein - An: limestone - Esp: ca-  
liza - It: calcare.  
Roche (carbonate de calcium, CO<sub>3</sub>Ca).
- CALCITE** - Al: Kalzit, Kalkspat - An: calcite - Esp: cal-  
cité - It: calcite  
Forme cristalline (rhomboédrique) du carbonate de calcium(CO<sub>3</sub>Ca).

- CALCITE FLOTTANTE** - An: cave ice, calcite raft  
Concrétion en plaque très mince flottant à la surface d'un gour
- CANNELURE** - Al: Riefelung, Kannelierung - An: fluting, groove - Esp: acanaladura - It: Scannellature, solchi di dissoluzione  
Dépression semi-cylindrique, allongée dans le sens de la plus grande pente d'une paroi rocheuse
- CANOT PNEUMATIQUE** - Al: Schlauchboot - An: pneumatic boat - Esp: canoa neumatica, bote neumatico - It: canotto pneumatico
- CARBURE** - Al: Karbid - An: carbide - Esp, It: carburo
- CASCADE, CHÛTE D'EAU** - Al: Kaskade, Wasserfall - An: waterfall - Esp: cascada - It: cascata
- CASCADE STALAGMITIQUE** - Al: Sinter(wasser)fall - An: flowstone formation, calcite flow - It: colata stalagmitica  
Masse de concrétion simulant la forme d'une chute d'eau.
- CASQUE** - Al: Helm - An: helmet - Esp: casco - It: Elmetto, casco
- CAVERNICOLE** - Al: Höhlenbewohner - An: cavernicolous - Esp: cavernicola - It: cavernicolo  
Qui hante les cavernes.
- CAVITÉ, CAVERNE** - Al: Höhlung, Höhle - An: cave, cavern  
Ensemble de galeries, de puits, de salles reliés entre eux.
- CAVITÉ ALTERNATIVE, ESTAVELLE** - It: estavelles.  
Cavité dont la porche joue un rôle hydraulique alternatif.
- CAVITÉ ARTIFICIELLE** - Al: künstlicher Hohlraum, Erdstall (Autriche)  
An: artificial cavity - Esp: cavidad artificial  
It/ cavità artificiale  
Cavité creusée par l'homme.
- CHATIÈRE** - An: squeeze - Esp: gatera - It: antro, nicchia, nicchione  
Étroiture de peu de longueur et de section subcirculaire.
- CHAUVE-SOURIS** - Al: Fledermaus - An: bat - Esp: murciélago - It: pipistrello
- CHEMINÉE** - Al: Kamin, Schlot - An: aven, chimney - Esp: chimenea - It: camino  
Puits vu d'en bas.
- CIERGE** - Al: Tropfsteinkerze, Kerzenstalagmit  
Stalagmite de faible diamètre (de l'ordre de 10 cm) et constant.
- CIRQUE** - Al: Kessel - An: amphitheatre - Esp: circo  
Rentrant semi-circulaire dans une falaise.
- COLMATÉ, OBSTRUÉ** - An: choked, blocked, filled up  
Bouché par des sédiments
- COLORATION, EXPERIENCE DE TRACEUR** - Al: Färbung, Färbeversuch - An: water tracing (test) - Esp: coloracion - It: colorazione  
Mise en solution d'un colorant puissant dans l'eau d'un écoulement souterrain, dans le but de préciser certaines caractéristiques de celui-ci, et en particulier le point d'émergence.

- COMBINAISON** - Al: Überkleid, Overall, Schutzanzug - An: overalls, coveralls(american) - Esp: mono It: tuta
- CONCRÉTION** - Al: Tropfstein, Konkretion, Sinter - An: formations, cave formations, stalagmitic formations, speleothems (américain) - Esp: concrecion - It: concrezione, cristallizzazione  
Masse minérale cristallisée, d'origine chimique.
- CONCRÉTIONNEMENT** - Al: Versinterung - Esp: formacion de concreciones - It: concrezionamento  
Dépôt de concrétions.
- CONDUITE FORCÉE (GALERIE EN)**  
De section elliptique à peu près constante.
- CONE D'ÉBOULIS** - Al: Schüttkegel - An: talus cone - It: cono detritico  
Éboulis en forme de cone
- CORDE** - Al: Seil - An: rope - Esp: cuerda, soga - It: corda.
- CORDE D'ASSURANCE** - Al: Sicherungsseil - An: life-line - Esp: cuerda de seguridad - It: corda di sicurezza
- CORROSION** - Al: Korrosion - An: corrosion - Esp: corrosion - It: corrosione  
Attaque et dissolution d'une roche par voie chimique.
- COSSE** - Al: Kausche - An: eyelet - It: radancia.  
Pièce métallique protégeant un cable sur lequel on veut exercer une traction.
- COUP DE GOUGE, VAGUE D'ÉROSION** - Al: Fließfazetten, Wandrippelung - An: scallop flute (amérieain) - It: cupole a struttura alveolare  
Cupule fusiforme, dont la partie pointue est en direction de l'aval du courant qui a creusé la paroi.
- CUPULE** - Al: Lösungsbecken - An: solution cup  
Dépression, généralement semi-sphérique, d'une paroi rocheuse (de l'ordre du centimètre ou du décimètre de diamètre).
- DÉCALCIFICATION** - Al: Entkalkung  
Corrosion du calcaire (d'origine chimique en général)
- DÉNIVELLÉE** - Al: Niveauunterschied - It: dislivello  
Différence d'altitude entre le point le plus bas et le plus haut d'une cavité ou d'un réseau
- DESOBSTRUCTION** - An: clearing, gardening (argot de spéléologues) - Esp: desobstruccion - It: disostruzione.  
Déblaiement de matériaux encombrant un conduit.
- DEVELOPPEMENT** - It: sviluppo  
Longueur de la totalité des conduits pénétrables d'une cavité ou d'un réseau.
- DIACLASE, FRACTURE** - Al: Spalte, Kluft, Bruchfuge - An: joint, fissure - Esp: diaclasa - It: diaclase  
Cassure de la roche, sans mouvement relatif (contrairement à la faille).
- DISSOLUTION** - Al: Lösung - An: solution.  
Mise en solution d'un solide dans un liquide.

- DOLINE** - Al: Doline - An: doline, shakehole (Angle= terre seulement), sink hole (américain) - Esp: dolina - It: dolina.  
Dépression fermée de quelques mètres à quelques centaines de mètres de diamètre, moins profonde que large (du moins en français)
- DOLOMIE** - Al: Dolomit - An: dolomite, dolomitic rock, dolomitic limestone - Esp, It: dolomia.  
Roche (dolomite, ou mélange en proportions variables de carbonates de calcium et de magnésium)
- DOLOMITE** - Al: Dolomit, Bitterspat - An: dolomite - Esp: dolomita.  
Minéral (carbonate double de calcium et de magnésium).
- DRAPERIE (STALAGMITIQUE)** - Al: Tropfsteinvorhang - An: curtain, drapery - Esp: bandera, cortina, creja - It: cortina staltitica.  
Concrétion aérienne, pendante, de section horizontale mince et longue.
- EBOULIS** - Al: Felsschutt - An: talus, block-fall in cave, boulder (américain)  
Amas de blocs effondrés.
- ECHELLE** - Al: Leiter, Drahtseilleiter - An: ladder - Esp: escala - It: scala
- ECLAIRAGE** - Al: Höhlenbeleuchtung - An: cave lighting equipment - Esp: iluminacion - It: illuminazione
- EFFONDREMENT** - Al: Einsturz, Versturz - An: breakdown, collapse, foundering - Esp: hundimiento  
Chute, par gravité, de matériaux en équilibre.
- EMBOUCHURE (D'UN AVEN), OUVERTURE** - Al: Einstieg - An: mouth, entrance - Esp: abertura, boca - It: imbocco
- EMERGENCE** - Al: Quelle, Ausflußstelle - An: rising, spring, resurgence - Esp: fuente, manantial - It: sorgente.  
Sortie d'eau courante (le terme d'émurgence, lorsqu'il s'agit d'écoulements karstiques, est préféré à celui de "source")
- EMISSIF** - Al: (Speiloch, Speier = trou émissif) - An: effluent (cave of debouchure = grotte émissive) - Esp: emisor - It: (bocca emittente = émergence)  
Duquel sort de l'eau.
- ENTONNOIR ABSORBANT** - Al: Flußschwinde - An: swallow, sink (Angle= terre seulement) - Esp: embudo absorbente - It: inghiottitoio  
Point de perte totale dans une doline en forme d'entonnoir.
- EROSION** - Al: Erosion - An: corrasion (c'est l'érosion mécanique; "erosion" en anglais a, somme souvent en français, un sens plus général) - Esp: erosion - It: erosione  
Attaque et déplacement de matériaux par voie mécanique.
- ETAGE (GEOLOGIQUE)** - Al: Stufe, Epoche - An: stage, epoch  
Subdivision d'une ère géologique, caractérisée dans chaque région par des bancs rocheux généralement de même nature lithologique et, de façon générale, par un certain nombre de fossiles "caractéristiques". "Etage" en anglais a le sens de "phase" dans l'expression "phase de jeunesse", par exemple.

- ÉTAGE** - Al: Stockwerk, Etage - An: series, storey (américain), tier (américain) - Esp: piso - It: piano.  
Ensemble de conduits situés approximativement à la même altitude.
- ÉTROITURE** - Al: Enge, Klamm, Verengung - An: squeeze - Esp: estrechamiento - It: strettoia  
Passage de petites dimensions au point de nécessiter une gymnastique spéciale.
- EXCENTRIQUE** - Al: Excentrique, gekrümmter Tropfstein - An: helictite, eccentric anemolite - Esp: anemolitas, estalactita excentrica - It: stalattiti anomale, eccentriche.  
Stalactite ou stalagmite ne croissant pas selon la verticale.
- EXPLOSIF** - Al: Sprengstoff - An: explosive - Esp: explosivo - It: esplosivo
- EXSURGENCE** - Al: Austrittsstelle, Karstquelle - An: exurgence, rising - Esp: exurgencia  
Emergence du calcaire dont l'eau ne provient pas d'une perte.
- FAILLE** - Al: Verwerfung - An: fault - Esp: falla - It: faglia.  
Fracture avec mouvement relatif des terrains en présence (le "rejet"); la diaclase n'a pas ce mouvement relatif.
- FALAISE** - Al: Klippe, Felswand - An: cliff, free face - Esp: acantilado, cantil - It: dirupo, falesia  
Paroi rocheuse.
- FLEUR DE GYPSE** - Al: Gipsausblühung - An: gypsum flower, oupholite (américain) - Esp: flores de yeso - It: fiore di gesso  
Concrétion de gypse composée de cristaux recourbés en crosse.
- FOSSILE** - Al: fossil - An: fossil - It: fossile  
Abandonné, par l'eau (terme karstique).
- FOUILLE** - Al: Ausgrabung - An: excavation, dig - Esp: busqueda - It: scavo  
Recherche des vestiges humains ou animaux pouvant se trouver dans le sol.
- GALERIE** - Al: Galerie, Gang - An: horizontal passage, passage, gallery (américain) - Esp: Galeria - It: caniculo, galleria  
Conduit subhorizontal.
- GALERIE EN CONDUITE FORCÉE** - Al: Druckstollen - An: pressure-flow tube - Esp: galeria de erosión a presión - It: galleria a condotto forzata  
Galerie de section elliptique.
- GLACIÈRE (NATURELLE)** - Al: Eishöhle - An: ice-cave - Esp: caverna con hielo, pozo de nieve - It: grotta ghiacciata  
Cavité où se conserve de la glace alors que le sol est déglacé.
- GORGE, CANYON** - Al: Klamm, Schlucht, Canon - An: gorge, canyon - Esp: canon, garganta - It: forra  
Vallée étroite, profonde, bordée de falaises.
- GOUFFRE** Terme ambigü, désignant soit un puits, soit un aven, soit localement (Lot) une émergence vaclusienne.

- GOUR** - Al: Sinterwanne, Sinterbecken, Sintermuschel, Sinterschale (Autriche) - An: rimstone pool, gour, lily-pool - Esp: gour, poza - It: vaschetta a sfioratore in cascata, vasca, vaschetta  
Bassin bordé par un bourrelet de concrétion.
- GROTTE** - Al: Höhle, Horizontalhöhle - An: cave, cavern - Esp: caverna, cueva, gruta - It: grotta  
Cavité naturelle dont l'entrée est horizontale.
- GROTTE AMENAGÉE** - Al: erschlossene Höhle, Schauhöhle - an: show cave, commercial cave (américain) - Esp: caverna urbanizada - It: grotta turistica
- GROTTE MARINE** - Al: Küstenhöhle, Meereshöhle - An: sea-cave - Esp: cueva marina - It: grotta marina  
Grotte s'ouvrant sur le littoral, au niveau de la mer.
- GYPSE** - Al: Gips, Gipsgestein - An: gypsum - Esp: yeso - It: gesso  
Minéral (sulfate de calcium hydraté  $\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).
- INTERMITTENT** - Al: intermittierend - An: intermittent; (ebbing and flowing well = source intermittente) - Esp: intermitente - It: (sorgente) intermittente.  
Dont le débit est périodique (la périodicité étant de quelques minutes à quelques heures).
- JOINT DE STRATES** - Al: Schichtfuge - An: bedding-plane - Esp: plano de estratificación - It: giunto di stratificazione.  
Limite de deux strates.
- KARST, CAUSSE** - Al: Karst - An: karst, limestone region - Esp: karst - It: carso.  
Région, qui comme le Karst ou les Causses, possède des phénomènes propres au relief calcaire.
- KARST A PITONS, A TOURELLES** - Al: Cockpit-Landschaft, Kegelkarst, Turmkarst - An: cockpit country, cone karst, tower karst - Esp: karst de torres  
Type de karst propre au climat tropical, caractérisé par de nombreuses buttes calcaires, aux parois abruptes, hautes de quelques dizaines de mètres, assez proches les unes des autres.
- LAC** - Al: See, (Höhlensee = lac de grottes) - An: lake, Esp: lago - It: lago (lago carsico = lac karstique)  
Collection d'eau dans une grotte; - karstique = collection d'eau dans une région karstique, caractérisée par de fortes oscillations de niveau et l'absence d'émissionnaire aérien.
- LAMINOIR** - Al: Schluf, Kriechgang - An: squeeze, rabbit run, drainpipe - Esp: laminador - It: laminatoio  
Passage bas et large, qui doit être franchi à plat-ventre.
- LAMPE A CARBURE** - Al: Karbidlampe - An: acetylene lamp - Esp: lampara de acetileno - It: lampada ad acetilene
- LAMPE ÉLECTRIQUE** - An: electric lamp, flashlamp

- LAMPE FRONTALE** - Al: Stirnlampe - An: helmet-lamp, head-lamp, Esp: lampara frontal - It: fanale frontale
- LAPIAZ** - Al: Karrenfeld, Schratten - An: limestone pavement - Esp: lenar, campo de "lapiaz" - It: campo solcato  
"Surface sculptée de lapiés" (A. CHOLLEY).
- LAPIES** - Al: Karren, Schratten - An: rock hill, clints, grikes - Esp: lenar - It: solcato, carreggiato  
Forme morphologique des roches solubles en contact avec les agents extérieurs, sculptées par des marques d'érosion et surtout de corrosion.
- MACARONI, STALACTITE FISTULEUSE** - Al: Tropfröhrchen - An: straw stalactite, straw, soda straw (américain) - Esp: macarrones - It: stalattiti baculiformi  
Stalactite de diamètre constant, inférieur à 1 cm.
- MARMITE DE GÉANT** - Al: Bodenkolk, Felskessel, Strudelloch, Riesen-topf - An: rockbasin, pot-hole, evorsion hollow  
Esp: marmita de gigante - It: marmitta dei gigante, marmitta di evorsione  
Cavité cylindrique dans le lit d'une rivière.
- MARMITE DE PRESSION** - Al: Deckenkolk, Druckkolk - An: dome pit - Esp: marmita de presion - It: marmitta inversa, cupola  
Cavité cylindrique en forme de dôme dans le plafond d'une galerie.
- MAUTEAU** - Al: Hammer - An: hammer - Esp: martillo - It: martello
- MÂT** - Al: Stange, Mast - An: pole, mast - Esp: palo  
It: palo smontabile
- MATERIEL** - Al: Gerät, Material - An: equipment, matériel  
Esp: material - It: materiale
- MÉANDRE** - Al: Mäander - An: meander - Esp, It: meandro  
Conduit sinueux en plan (et parfois en section)
- MOND-MILCH, MONT-MILCH** - Al: Bergmilch, Montmilch - An: rock-milk, cheese, mountain-milk, moonmilk - Esp: "mondmilch" - It: latte di monte, latte di luna  
Substance d'origine chimique, microcristalline, pulvérulante à l'état sec, mal-léable quand elle est gorgée d'eau, de nature chimique variable.
- MORPHOLOGIE, GÉOMORPHOLOGIE** - Al: Geomorphologie - An: geomorphology, physiography  
Etude des formes du relief.
- MOUSQUETON** - Al: Karabiner - An: mousqueton - Esp: mosque-ton - It: moschettone
- MOUSQUETON ITALIEN** - Al: Kupplungsstück - An: link - Esp: mousqueton italiano - It: anelli tagliati
- OUVALA** - Al: Uvala - An: uvala  
Réunion de plusieurs dolines.
- PAROI** - Al: Wandung, Wand - An: wall, side - Esp: pared - It: parete  
Mur d'un conduit souterrain.



- PENDAGE** - Al: Fallen - An: dip - Esp: buzamiento - It: inclinazione  
Pente d'une couche géologique; le pendage se définit par son angle sur l'horizontale et sa direction.
- PENDANT, LAME DE DISSOLUTION** - Al: (Deckenkarren = lapiaz de voute) - An: rock pendant - Esp: (lenar inverso = lapiaz de voute) - It: quinte (lame rocheuse)  
Lame rocheuse subverticale au plafond d'une cavité.
- PERENNE** - Al: dauernd, beständig - An: perennial, permanent - Esp: perenne - It: perenne  
Qui coule continuellement.
- PERLE DES CAVERNES, PISOLITHE** - Al: Höhlenperle, Pisolith - An: cave pearl, cave pisolite - Esp: perla de las cavernas - It: pisoliti, perle di grotta  
Concrétion sphérique, libre, formée de couches successives de calcaire déposées sur un noyau de nature quelconque.
- PERTE, CHANTOIR (Belgique)** - Al: Saugloch, Schlinger, Schwinde, Schlundloch, Schluckloch - An: swallow hole, sink hole (Angleterre seulement) - Esp: sumidero - It: inghiottitoio  
Absorption totale ou partielle d'un écoulement par une cavité s'ouvrant dans son lit - (en surface) cavité où disparaît l'écoulement.
- PILE ÉLECTRIQUE** - Al: Batterie - An: battery - Esp: pila eléctrica - It: pila elettrica, torcia elettrica
- PILIER STALAGMITIQUE** - Al: Säule, Sintersäule - An: column, stalactostalagmite (américain) - Esp: columna estalagmitica - It: colonna stalatto-stalagmitica  
Ensemble d'une stalactite et d'une stalagmite qui se sont rejoint.
- PITON** - An: piton - Esp: clavija, escarpa, piton
- PLAFOND, VOÛTE, TOIT** - Al: Dach, Decke, Gewölbe - An: roof, ceiling - Esp: bóveda, techo - It: tetto, volta  
Paroi supérieure d'une cavité souterraine.
- PLANCHER** - Al: Sohle, Höhlensohle - An: floor - Esp: suelo - It: pavimento  
Paroi inférieure d'une cavité souterraine.
- PLANCHER STALAGMITIQUE** - Al: versinterter Höhlensohle, Sinterdecke - An: dripstone-floor, stalagmitite-floor, flowstone-floor - Esp: suelo estalagmítico - It: velo stalagmitico, crestone stalagmitico  
Dépôt subhorizontal de concrétion sur le sol d'une caverne.
- POLJE** - Al: Polje - An: polje - Esp: "Polje", nava - It: polje, depressione carsica, conca carsica  
Très vaste dépression allongée, à fond plat, pouvant contenir d'autres dépressions allongées, et dont les bords sont abrupts ou présentant une nette rupture de pente avec le fond.
- PONT NATUREL** - Al: Naturbrücke, Felsfenster - An: natural bridge, natural arch - Esp: arco natural, puente natural - It: arco (ponte) naturale.  
Arche rocheuse.

- PORCHE** - Al: Eingang, - An: entrance - Esp: entrada, boca - It: portale, ingresso, entrata  
Entrée d'une grotte.
- POULIE** - Al: Rolle, Walze, An: pulley - Esp: puli= mentado - It: puleggia
- PUITS** - Al: Schacht - An: shaft, pit - Esp: pozo - It: pozzo.  
Conduit vertical.
- RAMPING, REPTATION** - An: crawling, reptation (=action de ramper), crawl (= passage ou il faut ramper) - Esp: reptacion
- RAMPER** - Al: kriechen - An: to crawl, to creep - Esp: reptar - It: strisciare per terra
- RAPIDE** - Al: Stromschnelle - An: rapid - Esp: rapido  
It: rapida.  
Section de cours d'eau, en pente élevée.
- RAMONAGE** - An: chimneying, back and knee work - Esp: "ramonage" - It: salita in spaccata
- RAPPEL** - An: rappel - Esp: "rapel" - It: discesa a cor= da doppia
- REPRISE D'ÉROSION** - An: renewal of erosion  
Nouvelle période d'érosion après une interruption.
- RÉSEAU SOUTERRAIN** - Al: karsthydrographisches System - An: cave system - Esp: red carstico, sistema carsti= ca - It: sistema carsico  
Ensemble de cavités qui furent ou sont encore en communication.
- RÉSURGENCE** - Al: Wiederausfluß - An: resurgence (avec le sens général d'émergence) - It: risorgente  
Emergence du calcaire dont l'eau provient, au moins partiellement, de la perte d'un écoulement de surface.
- RIVIÈRE SOUTERRAINE** - Al: Höhlenfluß, Höhlengerinne, unterirdi= scher Flußlauf - An: subterranean river, un= derground stream, cave channel - Esp: cur= so hipogeo, rio subterraneo, rio hipogeo - It: fiume sotterraneo  
I/ Cours d'eau karstique - 2/ Cavité dans laquelle coule un tel cours d'eau.
- ROCHE PÉDONCULAIRE** Langue rocheuse se rattachant à la paroi par un étranglement.
- SALLE** - Al: Kammer, Halle, Saal, Dom (Autriche) - An: chamber, room (américain) - Esp: sala, salon - It: sala, camera  
Portion de cavité de section plus importante que les galeries.
- SALLE EN CLOCHE** - Al: Gewölbe, Dom, Schlotte - An: chamber with an arched roof - Esp: sala de boveda ojival - It: duomo, salone  
Salle dont le plafond est en forme de dome.
- SCAPHANDRE** - Al: Tauchgerät - An: diving apparatus, suit, kit - Esp: escafandra - It: scafandro

- SERRE-CABLE** - An: junction box - It: morsetto  
Pièce métallique servant à solidariser deux cables.
- SIPHON** - Al: Siphon - An: siphon - Esp: sifon - It: sifone  
Voûte mouillante - Galerie en U renversé permettant d'expliquer le fonctionnement des courants intermittents.
- SOURCE VAUCLUSIENNE** - Al: Vauclusequelle, Riesenquelle, Karstquelle  
An: vauclisian spring - Esp: fuente vauclusiana  
It: sorgente valchiusana  
Aven émergence.
- SOUTERRAIN, HYPOGEE** - Al: unterirdisch - An: underground - Esp: subterraneo, hipogeo - It: sotterraneo, ipogeo  
Sous la surface du sol.
- SOUTERRAIN REFUGE** - An: souterrain  
Cavité artificielle (ancienne), qui n'est ni une mine, ni une sépulture.
- SPELEOLOGIE** - Al: Höhlenkunde, Höhlenforschung, Speläologie  
An: 1/caving, 2/speleology, cave science -  
Esp: 2/espeleologia - It: speleologia  
1/Technique d'exploration des cavernes - 2/Etude des cavités naturelles.
- SPELEOLOGUE** - Al: Höhlenforscher, Speläologe - An: 1/caver, spelunker (américain), 2/speleologist - It: speleologo  
Pratiquant de la spéléologie (1/sportif, 2/scientifique)
- STALACTITE** - Al: Deckenzapfen, Stalaktit - An: stalactite -  
Esp: estalactita - It: stalattite  
Concrétion croissant sous le plafond.
- STALAGMITE** - Al: Bodenzapfen, Stalagmit - An: stalagmite -  
Esp: estalagmita - It: stalagmite  
Concrétion croissant sur le sol.
- STRATE** - Al: Schichte - An: strata  
Formation homogène de roches, dont l'épaisseur peut aller de quelques centimètres à plusieurs dizaines de mètres.
- TECTONIQUE** - Al: Tektonik, tektonisch - An: tectonic - Esp: tectonica - It: tettonica  
1/ Science des déformations de l'écorce terrestre - 2/ Ces déformations.
- TEMPORAIRE** - Al: zeitweilig, fallweise - An: temporary -  
Esp: temporal - It: temporaneo  
Qui ne coule pas continuellement.
- TERRE ROUGE, TERRA ROSSA** - Al: Roterde, terra rossa - An: terra rossa -  
Esp: "Terra rossa", tierra roja - It: terra rossa  
Terre ou sédiment composé en grande partie d'argile de décalcification.
- TREUIL** - Al: Welle, Haspel, Winde - An: winch, windlass - Esp: torno - It: verricello
- TROGLOBIE** - Al: echtes Höhlentier, Troglobiont, Anthrobiont  
An: troglobite - Esp: troglobio - It: troglobio  
Dont la totalité de l'existence se passe sous terre.
- TROGLOPHILE** - Al: höhlenliebendes Tier - An: troglophile -  
Esp: trogloulo - It: trogloulo  
Dont l'habitat normal est souterrain.

- TROGLOXENE** - Al: Höhlengast - An: trogloxene - Esp: troglóloxo - It: troglòsseno  
Qui se rencontre fréquemment sous terre, bien que ne soit pas son habitat normal.
- TROU SOUFFLEUR** - Al: Windröhre - An: blow hole, puffing hole, wind hole - Esp: cueva soplador, sima soplador  
It: bocca soffiante  
Conduit de petites dimensions où règne un courant d'air.
- TUF (CALCAIRE), TRAVERTIN** - Al: Kalktuff, Travertin - An: calcareous tufa, tufa - Esp: toba - It: travertino  
Concrétion de calcaire poreuse, parcourue par des tubulures, se formant (rapidement) à l'air libre.
- VALLÉE AVEUGLE, FERMÉE** - Al: Kesseltal, Blindtal - An: blind valley - Esp: valle ciego - It: valle cieca, valle chiusa  
Thalweg s'évacuant par une perte totale, dans un cul-de-sac.
- VALLÉE SÈCHE, CHAVÉE (Belge)** - Al: Trockental - An: dry valley - Esp: valle seco - It: valle morta, valle inattiva  
Thalweg qui n'est plus utilisé par l'eau.
- VIRE** - Al: Plattform - An: ledge - It: cengia  
Plateforme subhorizontale dans un paroi rocheuse.
- VOUTE MOUILLANTE** - Al: wassererfülltes Gewölbe, Tauchdecke - An: wetted roof, sump, trap  
Voute de galerie plongeant dans l'eau.

## KOMMISSION FÜR TERMINOLOGIE UND KONVENTIONELLE ZEICHEN

## VORSCHLAG DER SUBKOMMISSION FÜR EINHEITLICHE HÖHLENPLAN=SIGNATUREN

## PROPOSITION DE LA SUB-COMMISSION POUR DES SIGNES CONVENTIONNELS

In einer Sitzung in Obertraun hat die Subkommission für konventionelle Zeichen beschlossen, den folgenden Vorschlag vorzulegen (vgl. Band I der Akten, S.87/88):

Erscheinungen, die durch Zeichen festgehalten werden sollten:

## I. Auf Karten zu verwenden:

1	Abri sous roche	Halbhöhle, Balm	rock shelter	1	
2	Grotte	Höhle	cave	2	
a	- avec perte	- mit Schwinde	-with swallow hole	a	
b	- avec émergence	- mit Ausfluß	-with resurgence	b	
3	Aven	Schacht	pothole	3	
4	Perte	Schwinde	sink hole	4	
5	Emergence	Karstquelle	resurgence	5	

## II. Auf Höhlenplänen zu verwenden:

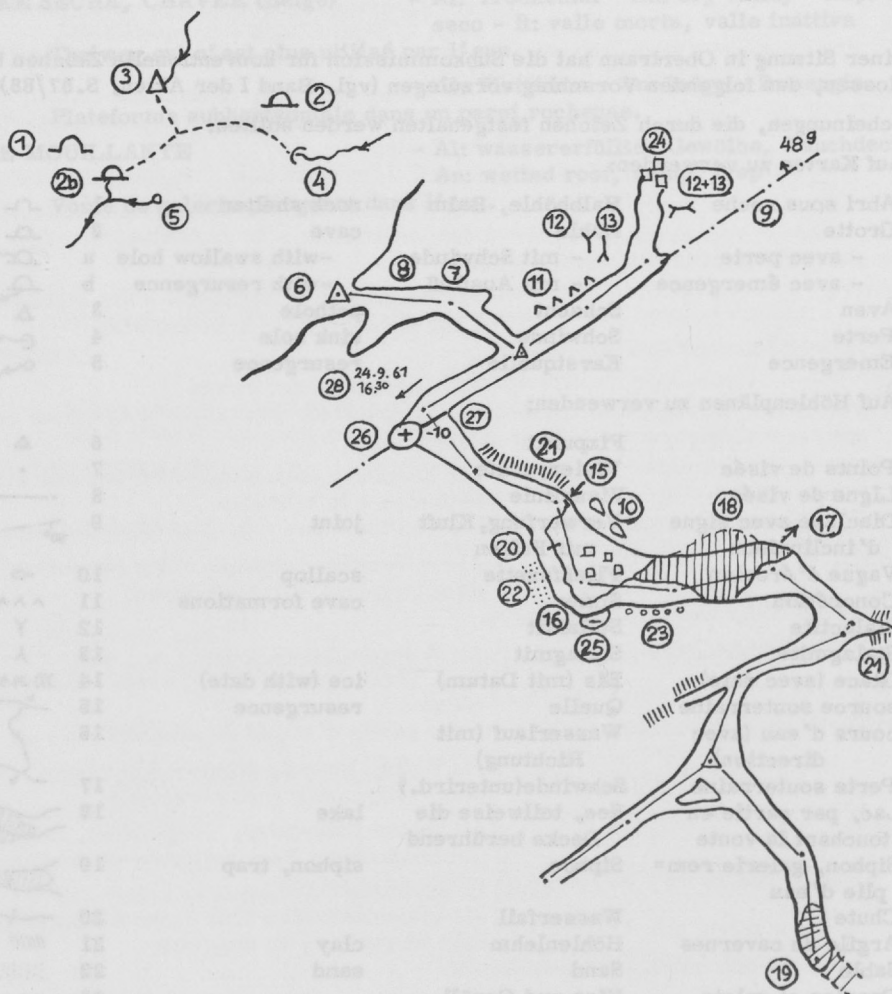
6		Fixpunkt		6	
7	Points de visée	Visierpunkte		7	
8	Ligne de visée	Visurlinie		8	
9	Diaclase avec signe d'inclinaison	Verwerfung, Kluft mit Fallen	joint	9	
10	Vague d'érosion	Fließfazette	scallop	10	
11	Concrétion	Sinter	cave formations	11	
12	Stalactite	Stalaktit		12	
13	Stalagmite	Stalagmit		13	
14	Glace (avec date)	Eis (mit Datum)	ice (with date)	14	
15	source souterraine	Quelle	resurgence	15	
16	cours d'eau (avec direction)	Wasserlauf (mit Richtung)		16	
17	Perte souterraine	Schwinde(unterird.)		17	
18	Lac, par partie en touchant la voute	See, teilweise die Decke berührend	lake	18	
19	Siphon, galerie remplie d'eau	Siphon	siphon, trap	19	
20	Chute	Wasserfall		20	
21	Argile de cavernes	Höhlenlehm	clay	21	
22	Sable	Sand	sand	22	
23	Gravier et galets	Kies und Geröll		23	
24	blocs, blocs d'effondrement	Blöcke, Deckenstürze		24	

25 puits	Schacht	shaft, pit	25	
26 cheminée	Schlot	chimney	26	
27 dénivellée brutale	Abbruch, Stufe		27	
28 courant d'air (avec date et heure)	Luftzug (mit Datum und Uhrzeit)	wind (with date)	28	

Lichtgrenze, Fundstellen von lebenden Tieren, von Fossilien und Knochen, archäologische Funde, Spezialaufnahmen u. dgl. gehören in den Begleittext der Karte. Die Darstellung der Höhle erhält einen besonderen Hinweis.

Man beachte: Je länger man zuwartet, umso mehr werden sich nationale Signaturen einbürgern; umso schwieriger wird es sein, eine allgemeine, verbindliche Signaturrenliste aufzubauen, die von allen Gesellschaften angenommen werden kann.

ANWENDUNGSBEISPIELE - Exemples:



# DIE HÖHLE

## ZEITSCHRIFT FÜR KARST- UND HÖHLENKUNDE

Erscheint vierteljährlich. Die bisher erschienenen Jahrgänge sind mit Ausnahme einzelner Hefte der Jahrgänge 1951, 1957 und 1958 noch lieferbar.

Jahrgänge 1950 und 1951, je	öS 10.-	DM 2,30
Jahrgänge 1952 bis 1957, je	öS 12.-	DM 2,50
Jahrgänge 1958 bis 1962, je	öS 15.-	DM 3,--
Jahrgänge 1963 bis 1966, je	öS 25.-	DM 4,50
Jahrgänge ab 1967 je	öS 35.-	DM 6,--

### WISSENSCHAFTLICHE BEIHEFTE ZUR ZEITSCHRIFT "DIE HÖHLE"

Heft 1: G. KYRLE, Die Höhlen der Insel Capri, 48 S., Wien 1953	öS 10.-	DM 2,30
Heft 2: H. TRIMMEL, Internationale Bibliographie für Speläologie, Jahr 1950, 62 S.	öS 25.-	DM 5,--
Heft 3: H. TRIMMEL, Internationale Bibliographie für Speläologie, Jahr 1951, 72 S.	öS 25.-	DM 5,--
Heft 4: H. TRIMMEL, Internationale Bibliographie für Speläologie, Jahr 1952, 72 S.	öS 30.-	DM 6,--
Heft 5: H. TRIMMEL, Internationale Bibliographie für Speläologie, Jahr 1953, 80 S.	öS 30.-	DM 6,--
Heft 6: H. TRIMMEL, Internationale Bibliographie für Speläologie, Jahr 1954, 96 S.	öS 30.-	DM 6,--
Heft 7: H. TRIMMEL, Internationale Bibliographie für Speläologie, Jahr 1955, 92 S.	öS 30.-	DM 6,--
Heft 8: H. TRIMMEL, Internationale Bibliographie für Speläologie, Jahr 1956, 126 S.	öS 50.-	DM 8,50
Heft 9: H. TRIMMEL, Internationale Bibliographie für Speläologie, Jahr 1957, 112 S.	öS 50.-	DM 8,50
Heft 10: H. TRIMMEL, Internationale Bibliographie für Speläologie, Jahr 1958, 128 S.	öS 50.-	DM 8,50

Bestellungen sind zu richten an den Verband österreichischer Höhlenforscher, Obere Donaustraße 99/7/1/3, A-1020 Wien, Österreich.

AKTEN

\*\*\*\*\*

- Band A : Zusammenfassungen der Vorträge. 88 S., Wien 1961      öS 20.-- DM 3.50
- Band B: Programm des Kongresses und kurzer Exkursionsführer, 96 S., Wien 1961.      öS 20.-- DM 3.50
- Band C: Speläologisches Fachwörterbuch, 112 S., Wien 1965      öS 60.-- DM 10.--
- Band I: Ablauf der Kongreßveranstaltungen (Protokolle der allgemeinen Sitzungen, Teilnehmerverzeichnis u. a. m.)  
119 Seiten, 4 Bildtafeln, 3 Höhlenpläne      öS 50.-- DM 9.--
- Band II: Vorträge der Sektion I (Geospeläologie, Karstmorphologie und physische Höhlenkunde). 292 Seiten, 14 Bildtafeln, zahlreiche Figuren im Text, 3 Faltpläne, 1 Planbeilage      öS 140.-- DM 25.--
- Band III: Biospeläologie (Vorträge der Sektion II),  
148 Seiten, 4 Bildtafeln, Wien 1964      öS 90.-- DM 15.--
- Band IV: Speläopaläontologie, Anthropospeläologie, Technische Speläologie (Vorträge der Sektionen III und IV, sowie der Fachsitzungen über die Themenkreise a und d), 118 Seiten, 7 Bildtafeln, 1965      öS 90.-- DM 15.--
- Band V: Karsthydrographie, Speläomorphologie (Vorträge der Fachsitzungen über die Themenkreise b und c, sowie Sitzung der Kommission für Terminologie und konventionelle Zeichen), 184 Seiten, 7 Bildtafeln, 3 Planbeilagen, Wien 1966      öS 140.-- DM 25.--

Die Serie ist mit den angeführten Bänden abgeschlossen.

Bestellungen sind zu richten an den Verband österreichischer Höhlenforscher,  
Obere Donaustraße 99/7/1/3, A-1020 Wien, Österreich.

Die Akten des Ersten Internationalen Kongresses für Speläologie (Paris 1953) (4 Bände) sind zum Preise von 95 F erhältlich bei:  
Librairie du Muséum National d'Histoire Naturelle,  
36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, F-75, Paris Ve, France

Die Akten des Zweiten Internationalen Kongresses für Speläologie (Bari-Lecce-Salerno 1958) sind erhältlich bei:  
Dr. Franco Anelli, Direttore della Grotta di Castellana,  
Castellana-Grotte, provincia di Bari, Italia.





