

FORSCHUNGSERGEBNISSE ZUM GRABENSTETTER GROßHÖHLENSYSTEM

Rainer Witzig und Ulrich Winter

Inhaltsangabe

Zusammenfassung

Einleitung

Färbversuche

Niederschläge-Hochwasser-Einzugsgebiet

Messungen und Beobachtungen im Einzelnen

I.) Hochwasser vom 17.6.-19.6.1978 (Abb. 5)

II.) Hochwasser vom 13.-19.6.1987 (Abb. 8)

Überlegungen zum GGH-System anhand von Schnitten

Gang- und Raumauswertungen der Falkensteiner Höhle, Tiefer Siphon bis Eingang

1. Tiefer Siphon bis EV (MP C0-C60)

2. EV bis T-See (MP A0 - A78)

3. T-See bis Lehmwände (MP A78-MP B3)

4. Lehmwände-Stuttgarter Block-Großer Wasserfall (MP B0 - B14)

5. Stuttgarter Block bis I. Siphon (Wasserfallstrecke, MP B5 - MP B77)

6. Siphon bis Eingang (MP B77 - MP B106)

7. Elsachbröller und Büchelbrunner Bröller

Schluß

Dank

Literaturverzeichnis

Zusammenfassung

Das Grabenstetter Großhöhlensystem (GGH-System) liegt im Gebiet der Erkenbrechtsweiler Berghalbinsel und ihres Verbindungsstückes zur Schwäbischen Alb (Abb. 1). Nicht nur wegen seiner Gesamtlänge von ca. 8000m ist es von herausragender Bedeutung für alle Bereiche der speläologischen Wissenschaften im süddeutschen Raum. Die vorliegende Arbeit soll an einigen Punkten die Vielfältigkeit, die ein solches Höhlensystem enthält, aufzeigen und einige Forschungsergebnisse und Folgerungen darstellen:

Färbversuche, Niederschläge und Abfluß, Hochwasserverhalten, Einzugsgebiet, Betrachtungen zum GGH-System anhand von Längsschnitten und Auswertung einzelner Gangabschnitte der Falkensteiner Höhle.

Eine der wesentlichen Folgerungen aus den vorliegenden Ergebnissen ist, daß die heute bekannten Höhlenteile des GGH-System nicht "in einem Zug", sondern "vielphasig" entstanden sind. Es ergibt sich, daß die früher festgesetzte Altersreihenfolge (BINDER 1989, VILLINGER 1986): hochliegend = alt - tiefliegend = jung auch umgekehrt vorliegen kann, nämlich "oben jung" und "unten alt". Es zeigt sich ferner, daß mit der Flußgeschichte im Arbeitsgebiet die Entstehung älterer Entwicklungsabschnitte (und damit der überwiegende Teil) des GGH-System nicht in Einklang zu bringen ist. Dies ist ein Zeichen dafür, daß diese Entwicklungsabschnitte vor dem Einschneiden der heute bekannten Fluß- und Trockentäler (rheinisch oder donauwärts) begonnen haben. Dies bedeutet ein Alter von mindestens 8 Mio. (Molasse) bis etwa 25 Mio. Jahren (vor Urach-Kirchheimer Vulkanismus).

Einleitung

Seit Anfang der 70er Jahre betreiben wir Forschungen im Gebiet des GGH-Systems. Nachdem dazu zunächst die Falkensteiner Höhle (=FH) 7422/02 und der Elsachbröller (=EB) 7422/20 gehörten (HASENMAYER&WUNSCH 1966, PECHOLD 1977, WINTER/ WITZIG 1984), wurde später auch der Büchelbrunner Bröller (=BBB) 7422/22 als zum GGH-System gehörend betrachtet (WINTER 1988).

Färbversuche

Die Färbversuche im Arbeitsgebiet sind in Tabelle 1 zusammengestellt, z.T. in der Übersichtskarte (Abb. 1b) und z.T. in der Übersicht "Elsachbröller" (Abb. 2) eingetragen.

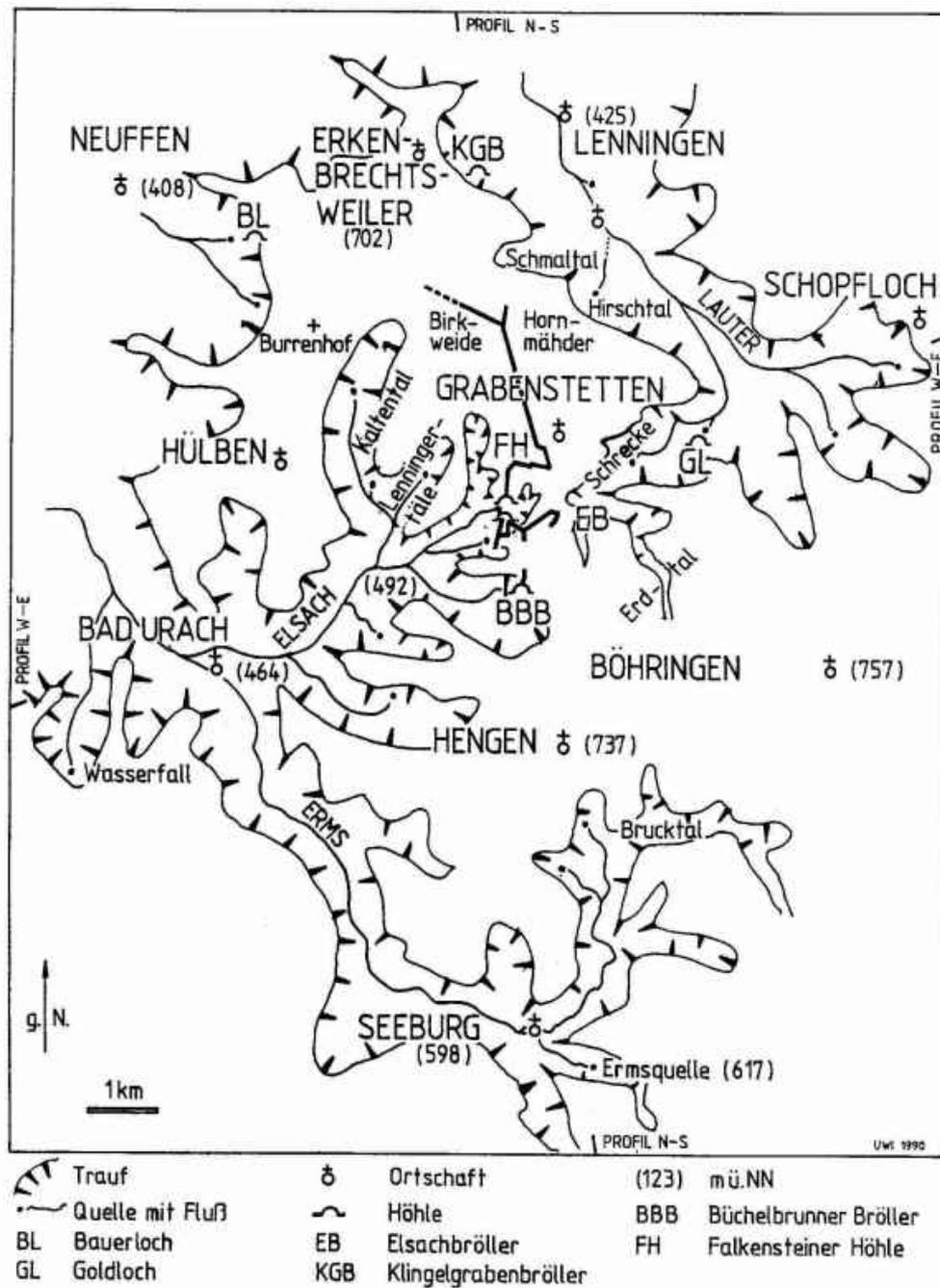
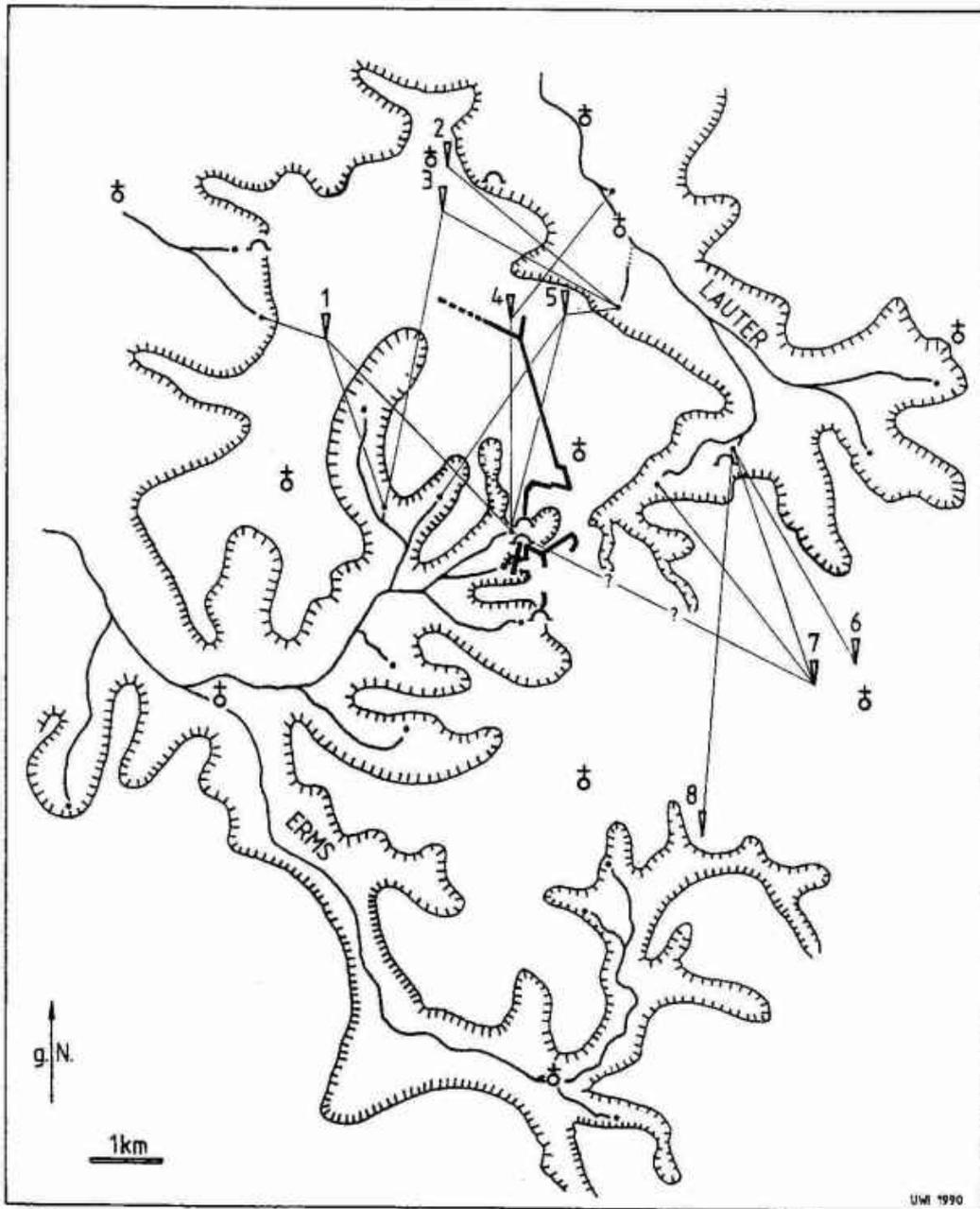


Abb. 1 a) Grabenstetter Großhöhlensystem mit Umgebung, nach der Topographischen Karte 1 : 50 000 L 7522 Bad Urach; Höhlenpläne nach Plänen von Arge Berg, Arge Grabenstetten, HHV Laichingen, J. HASENMAYER, M. MEYBERG, J. SCHNEIDER.



LWI 1990

2 — Färbung (Eingabestelle, Nr. lt. Tabelle, Fließstrecke/Luftlinie, Quelle)

Abb. 1 b) Färbungen im Gebiet des Grabenstetter Großhöhlensystems.

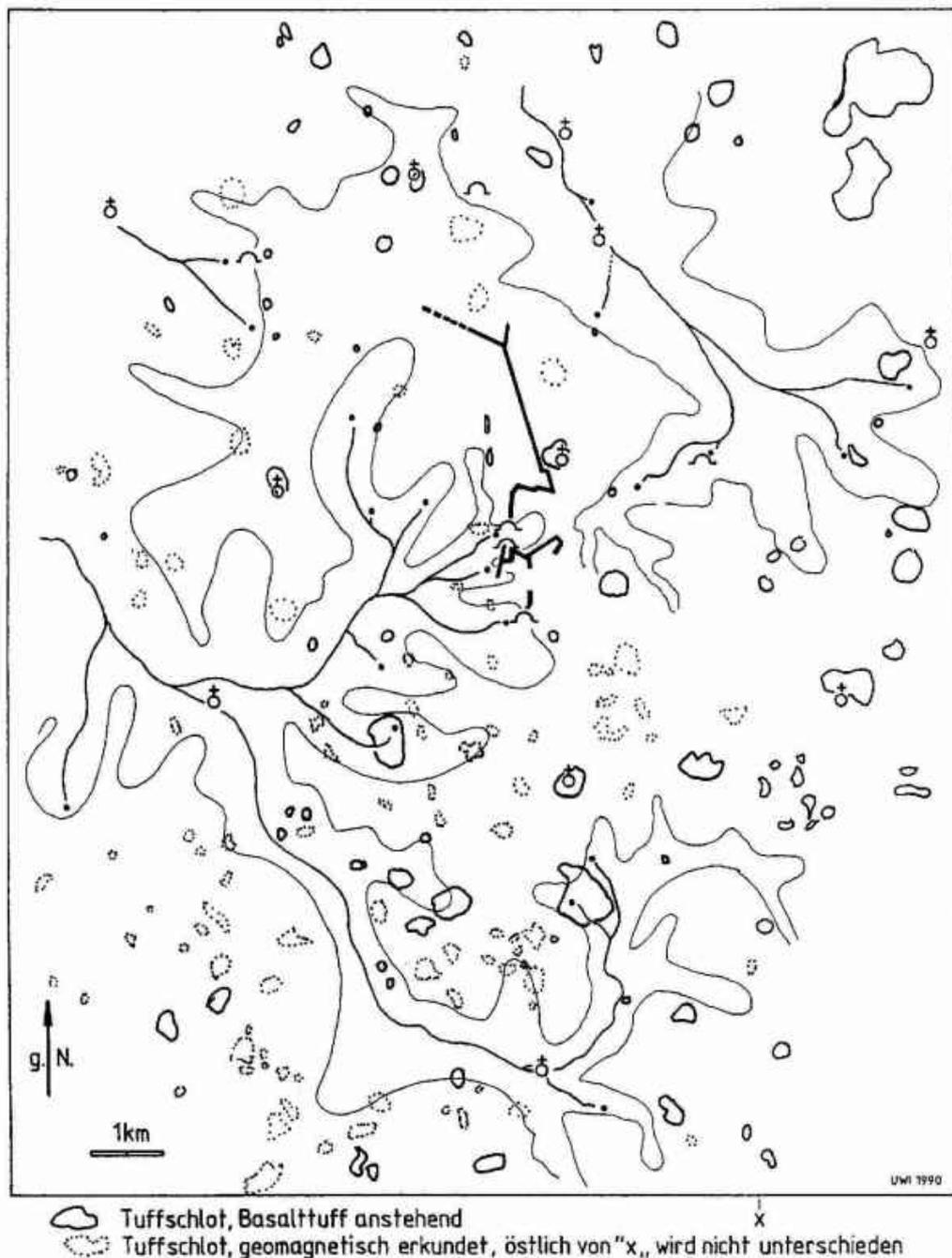


Abb. 1 c) Grabenstetter Großhöhlensystem und Schwäbischer Vulkan nach den Geologischen Karten 1 : 25 000 7422 Lenningen und 7522 Bad Urach und nach der Karte der vulkanischen Vorkommen der Mittleren Schwäbischen Alb und ihres Vorlandes 1 : 100 000 von O. MAUSSNEST.

Nr.	Literatur	Datum	Eingabe	Austritt	1	2	3
1	GROSCHOPF (1965)	20.04.64	Burrenhof	Quelle Gwenden Quelle Kaltental FH Hangquelle	1000 2200 3500	30 26 4	33 85 <u>875</u>
2	BAUER (1961)	15.06.60	Erkenbr.-weiler (N)	Quelle Hölloch (Hirschtal)	3100	87	35
3	BAUER (1961)	15.06.60	Erkenbr.-weiler (S)	Quelle Hölloch Quelle Kaltental	3100	87	35
4	BAUER (1961) BAUER (1961)	28.08.59 15.06.1966	Birkweide Birkweide	wegen Trockenheit kein Farbaustritt FH Hangquelle Lenningen	 2700 2100	 72 78	 37 27

5	BAUER (1965) GROSCHOPF (1964)	24.02.64	Hornmäher	FH-Hangquelle 1) FH-Hangquelle 2) Quelle Hölloch Lenninger Täle	3000 3000 500 3000	4,25 12,25 7,25 48	<u>705*</u> 245 70 62
6	BINDER (1965)	08.03.62	Böhringen(E)	Goldloch	3600	34	106
7	BINDER (1965)	20.02.64	Böhringen(W)	Goldloch Quelle Schrecke FH-Hangquelle	3600 3600 7000	33,5 33,5 100	107 107 <u>70*</u>
8	VILLINGER (1978)	?	Hengen (E)	Goldloch	?	?	?

Tab. 1 a) Großräumig angelegte Färbungen, die das GGH-System betreffen:

Es bedeuten:

(1) Entfernung Eingabestelle - Austritt in [m]

(2) Laufzeit der Färbung in [h]

(3) Fließgeschwindigkeit in [m/h]

*: gleiche Austrittszeit, siehe Text folgende Seiten

Nr.	Literatur	Datum	Eingabe	Austritt	1	2	3
9	BINDER in GROSCHOPF (1966)	12.08.65	FH 1. Siphon FH 1. Schluckl.	FH 1. Schluckloch FH Hangquelle	277 175	1,6 2	173 87
10	WINTER/WITZIG (1978)	17.06.78	FH Letzte Ölung	FH 1. Schluckloch (Luftlinie) (Gangstrecke)	1170 2090	2 2	585 1045
11	GROSCHOPF (1966)	22.02.66	Elsachbröller, Tunnel	Elsachquellen Wiesenquelle Flutloch Wadelbrunnen FH Hangquelle	200 480 500 600 325	2,5 3,5 3 5,25 3,5	80 <u>>160</u> 166 114 <u>>108</u>
12	WINTER/WITZIG (1981)	31.10.81	Elsachbröller, Untergang	Wadelbrunnen- Schacht	300	0,5-1,75	171-600
13	WAGNER, H. (1987)	13.06.87	Elsachbröller, Tunnel	Elsachquellen	150	0,25-0,5	300-600
14	STEPHAN (1973)	1967	Büchelbrunner Bröller, 1. Siphon	Talquellen	150	1	150

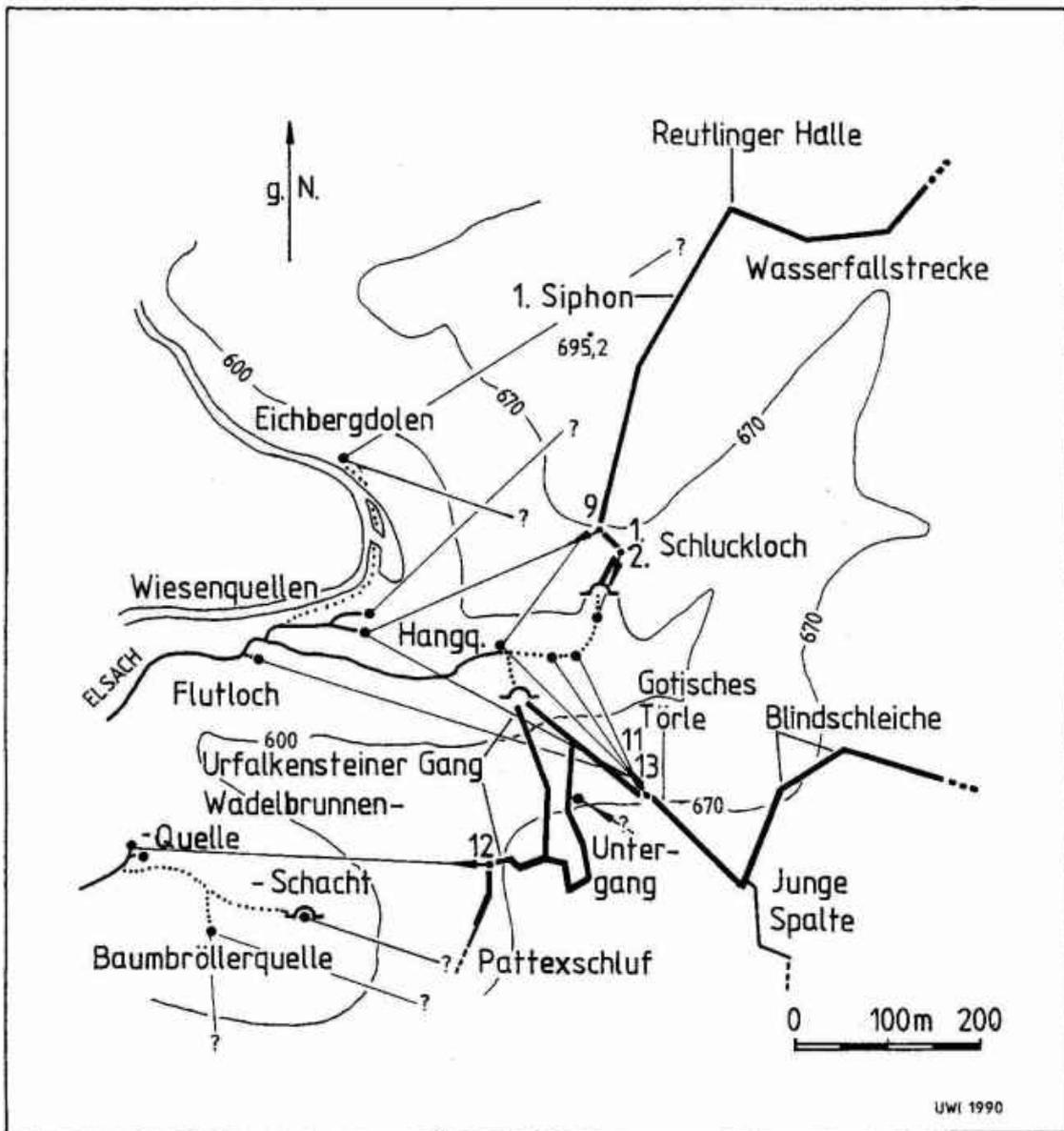
Tab. 1 b) Detail. Färbungen aus dem Grabenstetter Großhöhlensystem

Es bedeuten:

(1) Entfernung Eingabestelle - Austritt in [m]

(2) Laufzeit der Färbung in [h]

(3) Fließgeschwindigkeit in [m/h]



- Schluckloch mit Fließrichtung und Quelle (Nr. lt. Tabelle)
- ~ Höhle
- ⋯ Hochwasserlauf

Abb. 2: Übersichtskarte Elsachbröller, Falkensteiner Höhle (bis Wasserfallstrecke) und oberes Elsachtal mit Abflußrichtungen (Färbungen).

Da das obere Elsachtal wasserwirtschaftlich nicht genutzt wird, verwundern die wenigen Färbeversuche nicht: Böhringen-Goldloch und Erkenbrechtsweiler-Kaltental können als "wasserwirtschaftlich" eingestuft werden. Die Färbeversuche von BAUER 1964 und GROSCHOPF 1966 sind eher "nur" auf die Höhlen bezogen. Zwischen der Ermsquelle und der Lauterquelle gibt es ansonsten sehr wenige Färbeversuche, und genau hier liegt das GGH-System. Deshalb wäre bei mancher Färbung, die eher aufs Blautopfsystem abzielte, interessant gewesen, ob in diesem Bereich nicht auch Quellen ansprechen. Vielleicht lassen sich diese Quellen bei zukünftigen Färbeversuchen berücksichtigen. In Tabelle 1 sind außer Eingabe- und Austrittsstellen auch die errechneten Fließgeschwindigkeiten angegeben. Bemerkenswert ist der Unterschied zwischen Hoch- und Niederwasser z.B. BAUER 1960 (37m/h) und 1964 (360m/h), die Fließgeschwindigkeit stieg um fast das 10-fache an. Auch die Messungen WINTER/WITZIG 1978 (1045m/h), 1981 (171-600 m/h) und WAGNER 1987 (300-600m/h) sind Hochwassermessungen mit hohen Fließgeschwindigkeiten. Bei allen Messungen unmittelbar in einem Höhlenbach ergeben sich hohe Fließgeschwindigkeiten, so z.B. BINDER 1965 (188m/h) oder GROSCHOPF 1966 (160m/h); daß Wasser in hindernisfreien, vadosen und größeren Höhlengängen schneller fließt als in engen Spalten, verstürzten Gängen oder gar im Hangschutt oder in Schotterfüllungen der Täler, ist einleuchtend. Die Fließgeschwindigkeit V_F in vadosen Gefällstrecken erreicht höchste Werte: z.B. Wasserfallstrecke (WFS): $D_h=16m$; im Unterschied dazu die Riffstrecke (RS) $D_h=4m$; da $V_F \sim f \cdot \sqrt[3]{2g \cdot D_h}$ ergibt sich ein Verhältnis in diesem Fall von 4:2 für V_F WFS : V_F RS. Hohe Fließgeschwindigkeiten sind damit ein Zeichen für großräumige

herrührt. Das Einzugsgebiet des EB kann demnach bei Hochwasser bis Böhringen reichen. Allerdings sollte hier ein erneuter, genau geplanter Färbversuch Böhringen- Goldloch-Elsachbröller-Wadelbrunnen-Büchelbrunnen das genaue Verhalten abklären !

Eine genauere Abgrenzung der heutigen Einzugsgebiete von Bauerloch (7422/07), FH und Kaltental steht noch aus. Während die Färbversuche für die FH "großräumig" sind, gibt es für den EB eine Reihe von einzelnen Färbungen, vor allem GROSCHOPF (1966) hat erste Daten geliefert (Tab. 1, Abb. 2). Insbesondere konnte er zeigen, daß Wasser aus dem EB unter dem Elsachtal hindurchfließt und in der Wiesenquelle und in den Hangquellen austritt (Abb. 2, Nr. 11).

Außerdem wird der "Urfalkensteiner Gang" gekreuzt und das Wasser erscheint im Flutloch (Abb. 2). Das Schluckloch im Urfalkensteiner Gang (Abb. 2, Nr. 12) hat Verbindung zur Wadelbrunnenquelle, während der Wadelbrunnenschacht aus dem Pattexschluf gespeist wird. Wie der auf der Talgegenseite des Wadelbrunnenschachts liegende Baumbröller hydrologisch einzuordnen ist, bleibt unklar; er spricht jedoch ab einem bestimmten Wasserstand im EB an, so daß er mit diesem zusammenzuhängen scheint (WAGNER 1987).

Somit wird der EB mindestens 5-fach von der Elsach angeschnitten, wobei die Quellen im Elsachbett oberhalb des EB-Eingangs als eine Stelle gewertet werden; umgekehrt sind die übrigen Austritte auch nicht nur Punkte, sondern teilweise eine Reihe von Austritten ("Mauslochverkarstung" nach HASENMAYER 1989).

Diese engspaltigen und kleinräumigen Abflußverhältnisse sind sichere Anzeichen, daß das Elsachtal hier jünger als die Höhlen ist, so daß es als alter Vorfluter ausscheidet.

Niederschläge-Hochwasser-Einzugsgebiet

Einzugsgebiete von Quellen oder Pegelmeßstellen werden gewöhnlich aus den langfristigen Mittelwerten von Niederschlag N und Abfluß Q (= Schüttung) nach der Formel

$$\text{Einzugsgebiet } A = Q / (N - V) \text{ [km}^2\text{]}$$

berechnet, wobei V = Verdunstung sich sehr stark verändern kann, abhängig z.B. von der Stetigkeit der Niederschläge, aber auch vom Boden bzw. der Bodenbedeckung. Verknüpft man diese Rechnung mit Färbversuchen, so läßt sich das Einzugsgebiet einigermaßen gut bestimmen; richtigerweise muß das Einzugsgebiet als mittleres Einzugsgebiet des Jahres oder Zeitraums angegeben werden, z.B. A₇₈.

Dabei besteht auch die Möglichkeit von kürzeren Zeitabschnitten die Einzugsgebiete zu bestimmen. Die erste Berechnung für die Falkensteiner Höhle lieferte BINDER 1964:

$$A_{1964} = 5,5 \text{ km}^2$$

Von 1975-1987 konnten wir selbst mehrere Meßreihen von Hochwasserabflüssen ermitteln und daraus eine Einzugsgebietsabschätzung erstellen:

7422	/02 FH			/20 EB			/22 BBB			/04 GL		
	N	M	H	N	M	H	N	M	H	N	M	H
ND [l/s*km ²]		67	187		67	187		67	187		67	187
V [l/s*km ²]		33	57		33	57		33	57		33	57
NG - V	19	34	130	19	34	130	19	34	130	14	34	130
Q [l/s]	30	400	1700	20	300	1500	50	200	1000	100	440	2700
A [km ²]	1,5	11,7	13,1	1,1	8,8	11,5	2,6	5,8	7,6	7,1	12,9	20,7

Tab. 2: Abschätzung des Einzugsgebiets der Falkensteiner Höhle (FH), Elsachbröller (EB), Büchelbrunner Bröller (BBB) und Goldloch (GL)

Die Abkürzungen bedeuten: N = niederer Wasserstand; M = mittlerer Wasserstand; H = hoher Wasserstand; ND = Niederschlag; V = Verdunstung; Q = Quellschüttung; A = errechnete Fläche des Einzugsgebietes nach der Formel: $A = Q / (N - V)$

Das wichtigste Ergebnis: das Einzugsgebiet ist keine gleichbleibende Zahl, sondern eine Größe, die z.B. von Q, N und V abhängt. Das nächstwichtigste Ergebnis: die Einzugsgebiete vergrößern sich mit zunehmendem Hochwasser.

Für diese Beobachtungen wenden wir das Modell nach Abb. 3 an (ki-ox-Systeme): Bei Niedrigwasser liegen zwei hydrologisch getrennte Systeme, nämlich ox- und ki-Systeme vor; bei steigendem Hochwasser verkräften die ox-Systeme die Wassermengen nicht, während die großräumigen ki-Systeme den Abfluß ohne Schwierigkeiten bewältigen. Wenn die ox-Systeme "gefüllt" sind, steht der Überlauf der ki-Systeme zur Verfügung, es ergibt sich eine Einzugsgebietvergrößerung und Überlappung. Außerdem kommt hinzu, daß trockenliegende Gangteile der ki-Systeme bei Hochwasser wasserführend werden und damit das Einzugsgebiet nochmals vergrößern. Dieses Modell bedarf sicher weiterer Verfeinerungen. Der Bereich des GGH-System ist dafür ein gutes Meßgebiet, da es durch die Erkenbrechtsweiler Berghalbinsel nach drei Richtungen hin begrenzt wird. Trotzdem sind Wirkungen aus randnahen Gebieten, die man auf den ersten Blick nicht erwarten würde, in die Überlegungen miteinzubeziehen: z.B. ist noch ungeklärt, welche Wasserflüsse über die "Landbrücke", die die Erkenbrechtsweiler Berghalbinsel mit der Restalb verbindet, ins GGH-System einmünden. Aus den Färbungen BINDER 1965 (Abb. 1a, Nr. 7) und BAUER 1964 (Abb. 1a, Nr. 5) ergibt sich, daß Wasser aus Böhringen nach 4 Tagen in der Hangquelle gegenüber dem Elsachbröller ausgetreten sein kann. Die Fließgeschwindigkeit liegt mit 70m/h im normalen Bereich.

Messungen und Beobachtungen im Einzelnen

Über die Niederschläge im Bereich des GGH-System gibt es keine genaueren Aufzeichnungen als die der Wetterstationen Neuffen und Schopfloch. Eine Meßstation in Erkenbrechtsweiler wurde leider aufgegeben, sie würde wohl die aussagekräftigsten Werte liefern. Das beste wäre ein Netz von mehreren Niederschlagsmeßstellen, um auch "Platz"-Regen u.ä. örtliche Niederschlagsereignisse auswerten zu können. Die mittleren Niederschläge ergeben sich aus dem Mittel zwischen Neuffen und Schopfloch oder aus einer Isohyetenkarte.

Über die Verdunstung liegen keine eigenen Meßwerte vor. So wurden Literaturwerte (VILLINGER 1974, ca. 50%) verwendet und Näherungswerte für bestimmte Wetterlagen, z.B. wird bei mehrtägigem Dauerregen die Verdunstung auf kleine Werte um 30% vom Niederschlag absinken.

Die Abflußmessungen sind zweigeteilt. Zum einen die Flußpegel Erms (Uracher Bleiche) und Lenninger Lauter (Wendlingen), deren Werte uns von den Wasserwirtschaftsämtern Reutlingen und Kirchheim zur Verfügung gestellt wurden.

Zum anderen die "Höhlenabflüsse": brauchbare Meßwerte gibt es

a) vom Eingangsbereich FH, über Wasserstände und Fließgeschwindigkeiten konnte der durchflossene Rauminhalt pro Zeiteinheit berechnet werden (Abb. 4);

b) vom Abfluß Wadelbrunnen-Baumbröller, der in einem Rohr gefaßt ist und ebenfalls als Rauminhalt pro Zeiteinheit gemessen wurde (WAGNER 1987). Alle anderen Meßwerte aus Höhlen sind "Einzelmeßwerte" (Tab. 3), sowohl Rauminhalte x Geschwindigkeit, Schleifsackfüllungen in bestimmten Zeiten als auch "Augenmaßschätzungen". Die Werte fürs Goldloch (7422/04) stammen aus BINDER (1989).

Aus dem Gesagten ergibt sich, daß die Meßwerte mit Vorsicht zu beurteilen und auch so zu verwenden sind. Der Wunschtraum, an allen Meßstellen zeitabhängige und selbstaufzeichnende Pegel einrichten zu können, läßt sich vielleicht in nicht allzu ferner Zukunft verwirklichen. Trotzdem ist mit dieser ersten vorgelegten Zusammenstellung der Werte und auch mit ihrer Verknüpfung ein "Anfangsschritt" in der Sache überhaupt gemacht. Würden nur Wasserstände in cm ermittelt und dargestellt, der Fehler liegt bei 1%, die Aussagen wären dieselben. Durch die Ermittlung von Schüttungsmengen [l/s] wächst der Ergebnisfehler auf 10-20% an, an der Aussage ändert sich nichts.

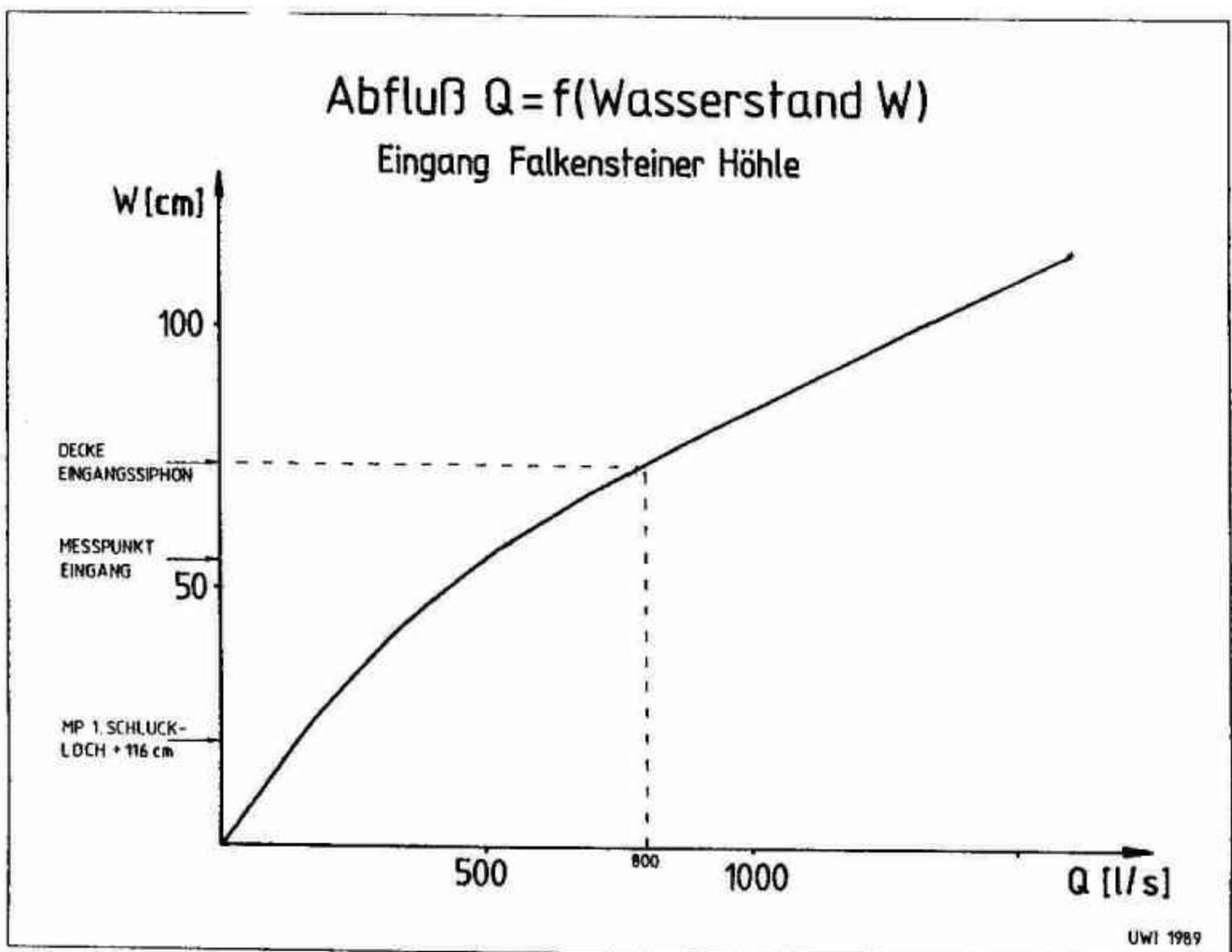


Abb. 4: Pegelschlüsselkurve für die Falkensteiner Höhle, Eingangsbereich.

Über die Schüttungsmenge ist jedoch erst die Verknüpfung mit den Niederschlägen möglich. In diesem Bewußtsein, daß hier keine "computergenaue" Werte vorliegen, möge der geneigte Leser sich trotzdem und erst recht mit den Folgerungen daraus befassen; zunächst einige Werte:

Niederschläge: Jahresmittel (1921-1930): 950 mm --> 30,1 l/(s*km²) VILLINGER 1974

Jahresmittel (1956-1969): 1000 mm --> 31,7 l/(s*km²) VILLINGER 1974
 Verdunstung: Jahresmittel (1921-1930): 540 mm --> 17,1 l/(s*km²) VILLINGER 1974
 Jahresmittel (1956-1969): 570 mm --> 18,1 l/(s*km²) VILLINGER 1974

Punktuelle Schüttungsmessungen:

6. See	228	l/s	25.02.78	WITZIG 1978
Sarggang	353	l/s	25.02.78	WITZIG 1978
Hangquelle	134	l/s	07.10.78	WITZIG 1978
Wadelbrunnen	42	l/s	07.10.78	WITZIG 1978
Seequelle	48	l/s	07.10.78	WITZIG 1978
Eiseleversturz	10	l/s	22.07.79	WINTER/WITZIG 1979
gr. Wasserfall	20	l/s	22.07.79	WINTER/WITZIG 1979

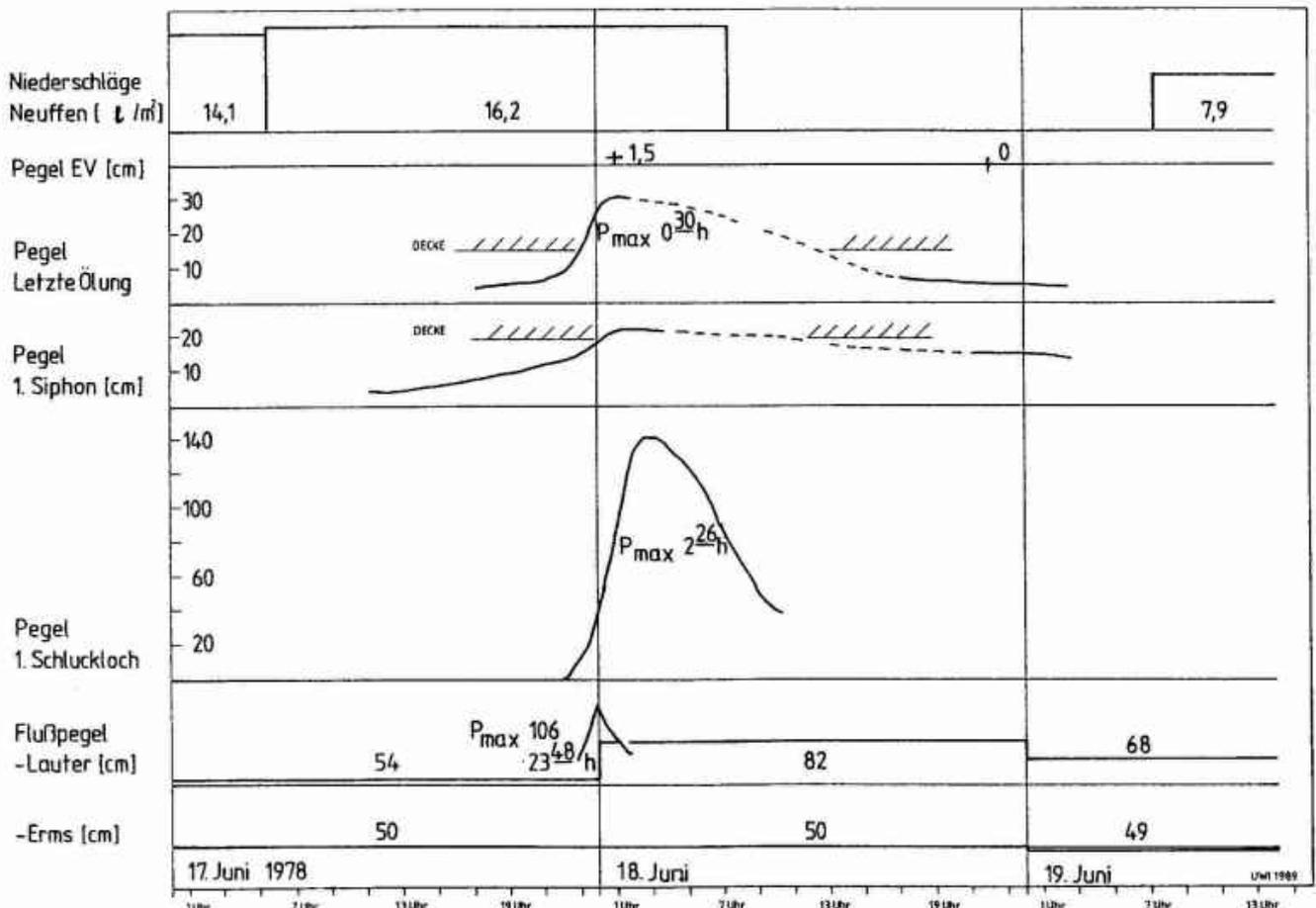
Tab. 3 Zusammenstellung einiger wichtiger Meßwerte.

Die Schüttungsmessungen wurden nach der Volumen/Zeit-Methode vorgenommen. Die Messungen 1978 fanden bei Hochwasser statt.

Von 1974 - 1987 konnten wir ca. 200 Wasserstandsberichte für die FH erstellen. Zu diesen haben wir für ca. 10 längere Zeitabschnitte die Niederschläge und Flußpegel zusammengestellt. Leider fehlen oft vergleichende Angaben zu benachbarten Höhlen und Quellen wie z.B. Goldloch, Bauerloch oder Klingelgrabenbröller. Aus diesen Abschnitten haben wir zwei herausgegriffen und stellen sie hier ausführlich vor.

I.) Hochwasser vom 17.6.-19.6.1978 (Abb. 5)

Das Jahr 1978 war ein recht "Hochwasser-freudiges" Jahr; dieses Hochwasser war bereits das 6. oder 7., das in diesem Jahr beobachtet wurde. Es dauerte, bezogen auf die Letzte Ölung (LÖ) ca. 24 Stunden, am Höhlenportal trat das Wasser nur über 4 Stunden aus. Dies zeigt, daß so manches Hochwasser gar nicht bemerkt wird. Nach verschiedenen Beobachtungen können (z.B. ENGEL 1967/1991) jährlich bis zu 20 HW und mehr stattfinden.



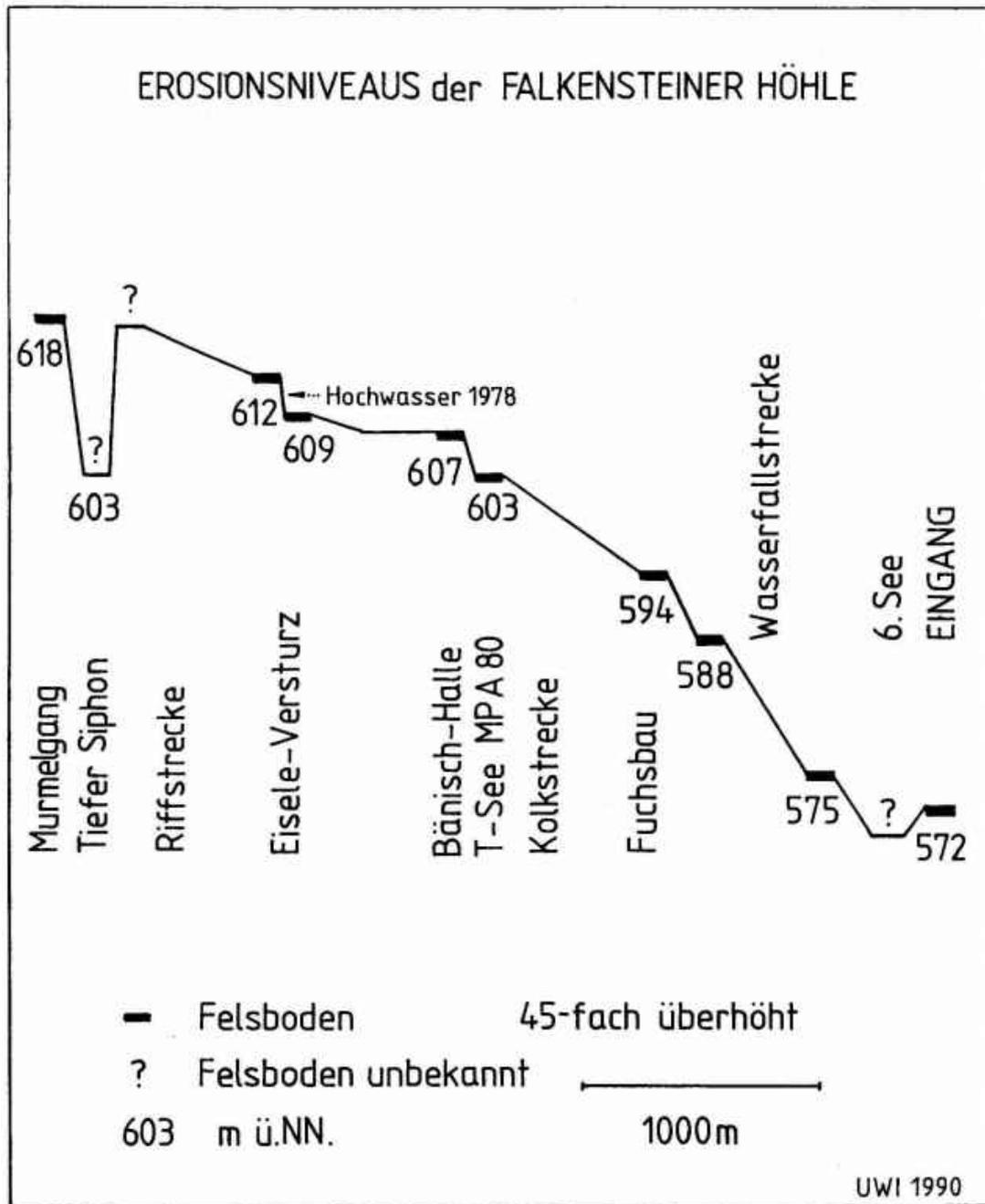


Abb. 6 Erosionsniveaus in der Falkensteiner Höhle.

- 1.) Niederschläge lt. Station Neuffen und eigene Beobachtungen, am 17.6. 19 Uhr bis 18.6. 3.30 Uhr starker Regen in Grabenstetten, allerdings ohne l-Angabe.
- 2.) Pegel Eisele-Versturz (EV): hier steigt das Wasser nur um 1,5 cm ! Ein Zeichen dafür, daß der EV-Boden bei mittlerem HW noch außerhalb des Überflutungsbereichs der Bänisch-Halle liegt, bei höchstem Hochwasser wird er aber bis 150 cm (!) überflutet (Abb. 6).

- 3.) Der Pegel Letzte Ölung (LÖ) verzeichnet einen raschen Anstieg auf ca. 30 cm und ein langsames Absinken. Eine Erklärung könnte sein, daß das Haupthochwasser aus dem Seitengang des Irrgartens kam (bei Normalwasser etwa 30% der Gesamtschüttung !). Dazu müßte der Regen nordöstlich von Grabenstetten niedergegangen sein, zumindest zu seinem größten Teil.
- 4.) Der Pegel am 1. Siphon steigt um 23 cm an. Zu beiden Pegeln ist zu sagen, daß sie nicht fortlaufend beobachtet wurden, die Spitze des Hochwassers dürfte bis zu 10 cm höher gelegen haben.
- 5.) Der Pegel am 1. Schluckloch wird dagegen andauernd gemessen. Er steigt um 140 cm an, der Höhlenbach tritt dann aus dem Eingang und schüttet ca. 400 l/s, dazu kommt der Abfluß vom 1. und 2. Schluckloch, wovon es nur Schätzwerte gibt, ca. 100-200 l/s.
- 6.) Der Pegel Lauter zeigt einen Höchststand von 106 cm am 17.6. um 23.48 Uhr an.
- 7.) Der Pegel Erms reagierte auf die Niederschläge überhaupt nicht.

Ergebnisse:

- a.) Der Hochwasserhöchstwert tritt zuerst im "oberflächennahen" Fluß, der Lauter, auf. Danach in der Höhle, d.h. der Fluß erhält bei Hochwasser zu Beginn hauptsächlich Oberflächenwasser, Karstwasser hat längere Fließ- und Verweilzeiten.
- b.) Dieses Hochwasser hatte ein sehr eng begrenztes Niederschlagsereignis als Auslöser (vergleiche Diskussion zu Punkt 3. oben), da nur die Lauter und nicht die Erms ansprach. Und dies, obwohl die Erms vom Schichtenfallen her etwas bevorzugt sein müßte.
- c.) Sicherheitsgesichtspunkte für Befahrungen ergeben sich aus dem sehr raschen Anstieg an der Letzten Ölung und am 1. Siphon. Dies zeigen auch Untersuchungen von ENGEL (1967/1991):

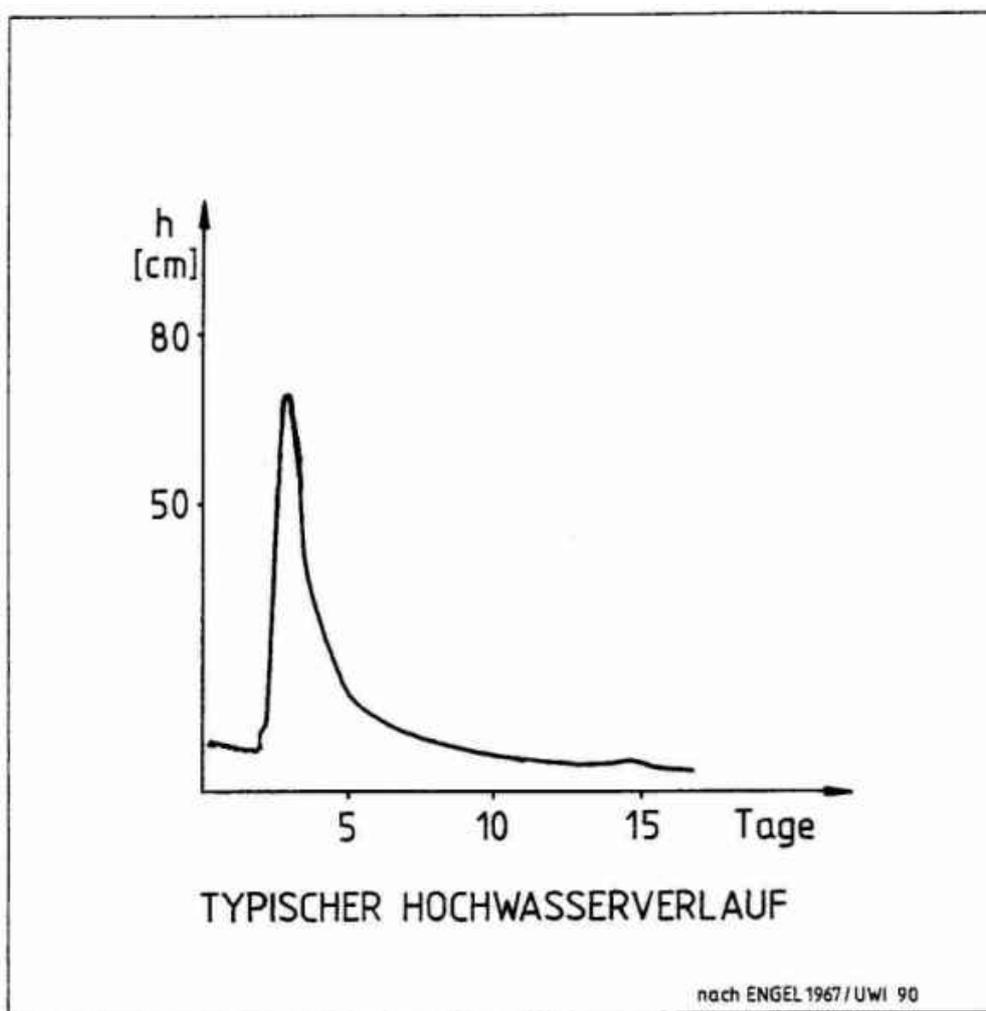


Abb. 7 Typischer HW-Verlauf in der Falkensteiner Höhle (nach ENGEL 1967/1991).

Schon "normale" Hochwässer bergen die Gefahr eines Einschlusses in der Höhle infolge Siphonbildung. Das Abfallen des Wasserspiegels (Abb. 7) kann langsam vor sich gehen. So wurden für LÖ und 1. Siphon schon über Wochen dauernde Überflutungen beobachtet.

d.) Ein bemerkenswertes Ergebnis, das sich aus dem Schaubild ablesen läßt, ist die Geschwindigkeit der Hochwasserspitze von LÖ bis 1. Schluckloch (SL) - von 0.30 Uhr bis 2.30 Uhr, 2 Stunden für ca. 2000 m Gangstrecke, also ca. 1000 m/h oder auf die Luftlinie von 1200 m bezogen, ca. 600 m/h. Im Vergleich zu anderen Werten aus Tab. 1 eine "Spitzen"-geschwindigkeit. Dabei handelt es sich um keine Stoßwelle, wie sie in Unterwasserstrecken vorkommt, sondern um eine "reine" Fließgeschwindigkeit. Auch bei Befahrungen vom EV nach draußen, Dauer 3-4 Stunden, wird man immer wieder vom trüben Wasser eingeholt, das entspricht ca. 1000 m/h Fließgeschwindigkeit.

II.) Hochwasser vom 13.-19.6.1987 (Abb. 8)

Auch bei diesem Hochwasser war der Boden schon mit Wasser gesättigt, als die Niederschläge in mehreren Abschnitten zu insgesamt 3 Hochwasserspitzen führten. Sie konnten am "Wadelbrunnenabfluß" gemessen werden. Am Eingang FH ließ sich die dritte Spitze nicht beobachten. Als Besonderheit kommt hinzu, daß vor Beginn dieses Hochwassers (am 13.-14.6.) im Elsachbröller ein Pumpversuch (WAGNER 1987) stattfand, der im Hochwasser "ertrank".

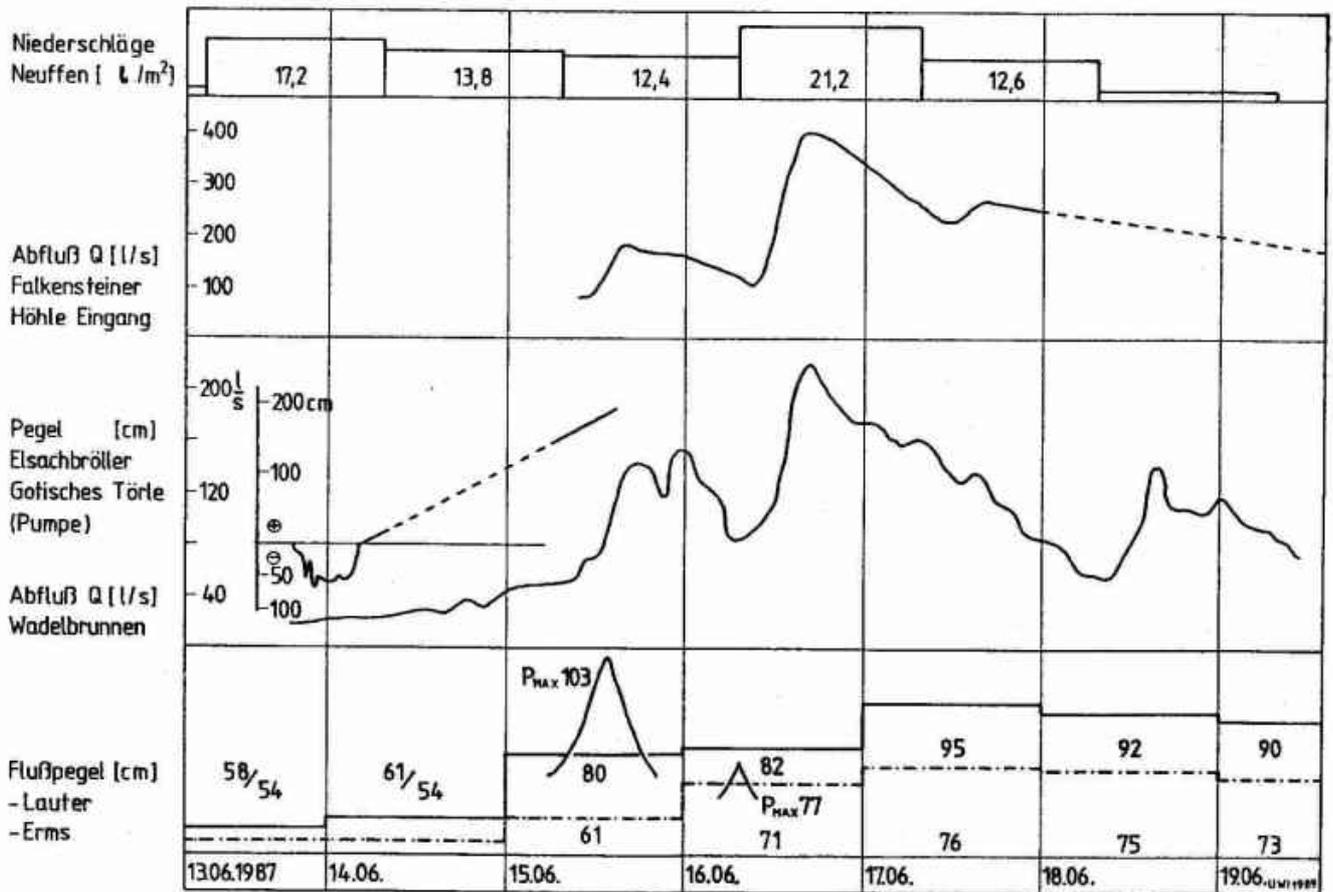


Abb. 8 Hochwasser vom 13.06.1987- 19.6.1987.

- 1.) Niederschläge laut Station Neuffen. Es wurden auch einzelne eigene Messungen gemacht, die aber zu unvollständig sind, um hier aussagefähig eingebracht werden zu können.
- 2.) Der Pegel am Eingang FH hatte seinen größten Abfluß mit ca. 400 l/s, dazu wieder der Abfluß vom 1. und 2. Schluckloch mit ca. 150 l/s, ergibt als $Q(\max) = 550$ l/s.
- 3.) Pegel Elsachbröller an der Pumpe (Gotisches Törle). Während bei Niedrigwasser die Pumpen gut absenkten (MAST T8 und T12, Gesamtförderung hier ca. 30-40l/s), waren sie ab 14.6. ca. 5.00 Uhr dazu nicht mehr in der Lage; der Pegel stieg auf über 2m über normal ! Anfangs bei noch laufenden Pumpen. Aus dem Abpumppegel läßt sich in 1. Näherung eine Abschätzung des Zuflusses im Elsachbröller Übergang am Gotischen Törle machen; der Zufluß betrug um 21 Uhr zwischen 45 und 55 l/s, der Abfluß am Wadelbrunnen zu diesem Zeitpunkt ca. 20 l/s. Diese Zahlen scheinen ins Gesamtabflußverhalten zu passen.
- 4.) Der Pegel am Wadelbrunnen gibt den gesamten Hochwasserverlauf wieder. Sein Wasser stammt zum größeren Teil sicher aus dem EB; es ist jedoch möglich, daß Wasser aus Süden, z.B. über den Baumbröller zufließt, Wasser, das aus dem Bereich des BBB stammen müßte. Eine genaue Abklärung der beiden Einzugsgebiete steht noch aus.
- 5.) Der Pegel Lauter zeigt den Höchststand am 15.6. um 14.15 Uhr mit 103 cm ($= 20$ m³/s), wobei das größte 24-h-Mittel erst am 17.6. gemessen wurde.
- 6.) Der Ermspegel zeigt den höchsten Wasserstand am 16.6. um 19.00 Uhr mit 77 cm ($= 8,6$ m³/s), das höchste Tagesmittel liegt auf dem 17.6. (76 cm). Dies zeigt nochmals die unterschiedlichen Niederschläge und daß die Erms bei weitem nicht so anspricht wie man es zunächst erwarten würde.

Ergebnisse:

- a.) Es wird der zeitliche Ablauf der Hochwasserspitzen bestätigt: zuerst Fluß, dann Karst.
- b.) In der Anfangsphase des Hochwassers fielen vereinzelt örtliche Niederschläge, während sie danach anhaltender blieben. Dies kann das Nichtauftreten der 3. Hochwasserspitze am Eingang FH erklären.
- c.) Eine nächste Überlegung betrifft die Speicherkapazität des EB-Systems. Beobachtet man den Wadelbrunnen, so fiel der Pegel innerhalb von ca. 48 h im vorliegenden Fall. Der Eingangsbereich des EB wurde bei keinem der beschriebenen

Hochwasser überflutet; hier tritt das Wasser erst auf, wenn der "Untergang" und der "Urfalkensteiner Gang" gefüllt sind. Dann können als Q (max) am EB Eingang (Abfluß Rohr) bis zu 800 l/s und mehr beobachtet werden, der Gesamtsachbröller erreicht Schüttungswerte bis ca. 1500 l/s, ähnliche Werte wie die Falkensteiner Höhle; dies bedingt auch, daß die beiden Einzugsgebiete annähernd gleich groß sind. (Vgl. auch Tab. 2).

d.) Das unterschiedliche Ansprechen von Erms und Lauter auf die Hochwasser kann zum einen an der unterschiedlichen Lage der Pegel im Verhältnis zum Gesamtfluß liegen, die Einzugsgebiete sind für die Erms Pegel Urach Bleiche 109^2 km (Abflußmittel $2,15 \text{ m}^3/\text{s}$) und für die Lauter Pegel Wendlingen 189^2 km (Abflußmittel $2,82 \text{ m}^3/\text{s}$). Aber auch das Niederschlagsverhalten ist unterschiedlich: von Neuffen-Hochfläche Erkenbrechtweiler bis Schopfloch steigt der Trauf in 2 Stufen, so daß nochmals stärkere Niederschläge über dem Einzugsgebiet der Lauter zu erwarten sind.

Eine weitere Verfeinerung unseres Modells des GGH-System ist nun möglich. Für die FH ist das Einzugsgebiet bei Niedrigstwasser (ca. 30 l/s) etwa $1,5 \text{ km}^2$, das entspricht bei einer bekannten Ganglänge von 5000 m einem Streifen von 150 m Breite links und rechts des Höhlenganges. Dieses Einzugsgebiet vergrößert sich auf über 10 km^2 bei Hochwasser (ca. 1700 l/s), d.h. links und rechts ein je 1 km breiter Streifen.

Der Wasserzufluß verteilt sich bei Niedrigwasser zu etwa 10-20% (3-6 l/s) auf die Seitengänge, vor allem Stuttgarter SG und Lehmwand SG, 30% auf den Irrgarten SG, alle diese Seitengänge decken das östliche Einzugsgebiet ab, höchstens 5,1 km². 50-60% des Zuflusses entfallen auf den Hauptgang, der wiederum das meiste Wasser aus dem westwärts gerichteten Seitengang hinter dem Mürmelgang bei ca. 4000 m erhält. Der Hauptgang zieht ohne Wasserführung weiter, höchstens noch 1 km bis etwa zum "Schmaltal". Hier liegt sein ehemaliges Einzugsgebiet mit heute noch ca. 1,6 km². Entwässert wird es auch durch den KGB, das Schmaltal und den Hirschtalbröller. Teile dieses Einzugsgebietes werden bei Hochwasser sicher wieder von Wasser durchflossen. Es verbleibt ein Resteinzugsgebiet westwärts vom Mürmelgang bis zum 26. Siphon und noch weiter. Dieses wird außerdem vom Kaltental-Lenninger Täle und auch vom Bauerlochsystem angezapft. Dieses Einzugsgebiet kann sich vom Burrenhof bis Erkenbrechtsweiler erstrecken, mindestens 5 km², höchstens 8 km². Die größten Werte werden heute durch den Albtrauf festgelegt. Die Fläche der Erkenbrechtsweiler Berghalbinsel beträgt ca. 25 km², ohne den Hülbener Teil ca. 20 km². Von diesen etwa 20 km² können allein über die Höhlengänge und deren Fortsetzungen etwa 15 km² als mögliches Einzugsgebiet angesehen werden, durch die Hochwassermessungen etwa 10 km². Diese 10 km² werden heute noch - oder wieder - bei Hochwasser vom Höhlensystem entwässert. Von den verbleibenden ca. 5 km² wird der Hauptteil über Systeme wie Bauerloch und Klingelgrabenbröller entwässert. Diese reichen mehrere hundert Meter vom Trauf in die Berghalbinsel hinein und sind im Vergleich mit der FH um mindestens den Faktor 10 kleiner. Die beiden anderen Höhlen des GGH-System sind noch nicht so eingehend bearbeitet. Sie zeigen ähnliches Hochwasserverhalten, es dürfte eine Überschneidung mit dem Goldlochsystem eintreten. Ob eine Überschneidung mit dem Einzugsgebiet der Ermsquelle besteht, läßt sich erst durch weitere Untersuchungen klären. Der EB und BBB sind mit einigen Gangabschnitten südwärts gerichtete Fortsetzungen der FH. Wäre der heutige Vorfluter (die Erms) auch der Vorfluter in einem älteren Abschnitt der Gangentwicklung gewesen, so erscheint es unwahrscheinlich, daß sich nur das GGH-System in dieser kurzen Zeit so groß ausgebildet haben soll, während es BL, KGB und Goldloch in der gleichen Zeit nur auf ihre heutige "Größe" gebracht haben. Umgekehrt ausgedrückt: wären alle Systeme mit den heutigen Tälern entstanden, so wären sie annähernd gleich alt und auch annähernd gleich groß. Nach dieser Überlegung ist das GGH-System älter als die im Bereich liegenden ox-Höhlen.

Überlegungen zum GGH-System anhand von Schnitten

Um die Lage aller beteiligten Höhlen darzustellen, wäre ein Raumbild die beste Lösung. Um dies annähernd zu erreichen haben wir 2 Schnitte (N-S und W-E) erstellt (Lage siehe Abb. 1a).

In Schnitt 1 (Abb. 9) verläuft von N nach S die FH: Hauptgang ohne Siphonkette (nach Mürmelgang), ohne Wasserfallstrecke; der EB: Urfalkensteiner Gang, Übergang, Junge Spalte, BKR-Gang und der BBB.

In Schnitt 2 (Abb. 12) verlaufen von W nach E die FH: Siphonkette nach Mürmelgang, Wasserfallstrecke; der EB: Falkensteiner Gumpen bis Krakenpfluhsiphon. Beide Richtungen kreuzen sich im EB (vgl. auch Abb. 1).

Im Schnitt 1 erstreckt sich von N nach S die FH. Eine ins Auge stechende Frage ist: Wie entstehen die starken Gefälle. Für die Strecke Mürmelgang-Tiefer Siphon gibt es zwei Deutungen:

- A.) Die Höhle wird im Bereich Pforzheimer Halle/Tiefer Siphon durch eine Störung (z.B. entlang der Hohen Kluft) so versetzt, daß der Gang vom Tiefen Siphon nach hinten ansteigt, bis er das Mürmelgangniveau erreicht. Wenn diese Störung so vorliegt, müßte sie jünger als die Höhle sein und den Höhlenbach versetzt haben. An der Albhochfläche, deren Alter nach BAUER (1974) saromatzeitlich ist, ist diese Störung nicht zu erkennen, so daß sie älter als die Hochfläche wäre, der versetzte Gangverlauf wäre damit noch älter.
- B.) Im Tiefen Siphon stößt die Höhle auf ein älteres, tieferliegendes System ("Durchbruchzone"), ein Fall, bei dem tieferliegende Gänge älter sind als hochliegende! Die Riffstrecke bis T-See wäre dann eine "Brücke" (vgl. auch Abb. 6 und 17), die das ältere System überbrückt. Dieses könnte dann im Bereich des Fuchsbaues noch bestehen und dort südwärts und östlich der Wasserfallstrecke -heute jedoch lehmefüllt- weiterziehen (vgl. auch Abb. 1). Die Stufe am EV (Abb. 9, Abb. 6) dürfte auch von einer Störung herrühren (WINTER 1990).

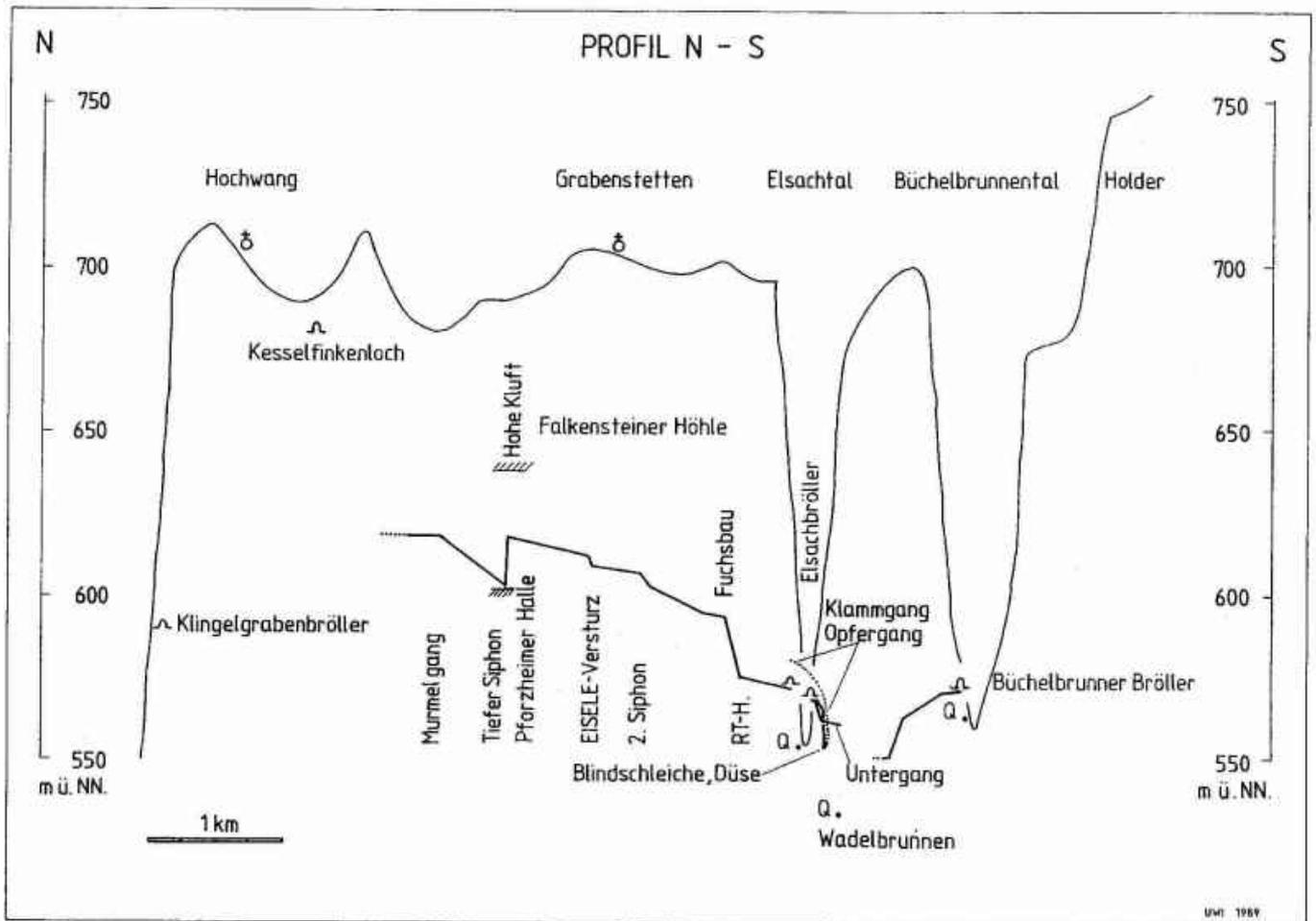


Abb. 9: Profil 1, N-S.

Das Gefälle der Wasserfallstrecke (WFS) verstärkt sich im Schnitt 1 dadurch, daß die WFS quer zur Schnittrichtung verläuft, in Schnitt 2 kommt ihr Gefälle besser zur Geltung. Sie bleibt aber der Abschnitt der Höhle mit dem größten Gefälle, gefolgt von der Kolkstrecke, die der WFS nahe verwandt ist.

Diese beiden Strecken sowie Ende Riffstrecke bis 2. Siphon sind die Gefällstrecken, die alle Canyonbildung zeigen (andere Bezeichnung: vadoser Schluchtgang oder Klammgang). Solche Gänge entstehen durch rückschreitende Erosion. Für die rückschreitende Erosion ist Bedingung, daß sie von einer "tief"-liegenden Erosionsbasis ausgeht und sich entgegen dem Wassergefälle in den Berg hinein rückschreitend ausweitet (Abb. 10 und 32). Felsböden, die hauptsächlich erosiv gebildet wurden, bezeichnen wir hier als Erosionsniveaus (Abb. 6). In einer anderen Veröffentlichung (WINTER 1990) werden sie als "Felsschwelle" bezeichnet, was den Sachverhalt jedoch ungenau beschreibt.

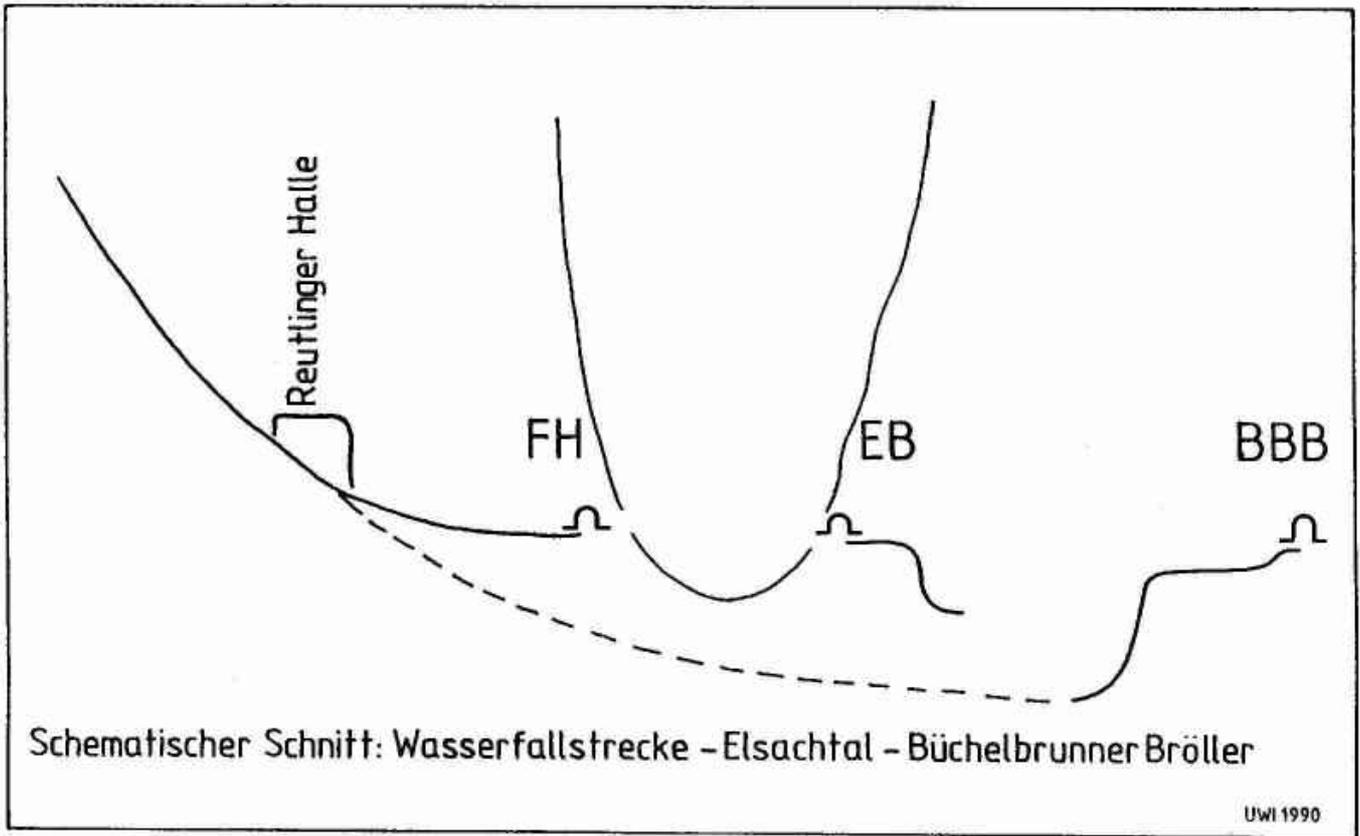


Abb. 11 Schematischer Schnitt FH Wasserfallstrecke - Elsachtal - EB - BBB.

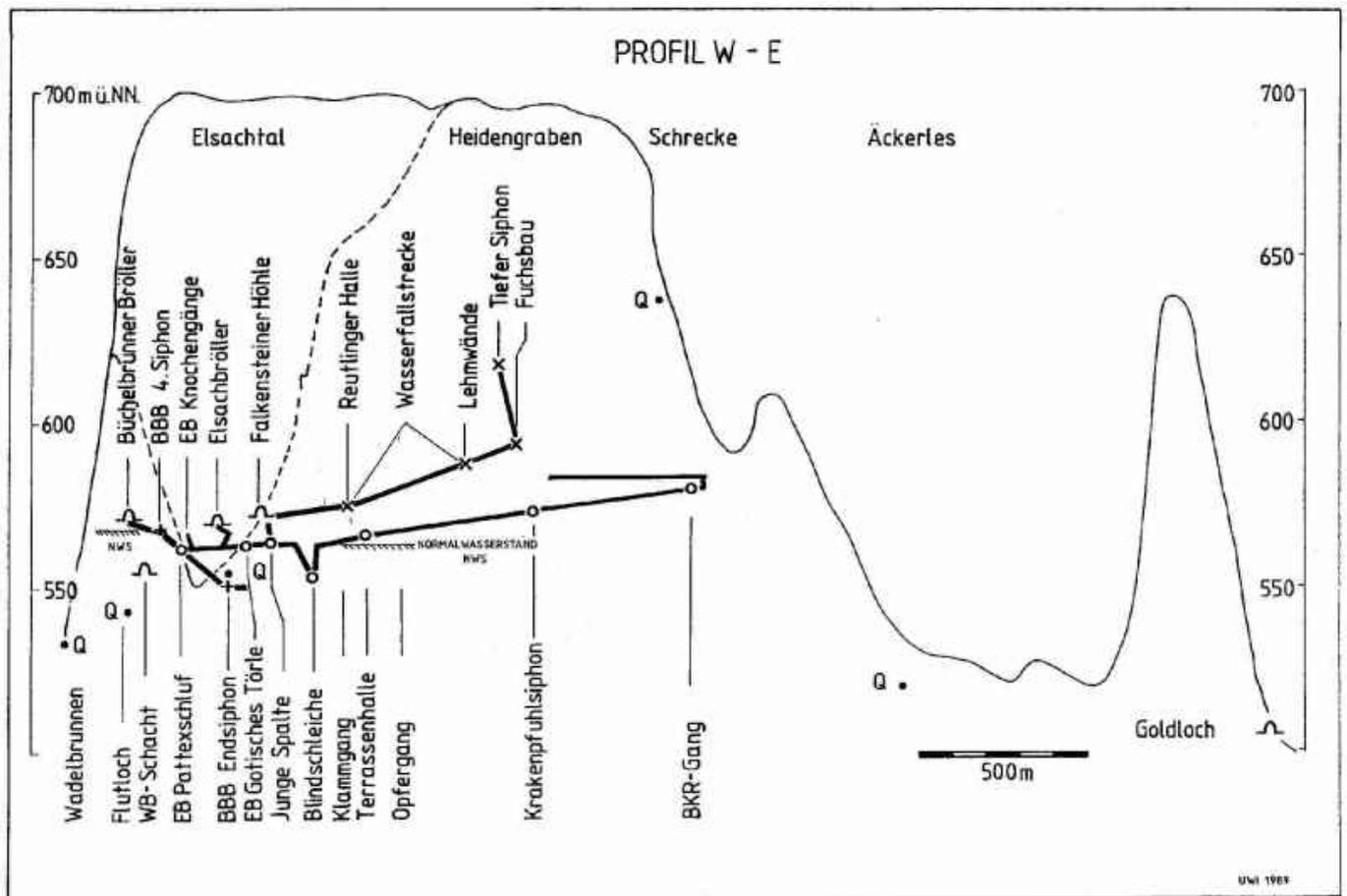


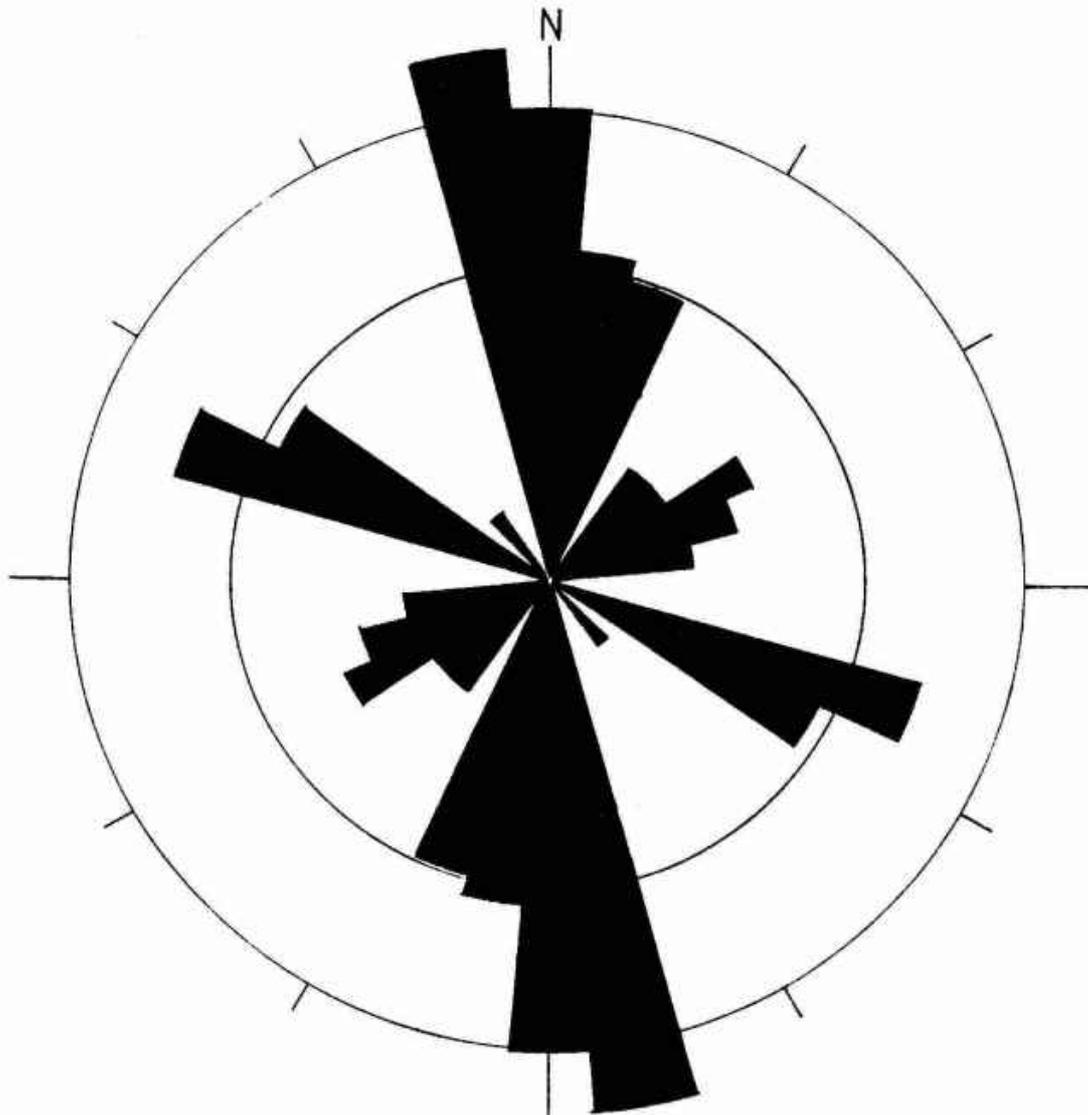
Abb. 12: Profil 2, W - E.

Die wichtigsten Ergebnisse, die sich aus Profil 1 ergeben, sind

- 1.) ein talunterschreitendes Gangsystem, dem sowohl Teile der FH, als auch des EB und des BBB zuzuordnen sind. Dieses unter dem Tal liegende System ist älter als das Elsachtal!
- 2.) eine heute verfüllte Fortsetzung der FH vom Fuchsbau nach SE, die aus einem älteren Höhlenbildungsabschnitt stammt als z.B. die Wasserfallstrecke.

Die auffallenden Bestandteile im Schnitt 2 (Abb. 12) sind die Strecken Wasserfallstrecke FH und die Strecke vom Pattenschluf über Gotisches Törle, Blindschleiche, Krakenpfuhlsiphon, Anfang BKR-Gang im EB.

Die beiden Strecken verlaufen im Abstand von etwa 600 m (Grundriß) und mit einer Höhendifferenz von 10-30 m fast in gleichem Abstand über eine Strecke von ca. 500 m. Warum haben sich diese Gänge so gebildet? Im Schnitt sieht man die FH von N kommend mit der Strecke TS-FB, hier besteht nach Süden eine verfüllte Fortsetzung und die Strecke RtH bis FH-Eingang zeigt nach Süden. Im EB zeigen 3 Gänge nach Süden: der Pattenschluf (PS), die Junge Spalte (JS) und der BKR-Gang. Im Grundriß ergibt sich eine "Vergitterung", wenn wir die Hauptganglinien etwas verlängern (Abb. 2). Eine Vergitterung, die sich auch im Längsschnitt zeigt (Abb. 9/12). Dieses Bild entspricht der Gangrose (Abb. 13) der Falkensteiner Höhle.



GANGROSE Falkensteiner Höhle [Eingang-Tiefer Siphon]

Ganglänge: 3387m, Kreisradien: 10% u. 15%

Abb. 13 Gangrose Falkensteiner Höhle, Bereich Eingang-Tiefer Siphon. WINTER 1982

Im Rahmen dieser Tektonik haben sich die einzelnen Gangabschnitte entwickelt. Ihre unterschiedliche Ausbildung aktiv-inaktiv-mit Lehm verfüllt zeigt jedoch die Entstehung des GGH-System in verschiedenen Abschnitten auf. Die südliche Fortsetzung der FH am Fuchsbau kann ihre Weiterführung im BKR-Gang des EB haben, beide Gänge sind verfüllt, der BKR-Gang noch befahrbar. Dies ein früher Entstehungsabschnitt. Später: Ausbildung der WFS, die ja bis in die

tieferliegenden Siphone des BBB reicht. Nochmals später, z.B. nach einer Verfüllung des BKR-Ganges, bildet sich die Strecke Krakenpfuhlsiphon-Blindschleiche-Siphonkette. Auf diese Weise kann eine Querverbindung zweier verschieden alter "Äste" des Höhlensystems entstanden sein. Für diese Querverbindung müßte ein größeres Einzugsgebiet als das heutige vorhanden gewesen sein. Dieses ist im Gebiet der heutigen Schrecke bis Goldloch und weiter zu suchen; das Erdtal und die Schrecke bestanden noch nicht, ebenso kein Elsachtal in der heutigen Form. Daß es solche Einzugsgebiete heute noch gibt, haben ja die Berechnungen des EZG bei Hochwasser und die Färbung Böhringen-Hangquelle gezeigt.

Gang- und Raumauswertungen der Falkensteiner Höhle, Tiefer Siphon bis Eingang

1. Tiefer Siphon bis EV (MP C0-C60)

Der Höhlenabschnitt vom EV bis zum Tiefen Siphon (Riffstrecke RS und Spaziergang SpG) zählt zu den höchstliegenden Teilen der Falkensteiner Höhle. Trotzdem ist dieser Gang im Gegensatz zum Großteil der bekannten Teile der restlichen Höhle unter Wasser entstanden. Im Gegensatz zu anderen Teilen der Höhle sind trotz EV keine großen Anzeichen für einen Staubereich vorhanden; im Gegenteil, fast überall liegt der blanke Felsboden "zutage". Nur wenige Versturzböcke liegen im Bachbettboden und außer vor dem Tiefen Siphon zum EV hin und in den hohen Spalten sind wenig Lehmeinschwemmungen vorhanden. Die vorhandenen Lehmeinschwemmungen deuten auf Hochwassereinspülungen, aber nicht auf Gangplombierungen hin. Auf eine Gangplombierung im untersten Teil des Ganges im Bereich des EV deutet lediglich ein Tropfstein kurz vor dem EV hin, wo Stalagtiten zusammengewachsen waren und diese Säule heute frei über dem Boden endet. Der Deckenkanal bei MP 42-43 deutet auf eine Plombierung des gesamten Gangteils hin. Er ist aber der bis heute einzig sichere Anhaltspunkt für eine gesamte Gangplombierung.

Der herauskorrodierte Gang ab MP C35 bis MP C0 (Tiefer Siphon), das Ellipsenprofil bei MP C47-48 und das Ellipsenprofil mit dem darunter 1-2m tief eingeschnittenen Gang (Schlüssellochprofil) weisen RS und SpG als überwiegend unter Wasser entstanden aus. Der heutzutage vorhandene Bach hat sich im hinteren Teil nur an wenigen Stellen im Gang (MP C17-20) ca. 10-20 cm tief eingeschnitten. Nur gegen den EV zu bildet sich der vadose Schluchtgang des Schlüssellochprofils aus und herrscht dann immer stärker vor.

Mit Vorsicht sind die Profile zwischen MP C0 und MP C35 zu deuten, die z.T. schluchtgangähnliche Gestalt besitzen, die aber zum größten Teil unter Wasser herauskorrodiert worden sind; so hat z.B. der Gang von MP C23 - MP C25 schluchtgangähnliches Profil, die Wände sind jedoch stark korrodiert, in der Gangmitte ist eine bizarre Felsbrücke stehengeblieben und zwischen MP C23 und MP C24 eine noch bizarrere Teilbrücke, die mit Sicherheit bei vadoser Entstehung nicht stehengeblieben wäre.

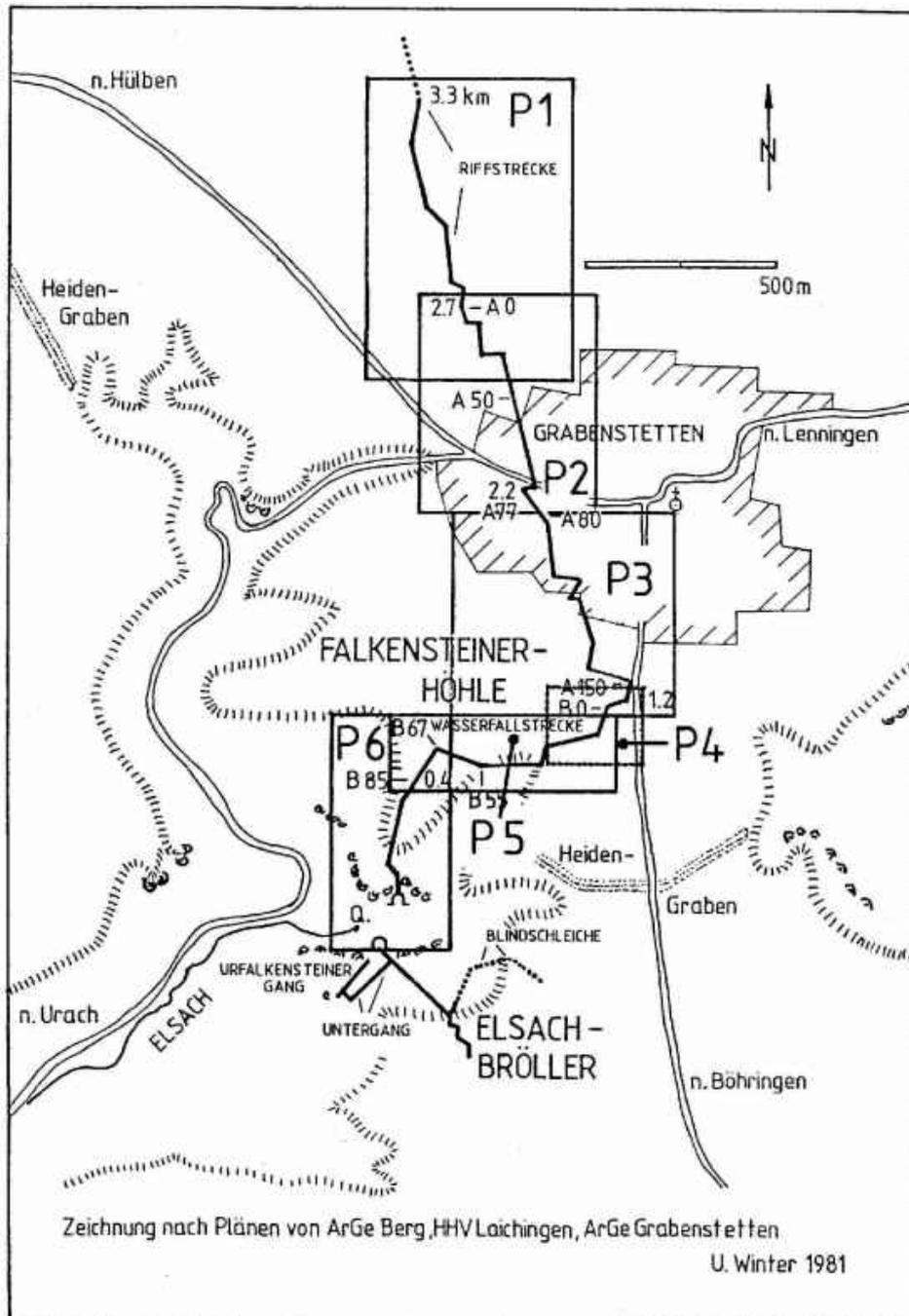


Abb. 14: Übersichtsplan Falkensteiner Höhle

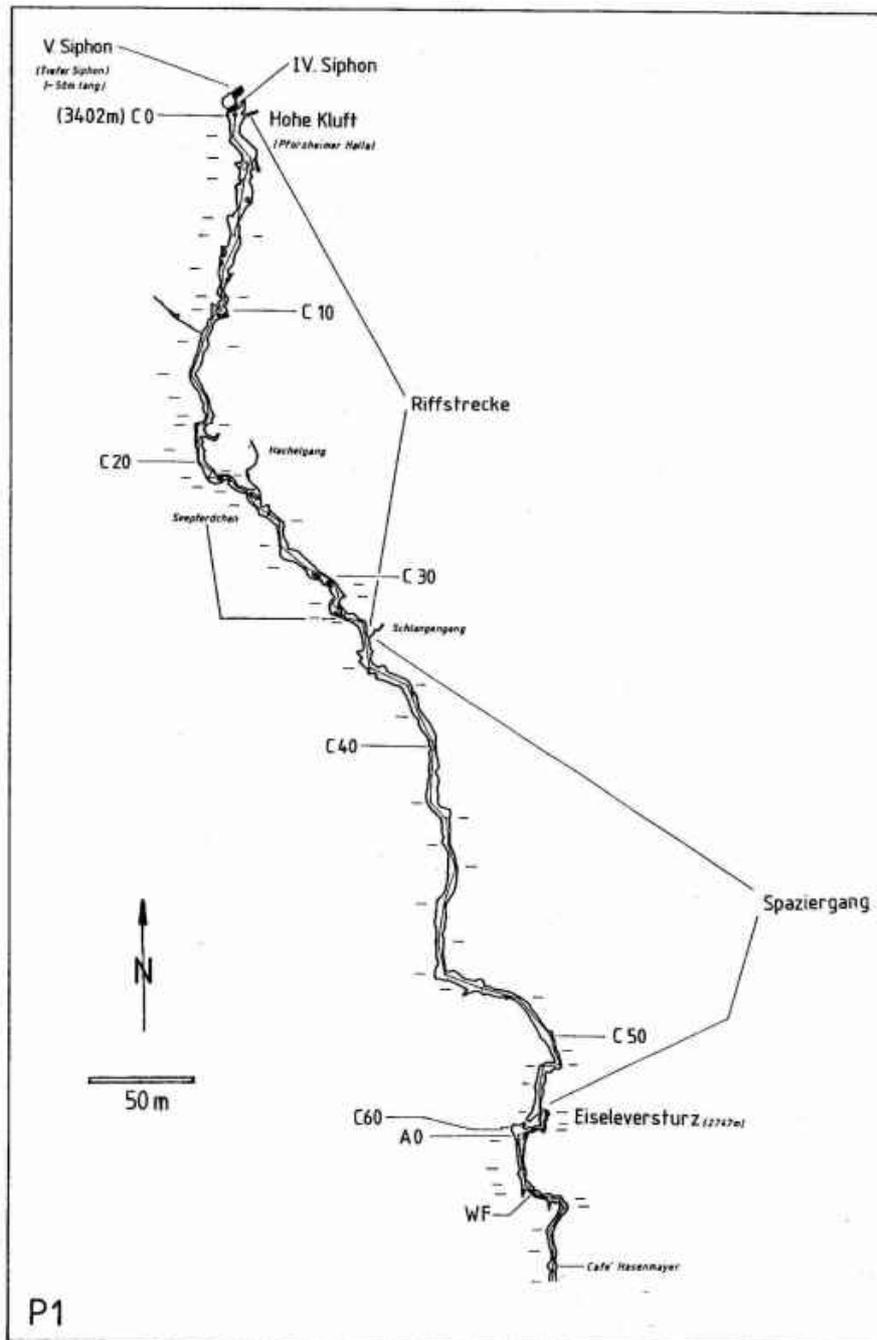


Abb. 15: Planausschnitt 1; Tiefer Siphon - EV

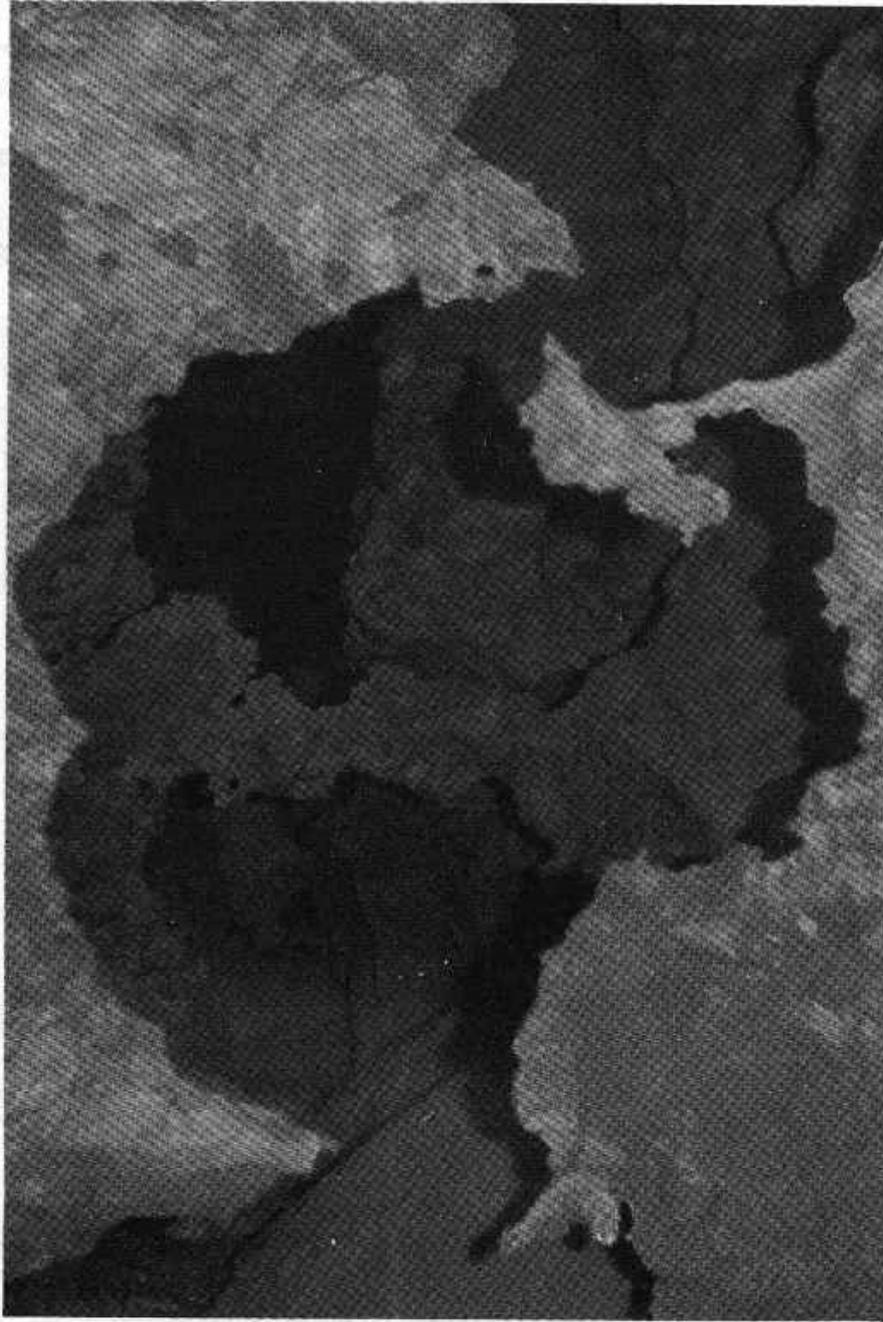


Abb. 16: Rondellgang bei MP C24 auf der Riffstrecke, Aufnahme U. WINTER am 6.1.1978.

Der Abschnitt (Tiefer Siphon bis Eiseleversturz) konnte entstanden sein (Abb. 17):

A Durch Horstbildung (Anhebung) von RS und SpG gegenüber den anderen Gangteilen.

B Durch Ausbildung als phreatische Brücke (HASENMAYER). Das hieße, ein alter Gang, der unten im Tiefen Siphon weiterführt, wäre plombiert worden, das Wasser hätte sich nach oben einen neuen Weg gesucht und der ganze Teil wäre von vorne gestaut gewesen (unter Wasser gebildet).

Der EV dürfte nie größere Staufunktion-Gangplombierung bewirkt und nicht als Auslöser für die Unterwasserbildung gewirkt haben (ein Versturz ist nicht so dicht wie ein Staudamm). Die heutige Erosionsbasis für den Höhlenbach von RS und SpG wird nach der Staustrecke der Bänischhalle durch die beiden Stufen bei den Kolken vor dem EV und der Stufe im EV (ca. 3m) selbst bestimmt (Abb. 18). Diese Stufen konnten "aus Zeitgründen" als rückschreitende Erosion noch nicht den SpG erreichen (s. a. Abb. 32). Die Stufen im SpG sind von untergeordneter Bedeutung.

Die letzte Einschneidung bei schon geringerem Wasserangebot ist beim 2. Kolk (MP A4/5) vor dem EV und vor dem EV selbst zu erkennen (Abb. 19).

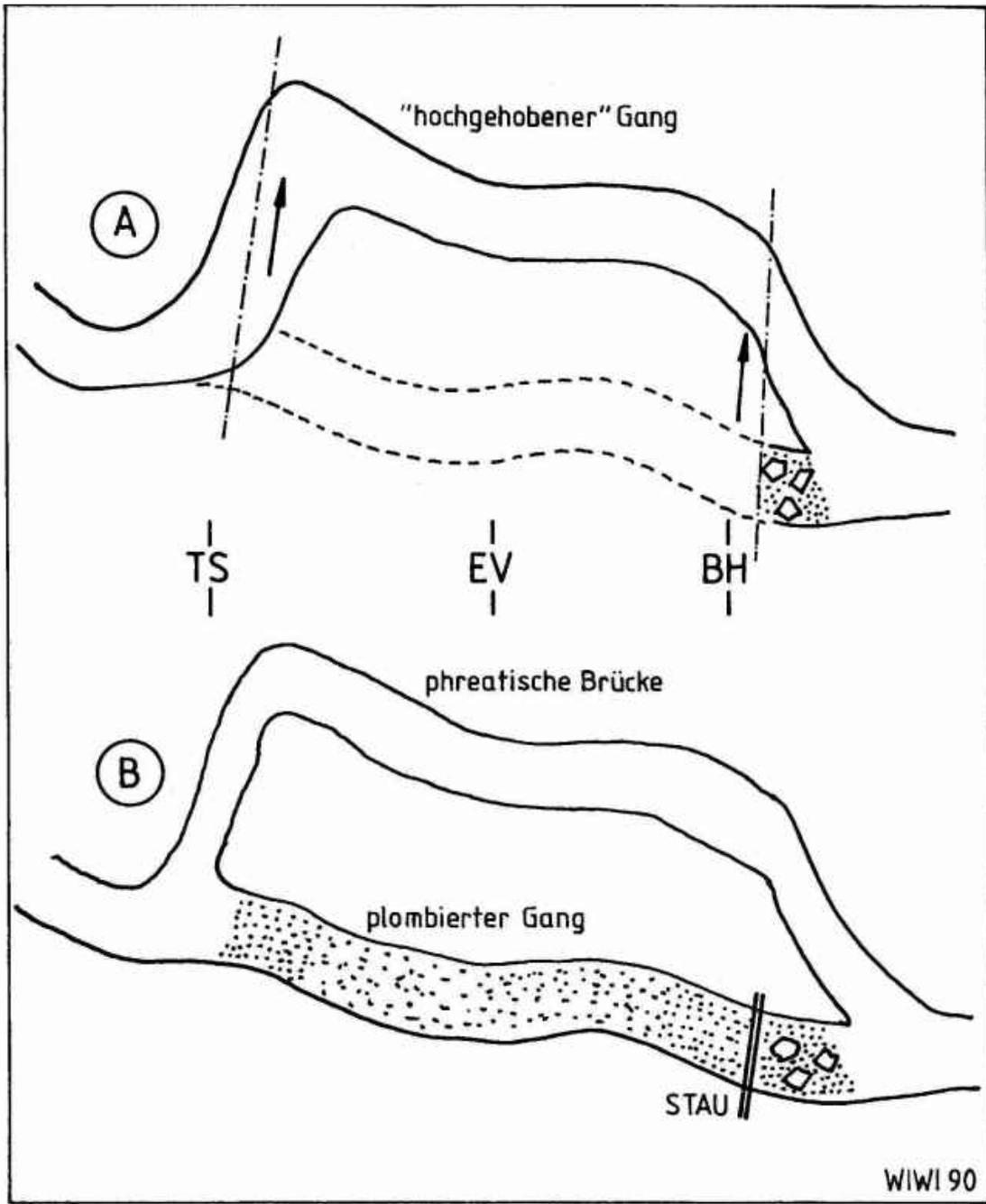


Abb. 17: Horstbildung und Phreatische Brücke Tiefer Siphon-EV

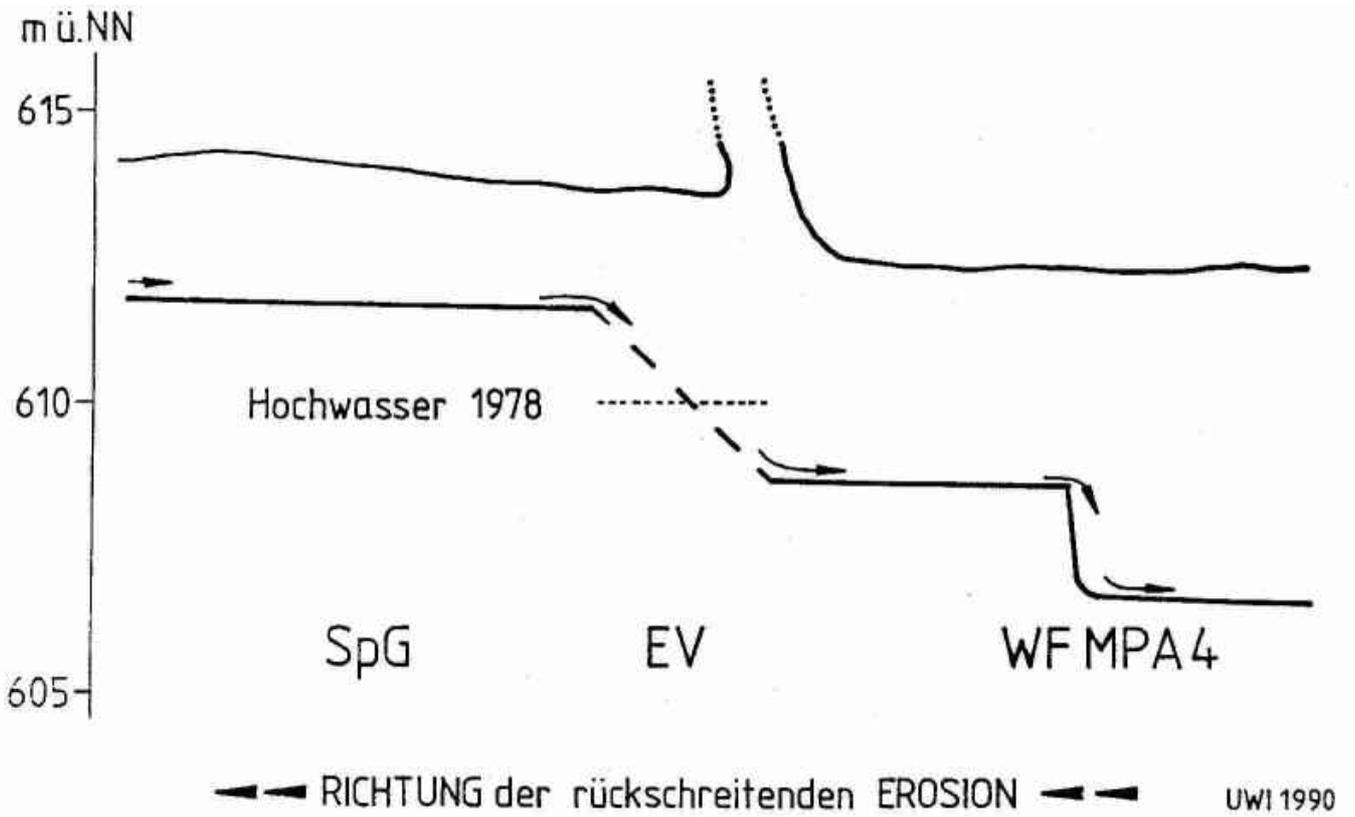


Abb. 18: Rückschreitende Erosion MP A4 - MP C50

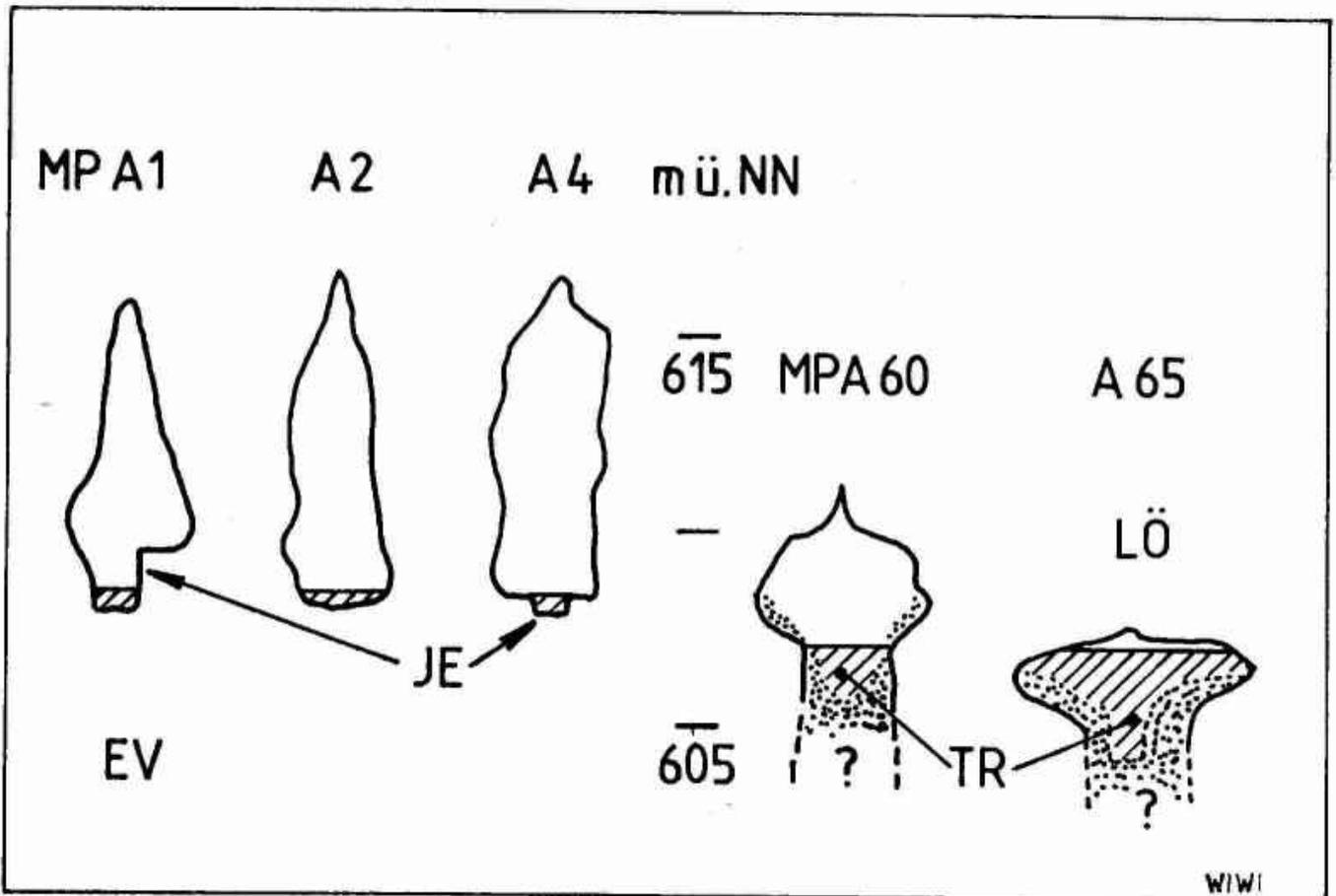


Abb. 19: Profile MP A1 (EV) bis MP A 65 (Letzte Ölung). TR=Trittrinne, JE=jüngste Einschniedung

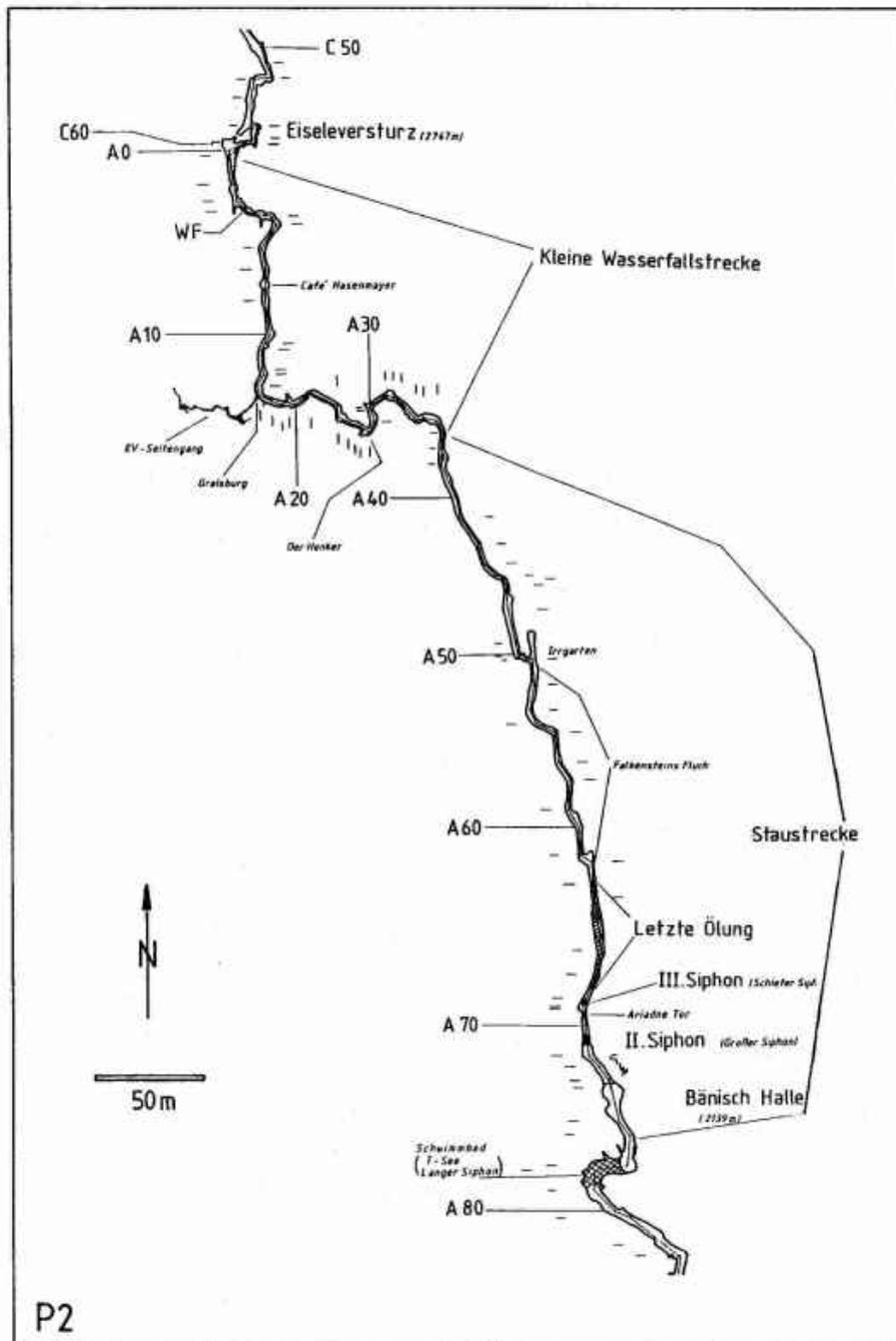


Abb. 20: Planausschnitt 2, EV - Kolkstrecke.

2. EV bis T-See (MP A0 - A78)

Der nächste Teilabschnitt, der zu einer neuen Erosionsbasis gehört, ist die Strecke EV - T-See (MP A78). Der vadose Schluchtengang, beginnend ab EV, setzt sich bis zur Bänischhalle fort. In Richtung Bänischhalle versinkt der untere Teil des Schluchtanges immer mehr im Lehm. Nur bis ca. Cafe Hasenmayer (MP A8) ist vom ursprünglichen Höhlenboden noch etwas zu sehen, danach taucht der Schluchtengang immer stärker in den Lehmrückstaubereich der Bänischhalle ab. Zwischen Cafe Hasenmayer und Irrgarten (MP A52) tauchen ganze Tropfsteingruppen in das Wasser und den darunter liegenden Lehm ein.

Im Irrgarten gelangt der heutzutage größte Zufluß (Normalwasser ca. 30% gegenüber vom EV) in das Höhlensystem. Bei Hochwasser sind noch keine Daten bekannt. Von dem erwarteten Einzugsgebiet des Irrgartenseitenganges sind zwar keine stärkeren Zunahmen zu erwarten, doch sind in RS und SpG bisher keine höheren Hochwasserstandsmarken beobachtet worden, so daß die Wasseraufteilung bei Hochwasser noch ungeklärt ist. Ein Weiterkommen im Irrgarten war bisher weder unter Wasser (engräumig, verstürzt) noch über Wasser im Versturz möglich.

Richtung 2. Siphon ist vom Schluchtengang nur noch durch das von Befahrungen herausgetretene Höhlenlehmmaterial etwas zu erkennen. So wird der Gang in der Letzten Ölung durch das Deckenkanalprofil (HASENMAYER 89) und einen anstehenden Schluchtengang gebildet (Abb. 19).

Nach dem 2. Siphon scheint der weiterführende Gang verschwunden. In der Bänischhalle (MP A74) ist das vom Schluchtengang des EV's weiterführende Stück "verlorengegangen".

Der Gang vom EV bis zur Bänischhalle hat mindestens folgende Entwicklungsstufen durchlaufen: erste Gangentwicklung (phreatisch), Einschneiden des Bachs (vadose Schluchtengang), Sinterbildung an den Wänden, Tropfsteine, Lehmverfüllung

infolge des Rückstaus der Bänischhalle, Ausbildung eines Deckenkanals, vor allem im Bereich der letzten Ölung. Von der Bänischhalle bis zum T-See bildet anstehender Fels den Höhlenboden. Der T-See bildet dabei die Erosionsbasis zur Bänischhalle. Diese liegt in der Höhle so tief, daß der seitherige Schluchtgang EV bis Bänischhalle in der Verlängerung seine eigentliche Erosionsbasis hier haben könnte. Der T-See hat eine phreatisch ausgeformte Decke (Mischungskorrosionskolke). Der Boden tritt nirgends zutage. Dieser Gangabschnitt ist einer der wenigen phreatischen Gangteile im Bereich vor dem EV. Am Ausgang des T-Sees (MP A77) geht ein vollplombierter Gangteil Richtung NE ab. Die Fortsetzung des alten Schluchtgangs vom EV?

3. T-See bis Lehmwände (MP A78-MP B3)

Nach dem T-See beginnt die weitere Einschneidung auf die nächste Erosionsbasis.

Die rückschreitende Erosion der Kolkstrecke hat den T-See nicht angeschnitten (Abb. 32). Der eingeschnittene Bach in der Klamm der Kolkstrecke weist die Kolkstrecke als vadosen Schluchtgang aus. Durch den Rückstau von Fuchsbau (MP A150), Waschbrett (MP A142) und Königshalle (MP A137) kommt bis ca. 200m nach der Königshalle der Felsboden nicht mehr zum Vorschein. Das Waschbrett selbst wird durch eine heruntergebrochene Deckenplatte gebildet. Ihre Bruchflächen sind so "frisch", daß keine Wasserüberformungen aufgetreten sind. Ohne diesen Deckenbruch würde das Waschbrett heutzutage einen Siphon bilden. Je mehr man Richtung Fuchsbau kommt, desto breiter und weniger hoch werden die Kastengänge. Kurz nach der Königshalle (MP A139-140) geht unterhalb der Decke ein enger Seitengang ab. Auf der Gegenseite scheint ein alter, mit weißem Lehm erfüllter großer Gang Richtung SW zu ziehen. Leider ist dieser Teil schon nach wenigen Metern bis zur Decke plombiert, so daß ohne Grabung keine weiteren Aussagen gemacht werden können. Kurz vor dem Fuchsbau zieht in Verlängerung des Ganges von MP A138 zu MP A145 ein nach hinten immer stärker zugelehmt Gang weiter. Am Boden ist ein altes Gerinne im Lehm zu erkennen. In der Verlängerung des Ganges würde man auf den aktiven Seitengang der Lehmwände treffen.

Hier ist mit großer Wahrscheinlichkeit ein alter, nach SSE verlaufender Gang, der weiter südlich im Elsachbröller wiederzufinden sein müßte, im hinteren Teil freigelegt und als Wasserzubringer des Seitenganges benutzt worden (Abb. 22). Der Seitengang Lehmwände ist demnach ein jüngerer Wassergang des alten SSE-Ganges, der sich auf ein tieferes Vorfluterniveau im Bereich der Lehmwände eingestellt hat.



Abb. 21: Felsboden vor dem T-See, Aufnahme U. Winter

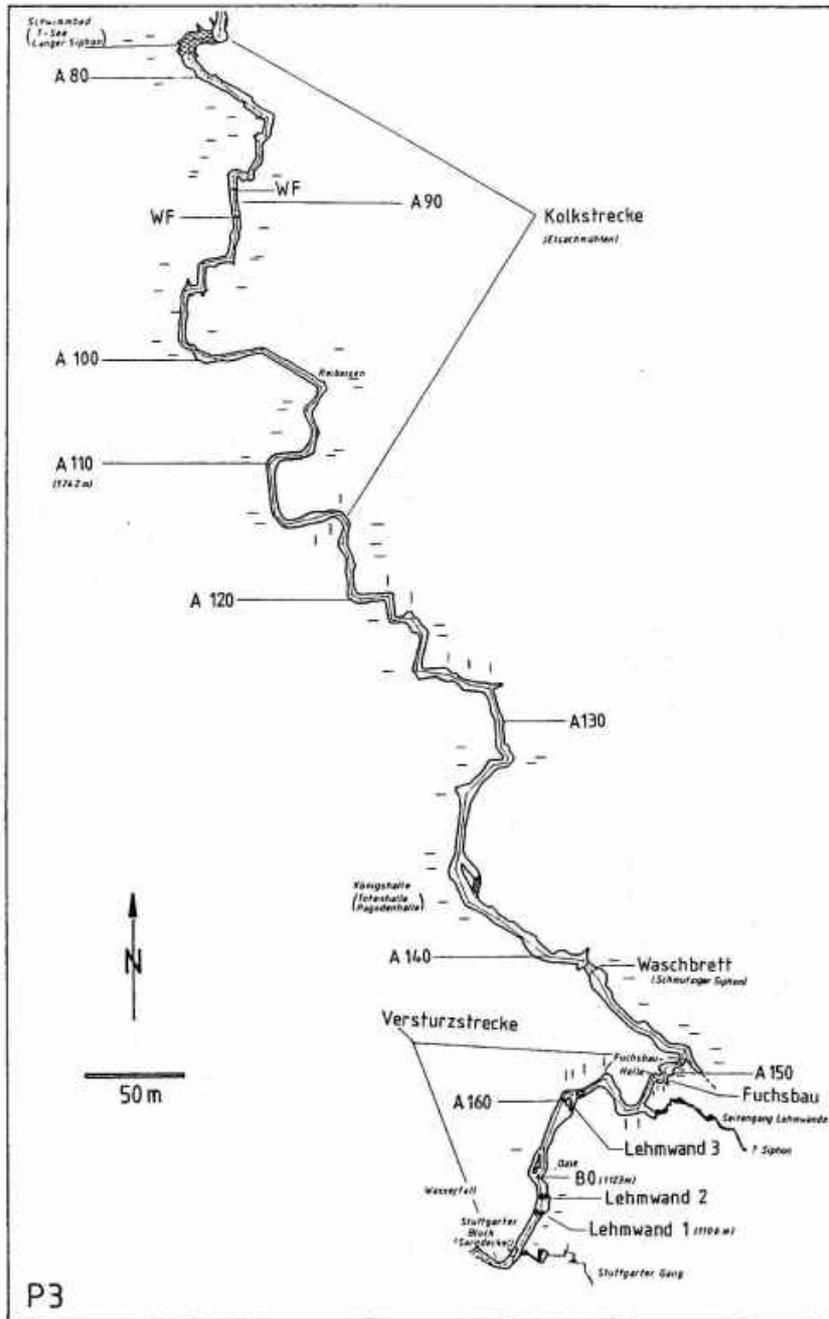


Abb. 22: Planausschnitt 3, T-See - Lehmwände

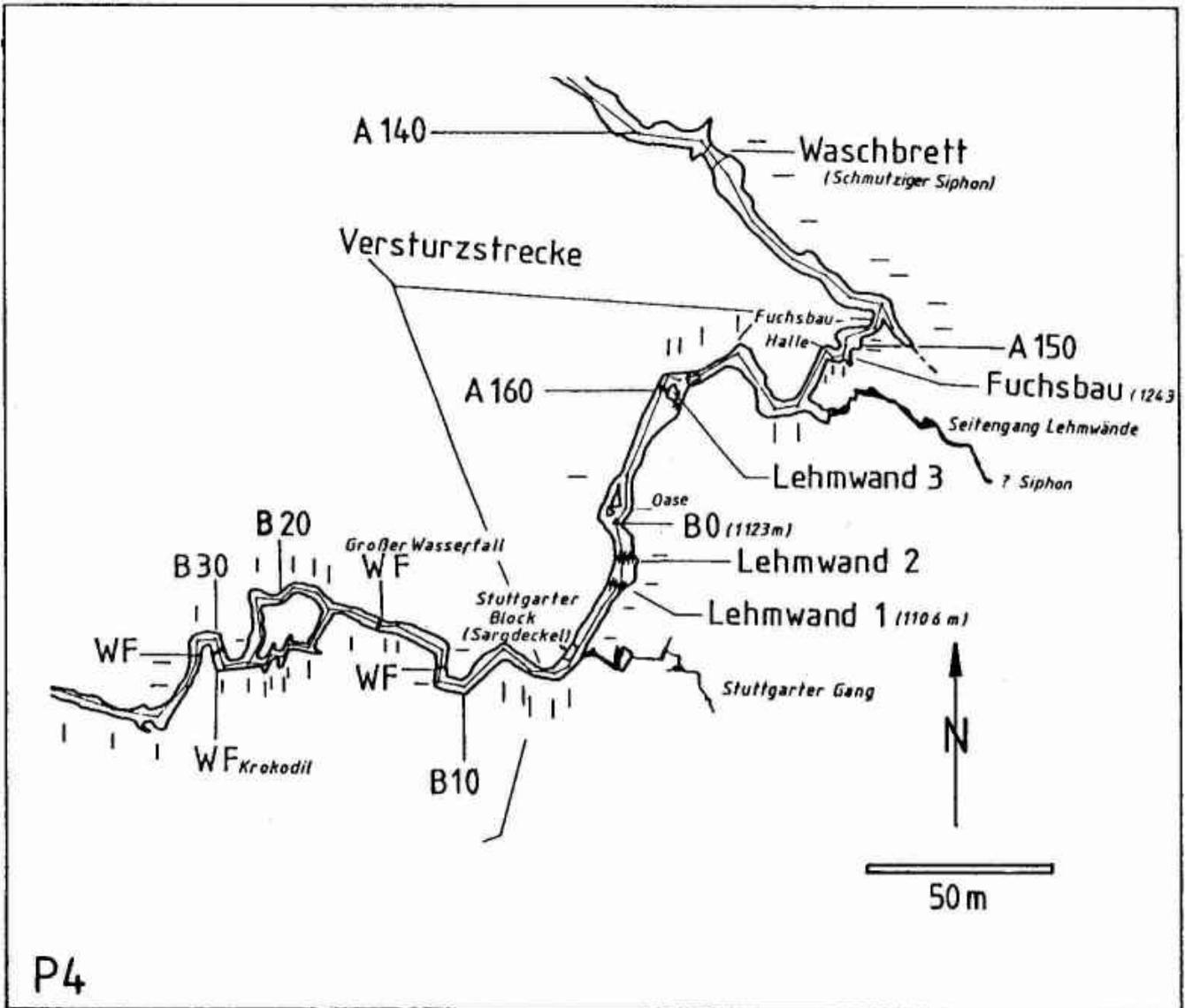


Abb. 23: Planausschnitt 4: Fuchsbau - Seitengang Lehmwände - Großer Wasserfall

4. Lehmwände-Stuttgarter Block-Großer Wasserfall (MP B0 - B14)

Die Lehmwände weisen einige Besonderheiten in der Falkensteiner Höhle auf und erklären uns einige andere Gangentwicklungen in anderen Höhlenteilen. Auffallend sind die großen Räume vor allem bei MP A154-156 im Bereich des Lehmwandseitenganges und A 160 - B 0 zwischen 3. und 2. Lehmwand. Vergleicht man den Lehmwandbereich bis zum großen Wasserfall, so fällt die Gangbildung zu der in der Wasserfallstrecke auf (dort eher schmal und hoch). Hier im Weißen Jura d₃-d₄, wo die Gesteinsquader sehr groß sind, wird durch Nachbrechen der Seitenwände ein breiter Gang angelegt. Der Stuttgarter Block ist ein gutes Beispiel dafür. Die großen Blöcke haben oben an den Schichtfugen wenig Halt. Durch Klüfte ist die Verbindung zur Seite ebenfalls geschwächt. Wird nun so ein Block unterhöhlt, so beginnt er, sich um seinen unteren Drehpunkt durch Aufreißen der Kluft von oben her zu drehen, bis er ganz abkippt. Am Stuttgarter Block kann man gut durch eine halbierte Anastomose, deren eine Hälfte in der Wand und deren andere Hälfte auf der Oberseite des Stuttgarter Blockes liegt, diesen Vorgang erkennen (Abb. 23).

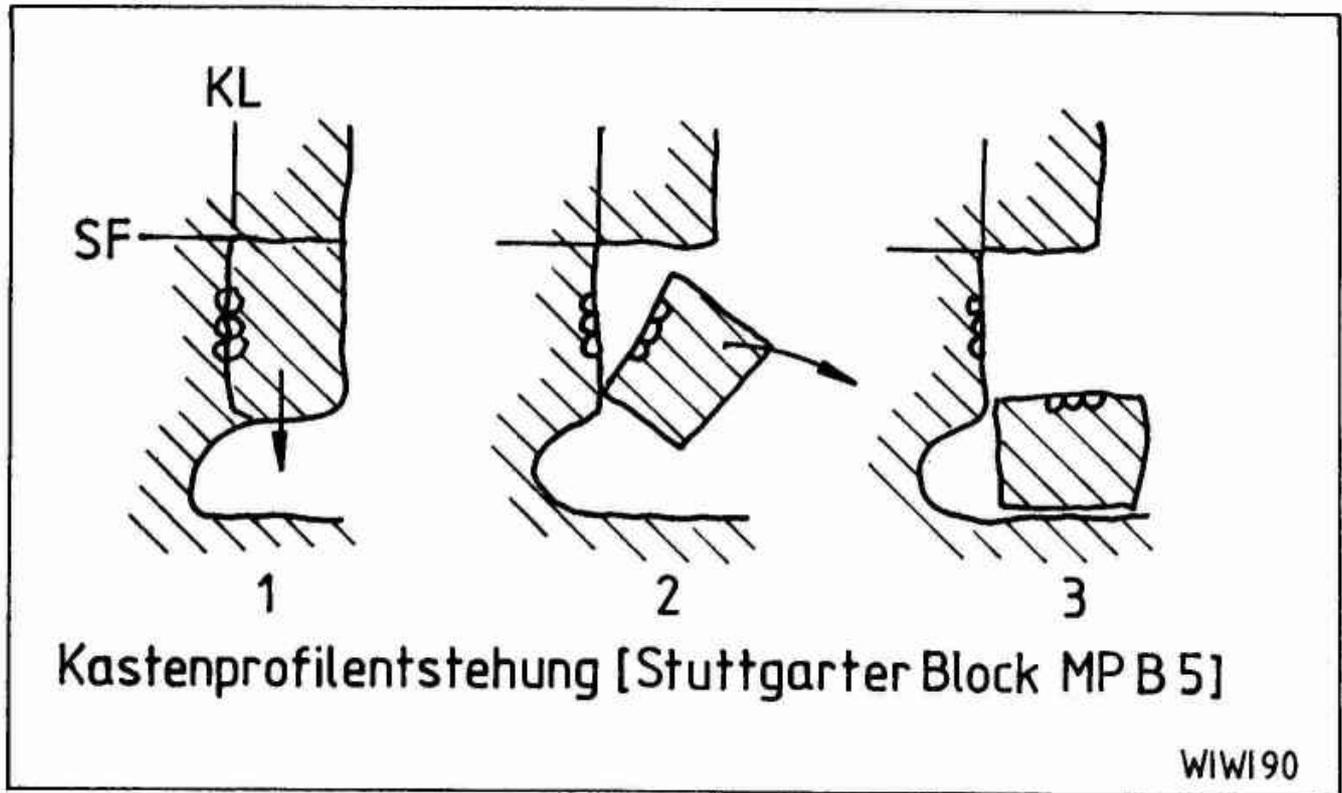


Abb. 24: Raumvergrößerung durch Inkursion im grob gebankten Wj $d_{3/4}$ am Beispiel des Stuttgarter Blockes. KL=Kluftfuge, SF=Schichtfuge

Diesen Mechanismus der Raumentstehung kann man an vielen Blöcken in der gesamten Höhle nachvollziehen. Damit erklärt sich auch das Kastenprofil der Falkensteiner Höhle. Gangformen, die an der Höhlendecke gebildet worden sind -das sind z.B. Mischungskorrosionskolke, Deckenkanäle oder phreatische Ellipsengänge- werden durch Nachbrechen des Deckenbereichs bis zur nächsten Schichtfuge zerstört. Solche Stellen finden sich überall im GGH-System. Z.B. sind auf der Wasserfallstrecke die meisten alten Deckenstrukturen nicht mehr zu finden.

4.1 Plombierung des ganzen Ganges (bei MP A156/157)

Vom Fuchsbau zur 3. Lehmwand gehend gelangt man an eine Engstelle. Davor wurde auf der linken und rechten Wandseite Lehm abgelagert. Auf der NW-Seite sind Lehmproben gezogen worden (HINKELBEIN et al. 1990, Abb. 24).

Auffallend ist hier auf der SE-Seite die Lehmverfüllung, die die Deckenformen nachzeichnet. Sie beweist, daß der Gang hier bis zur Decke plombiert war. Durch nachträgliches Setzen ist heute mit einem Luftspalt von 10-20 cm die ursprüngliche Decke nachgebildet. Das gleiche gilt beim Abstieg von der 2. Lehmwand. Hier sind auf der östlichen Seite mehrere Stufen im Lehm erkennbar, die genau zur Deckenabstufung passen.

Ab der Engstelle (nach der Lehmprobenentnahmestelle) zieht sich bis zum Abstieg der 3. Lehmwand ein ausgeprägter Deckenkanal. Das heißt, die hinter der Engstelle liegenden Höhlenteile waren teilweise bis zur Decke plombiert. Das Wasser mußte sich einen neuen Weg durch Deckenkanäle über den plombierten Gängen suchen.

Auch am Abstieg der 2. Lehmwand zieht sich ab der Decke nach oben ein Schacht, der bis 15m Höhe erstiegen werden konnte. Versturzböcke, größer als der Schachtdurchmesser, verhindern ein weiteres Vordringen.

Eine Stufe im Schacht spricht gegen die Entstehung desselben als Tropfwasserschacht. Der Schacht gehört demnach zu einer "phreatische Brücke", entstanden zur Zeit, als der Gang bis zur Höhlendecke plombiert war.

Betrachtet man alle anderen Teile der Höhle, so kann man vom Eingang bis zum EV überall die Lehmblätter an den Wänden, Lehmablagerungen im oberen Teil von breiten Gängen verfolgen.

Das heißt, daß viele Abschnitte der Höhle bis zur Decke plombiert waren, manche, z.B. der Seitengang kurz vor der Königshalle oder der beim T-See sind es noch heute. Plombierungen bis zur Decke setzen jedoch Staufunktion und lange Zeiträume voraus. Nach dem Anschnitt des Elsachtals am heutigen Höhleneingang war eine solche Plombierung nicht mehr möglich.

Plombierungen bis zur Höhlendecke gibt es nur unter folgenden Voraussetzungen: der Höhlenbach hat niedere Fließgeschwindigkeiten, d.h. er ist angestaut und kann in den unteren Gangteilen Sedimente ablagern. Z.B. besteht eine Lehmprobe bei MP A157 zu 40% aus der Korngrößenklasse 0-0,006 mm (HINKELBEIN et al., 1990). Damit diese Korngröße abgesetzt werden kann, darf das Wasser darüber maximal mit $0,04 \text{ cm/s} = 2,4 \text{ cm/min}$ fließen (BÖGLI 1978, S. 172). Wird der Gang fast ganz zugesetzt, fließt der Höhlenbach in dem nun kleineren Gangquerschnitt schneller. Eine weitere Sedimentation ist aber nur bei fast stehendem Wasser möglich. Für die Falkensteiner Höhle heißt dies, daß die Lehmwände nur unter Anstau des Höhlenbaches abgelagert werden konnten. Unter Wasser unterliegt der Lehm Ablagerungsbedingungen, die vor allem von Korngröße und Fließgeschwindigkeit abhängen. Mit weniger Wasserangebot setzen sich die Lehmsedimente zusehens -Spalt zwischen Decke und Lehmwand- und der Lehm trocknet aus -Trockenrisse-. Heute erheben sich die Lehmwände in der Falkensteiner Höhle mit größtenteils senkrechten Bruchflächen, die niemals vom Hochwasser umgelagert wurden. Nur die Befahrungstätigkeit der Menschen hat die Lehmwände in jüngster Zeit stellenweise "überformt".

Die Bruchflächen sind also unter trockenen Bedingungen entstanden, die horizontale Schichtung der Lehmwände zeigt diese "glatten" Scherbrüche.

Im Elsachbröller dagegen werden solche, den Lehmwänden vergleichbare Ablagerungen im Urfalkensteiner Gang bei jedem Hochwasser neu gestaltet. Die Ablagerungen brechen schräg zum Bachbett hin nach, eine Schichtung ist in diesen Bereichen nicht mehr erkennbar.

In der Falkensteiner Höhle gibt es an diesen Bruchstellen auffallende, senkrecht verlaufende, dunkelbraune Flächen, die aus kleinen, dünnen (Breite 1 mm) und in sich verbackenen Plättchen bestehen. Diese weisen einen erhöhten Kalkgehalt gegenüber dem Lehm auf. Dies deutet auf Umkristallisations- beziehungsweise Diffusionsprozesse nach der Lehmlagerung und nach dem Trockenlegen hin. Genauere Untersuchungen folgen.

Im Bereich der Oase (MP A162) ist ein 2. Stockwerk ausgebildet, die Verbindung des oberen mit dem unteren wird durch einen z.T. sehr engen Spalt hergestellt.

Die Lehmproben wurden auf ihre enthaltenen Blütenpollen untersucht (HINKELBEIN et. al., 1990). Ihr Alter ist demnach würmeiszeitlich (70 000 - 8 000 Jahre vor heute, nach MURAWSKI) und jünger, bis mittelalterlich (ca. 1100 n. Chr.). Auch die Einschwemmung der Lehmlagerung wird in diesen Zeitraum gelegt.

Im Ermstal ist eine günzezeitliche 70m-Terrasse (ca. 500 000 - 800 000 J.v.h.) bekannt (ROTH 1979). Zu diesem Zeitpunkt hatte die Einschneidung des Elsachtals das GGH-System bereits erreicht (vgl. WINTER 1988, S. 17). Ein Wasseranstau in der Falkensteiner Höhle auf das Niveau der Lehmwände ist damals (= Günz) schon unwahrscheinlich, zur Würmeiszeit fast unmöglich, im Mittelalter sicher auszuschließen.

Die Blütenpollen erreichten auf dem "Luftweg" die Oberfläche der inzwischen "trockengefallenen" Lehmwände.

Trockenrisse ermöglichen ein "verunreinigen" von tieferliegenden Proben, z.B. Probe 2. Solche Oberflächenproben (Nr. 1, 2 und 5) zeigen eine hohe Pollenzahl (Abb. 24).

Betrachtet man die horizontalen Oberflächen der Lehmwände und anderer Lehmlagerungen (z.B. Wasserfallstrecke MP B14 - MP B20), so sind sie mit einer dunkelbraunen Schicht überzogen, die auch aus z.T. oxidierten Pollen besteht. Probe 6 mit nur 1 Polle deutet darauf hin, daß man in nicht freiliegendem Lehm sehr wenig Pollen findet. Trockenrisse sowie die Probennahme (Herausschneiden der Proben vermischt die Randbereiche, besser ist das Einstechen von Probenrohren) führen zu schwer deutbaren Ergebnissen. Alles in allem ist die Übertragung des Pollenalters auf das Alter der Lehmlagerungen hier sehr zurückhaltend vorzunehmen, wenn nicht sogar unmöglich.

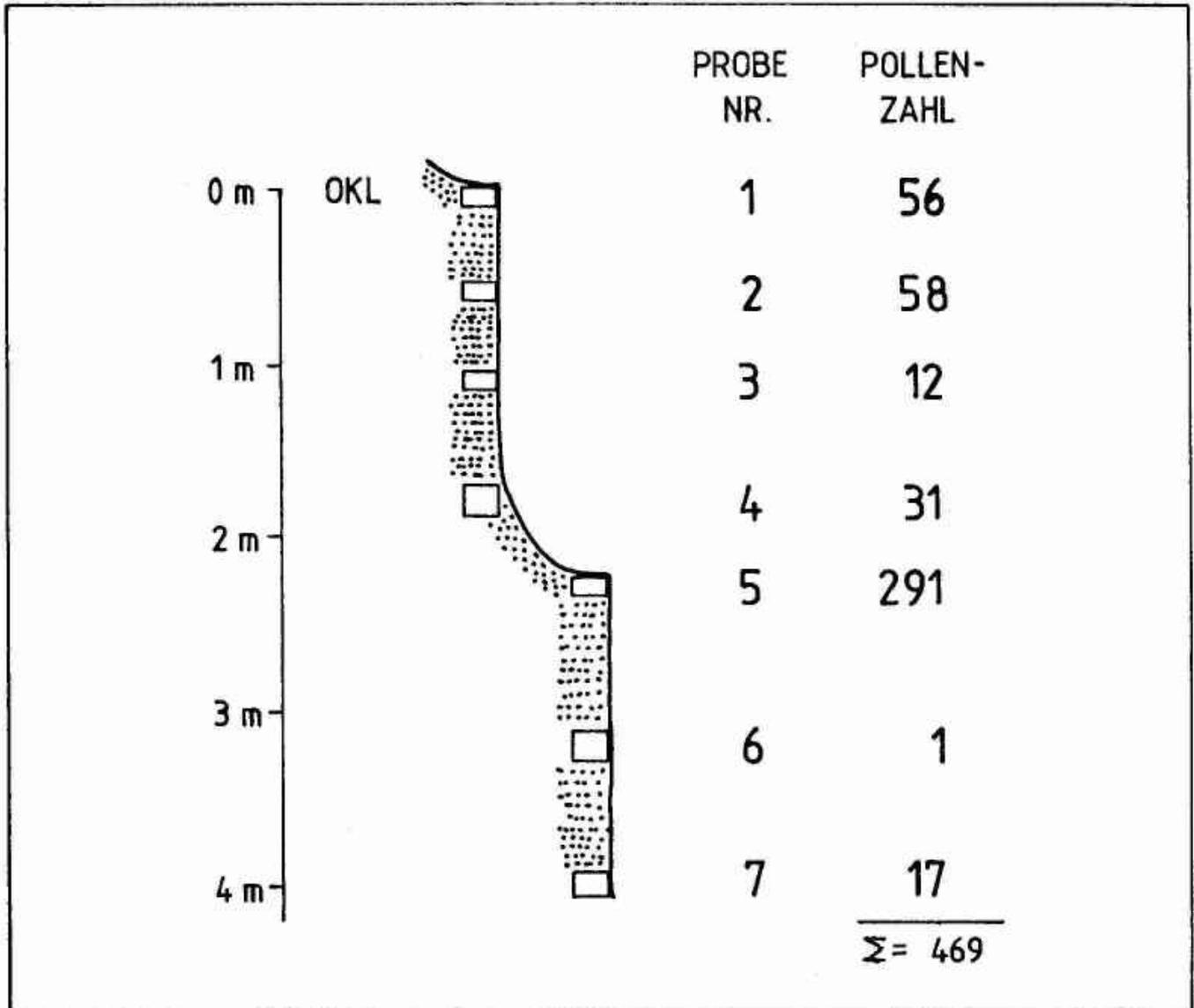


Abb. 25: Lehmprobenentnahmestelle MP A157; OKL = Oberkante Lehm.

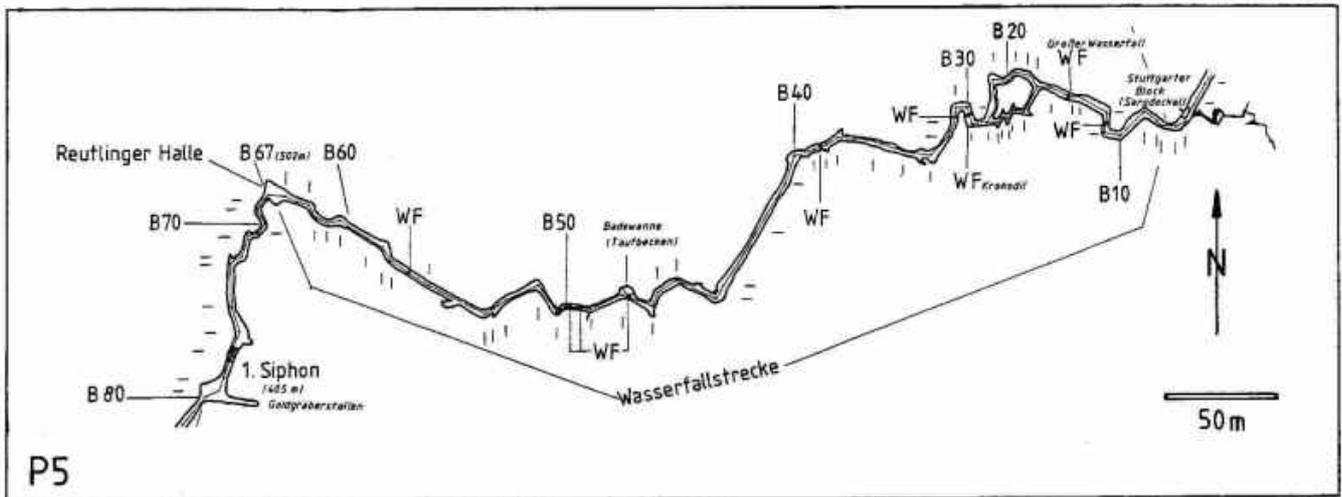


Abb. 26: Planausschnitt 5, Stuttgarter Block bis 1. Siphon

Nach der 1. Lehmwand (MP B2) bis kurz nach dem Stuttgarter Block (MP B5) wird der Gangquerschnitt etwas kleiner, die oben enge Spalte wird erst beim Stuttgarter Block größer. Die rückschreitende Erosion der Wasserfallstrecke hat den Stuttgarter Block noch nicht erreicht (Abb. 32).

5. Stuttgarter Block bis 1. Siphon (Wasserfallstrecke, MP B5 - MP B77)

Die Wasserfallstrecke ist wieder das Idealbild eines sich durch das Wasser einschneidenden vadosen Schluchtanges. Zwischen Großem Wasserfall (MP B14) und Krokodil (MP B30) ist über dem schmalen Schluchtgang ein oberer, breiter Gang ausgebildet; sein Boden wird durch starke Lehmablagerungen gebildet. Durch Versturzböcke kann man auf den tieferliegenden Gangteil blicken.

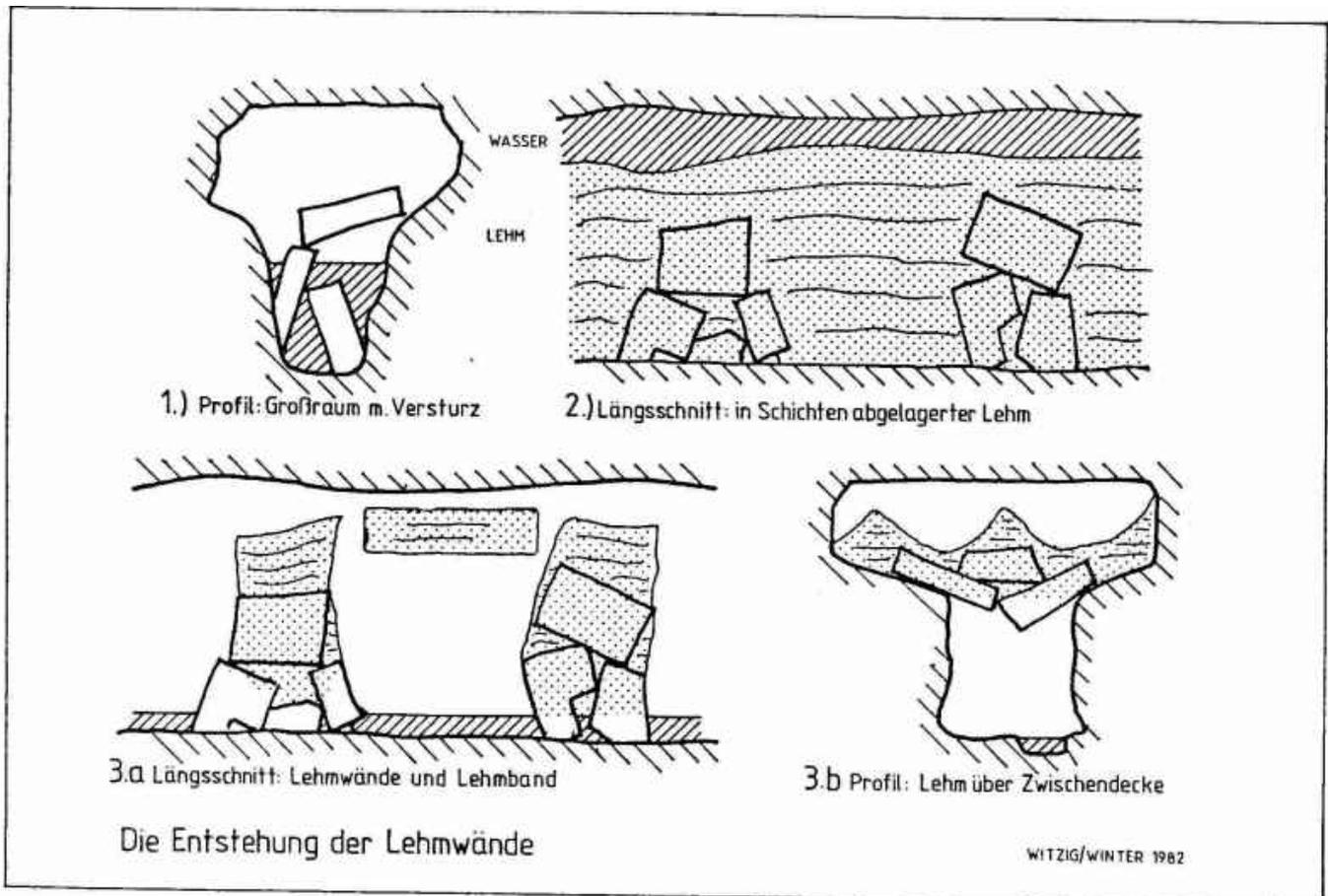


Abb. 27: Entstehung der Lehmwände

Eine Grabung in der oberen Gangfortsetzung brachte bis jetzt keinen Erfolg. Möglicherweise befindet sich hier oben ein alter, z.T. ganz plombierter Gang.

Auch die jünger zu datierende Wasserfallstrecke (relativ zu den anderen Höhlenteilen) weist mehrere Bildungsphasen auf. Sinter, der auf Lehm aufgesessen sein muß. Sinterbrücken auf dem heutigen Bachbettboden quer über den Gang ausgebildet (MP 57-56).

Das Krokodil, ein ehemaliger Deckentropfstein, konnte nur unbeschädigt abgelagert werden, wenn es in Lehm eingebettet worden war und dieser langsam herausgeschwemmt wurde. Den Beweis, wie zerbrechlich dieser Tropfstein an sich ist, haben leider Rowdies erbracht, die den Tropfstein vorne anhoben, fallenließen und ein Wahrzeichen der Höhle damit in 2 Teile zerlegt hatten.

Im Gangteil MP B55 bis Reutlinger Halle (MP B67), der an einer Verwerfung angelegt ist, ist bei MP B55 der Versatz der Verwerfung unter Wasser zu erkennen, d.h. die Einschneidung der Wasserfallstrecke an dieser Stelle ist zu jung, um diesen Versatz nivellieren zu können.

Der Versturz der Reutlinger Halle hat, wie der EV auch, keine größere Stauzone bewirkt. Von der Reutlinger Halle bis zum 1. Siphon fallen die Schichten auf 70m um 9,5m ein (13,5%). Der ehemalige Schluchtengang versinkt durch die Störung des Goldgräberstollens in unbekannte Tiefen (Abb. 27).

Kurz nach der Reutlinger Halle befindet sich an der Decke ein Deckenkanal. Hat sich zwischen der Reutlinger Halle und dem 1. Siphon nach der Störung im Bereich des Goldgräberstollens ein neuer, höherliegender Gang ausgebildet? Der Deckenkanal deutet darauf hin, daß der Gangteil viel höher verfüllt war als er heute noch ist.

Die Störung im Bereich der Goldgräberhalle kann geologisch nicht sehr alt sein. Im ersten Siphon sind keine größeren Anzeichen von phreatisch ausgebildeten Deckenformen zu finden. Die Decke ist, wie beim Waschbrett, sehr rauh.

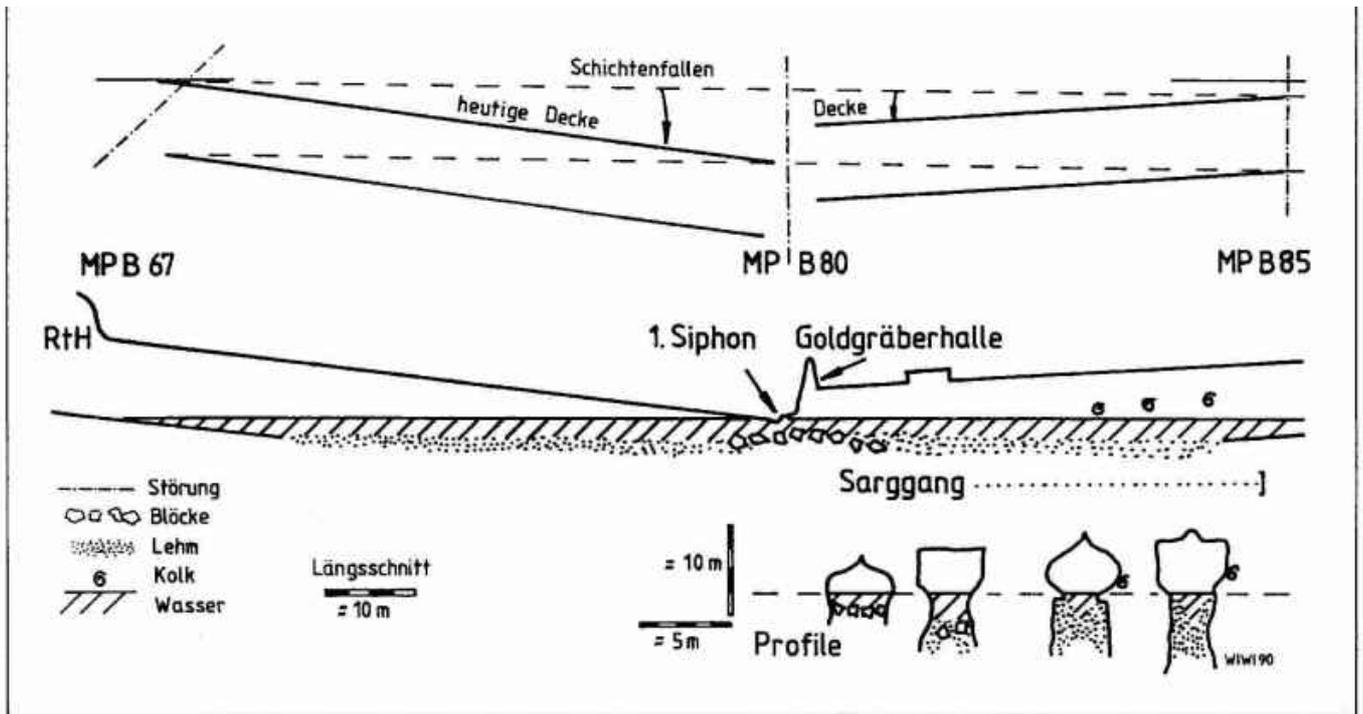


Abb. 28: Reutlinger Halle/1. Siphon bis Sarggang. Schema und heutiger Zustand mit Profilen.

6. Siphon bis Eingang (MP B77 - MP B106)

Vom 1. Siphon bis MP B85 (Störung) steigen die Schichten entgegen dem Schichtenfallen stark an. Vom MP B85 bis 6. See (MP B88) steigen die Schichten an, jedoch mit geringerer Neigung (Abb. 27). Erst vom 6. See an fallen die Schichten weiter mit dem Schichtenfallen. Von der Goldgräberhalle steigt ein phreatisch ausgebildeter Gang (Sarggang) nach außen an.

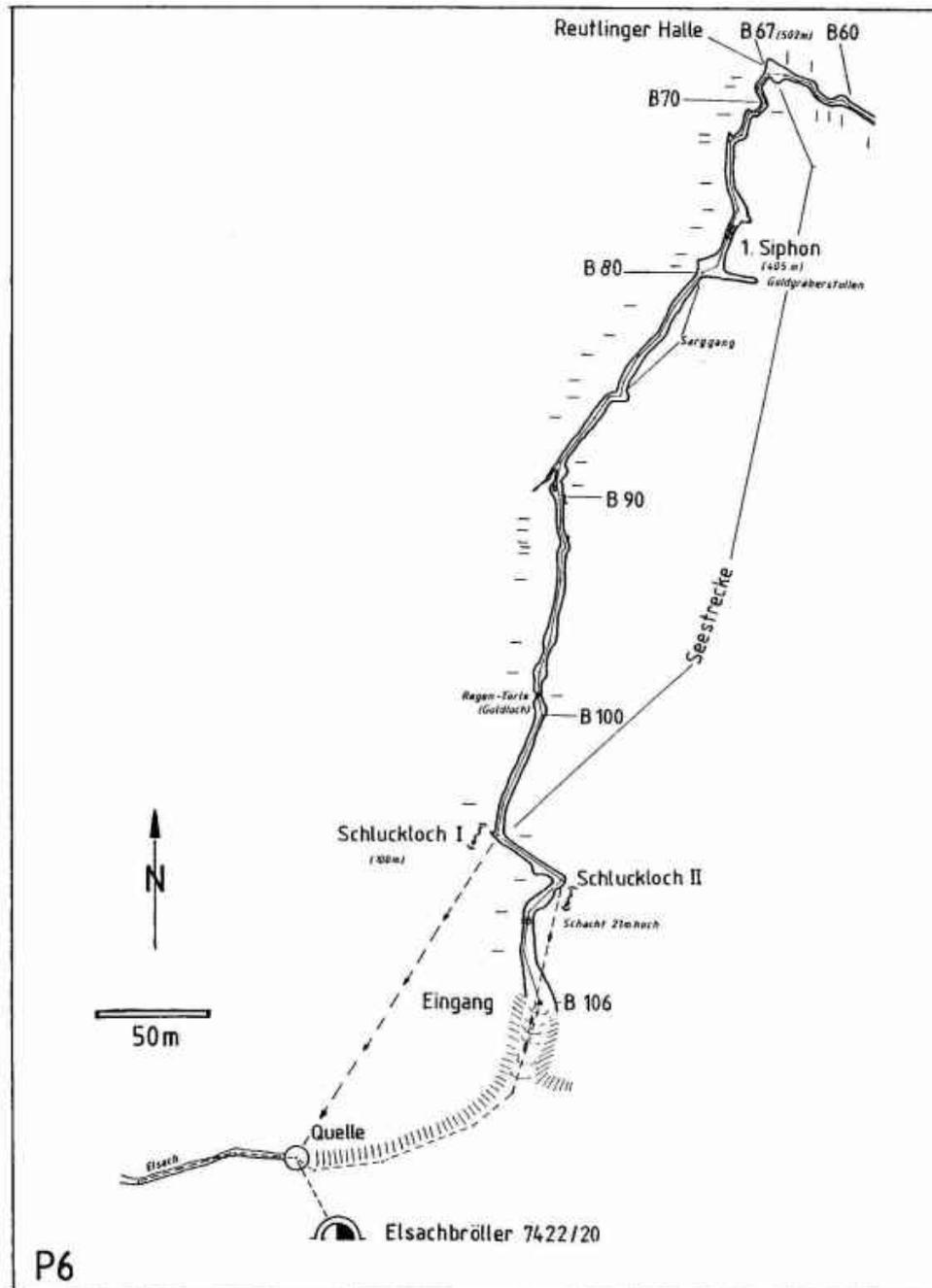


Abb. 29: Planausschnitt 6, 1. Siphon bis Eingang

In diesem Gangabschnitt wird das ursprünglich phreatisch gebildete elliptische Profil durch einen Abschnitt unterbrochen, der eine ebene Decke besitzt (siehe auch Abschnitt 4.). Hier hat sich die Deckenpartie bis zur nächsten Schichtfuge abgelöst. Ein solches Hochbrechen zur nächsten Schichtfuge findet sich auch im Elsachbröller-Untergang zwischen Albeckhalle und 1. Untergangssiphon.

Im Sarggang liegen unter dem elliptischen Profil eine Reihe von ehemaligen Bodenkolken, die vom Goldgräberstollen zu MP B85 hin um 1,5m ansteigen.

Der Gang unter dem Ellipsenprofil verbreitert sich. Er ist mit Lehm angefüllt, so daß sich nicht genau erkennen läßt, ob es sich um einen vadosen Schluchtengang handelt. Wären diese Kolke unter vadosen Bedingungen entstanden, so würde dies bedeuten, daß das Wasser in diesem Bereich zeitweise in umgekehrter Richtung, d.h. vom Eingang Richtung 1. Siphon geflossen wäre, dann wäre der untere Gangteil (eventuell Schluchtengang) jünger als der obere elliptische Gang.

Für eine Entstehung unter Wasser spricht ein Kolk mit einem Zentralkegel (bisher nur einer bekannt) und das Gangprofil des Sarggangs zwischen MP B(81-82) (Abb. 27).

Dieses Profil konnte nur als vadoser Schluchtengang entstehen, der mit Lehm verfüllt wurde. Über diesem hat sich später ein phreatischer Ellipsengang entwickelt, der den unten verfüllten Schluchtengang angeschnitten hat. Der heute zum 1. Schluckloch entwässernde Bach hat dieses Profil in der Phase vom ehemaligen Ausfließen der Höhle bis heute nicht viel verändert.

Inwieweit der Gang in einer Phase durch ein Ereignis in der Goldgräberhalle entgegen dem Schichtfallen abgesenkt worden ist und welche Auswirkung dies auf die Gangentstehung hat, ist unbekannt.

In Verlängerung des Sarggangs geht am 7. See (MP B88) unterhalb der Decke ein Seitengang ab, und wenige Meter danach ebenfalls unter der Decke ein Rondell. Beim Rondell zieht Wandsinter unter Wasser bis auf den heutigen Boden. Hier lag der Wasserspiegel früher wesentlich tiefer. Genauso wie beim 6. See (MP B92), wo das Profil in einen schmalen Schluchtengang

übergeht, dessen Felsboden tiefer als die Verfüllung liegt.

War die Höhle zwischen Sarggang und 6. See einmal abgetrennt? Die phreatische Entstehung des Sarggangs und der tiefe Schluchtgang am 6. See können nicht zur selben Zeit entstanden sein. Der Seitengang bei MP B88 ist damit als Notausgang zu sehen. Der Boden des 6. See's wie auch der Originalboden des ganzen Ganges bis zum 1. Schluckloch liegt tiefer als der Boden des 1. Schluckloches. Der höchste Bodenpunkt, über den das Wasser steigen muß um das 2. Schluckloch zu erreichen, liegt 97 cm höher als der Boden des 1. Schluckloch. Das 1. Schluckloch ist die tiefste Erosionsbasis für den heutigen Höhlenbach, alle anderen Ausgänge liegen höher. Somit müssen für die Schluchtgänge vor dem 1. Siphon, deren Felsböden viel tiefer liegen, auch Erosionsbasen vorhanden sein. Der heutige Höhleneingang kommt als Erosionsbasis nicht in Frage. Bemerkenswert ist auch, daß das 1. Schluckloch nicht stärker durch die rückschreitende Erosion von der Hangquelle (Entfernung 175m, Höhendifferenz ca. 15m) her angeschnitten ist. Dies zeigt das junge Alter dieser "kleinräumigen" Verkarstung ("Mauslochverkarstung", HASENMAYER 1989). Außerdem scheidet das Elsachtal als Erosionsbasis für die Schluchtgänge vor dem 1. Siphon aus.

Der kleinste Gangquerschnitt der ganzen Höhle befindet sich zwischen 1. und 2. Schluckloch (Fläche max. 2m²). Im Vergleich dazu das Profil beim Krokodil (MP B30): 23m².

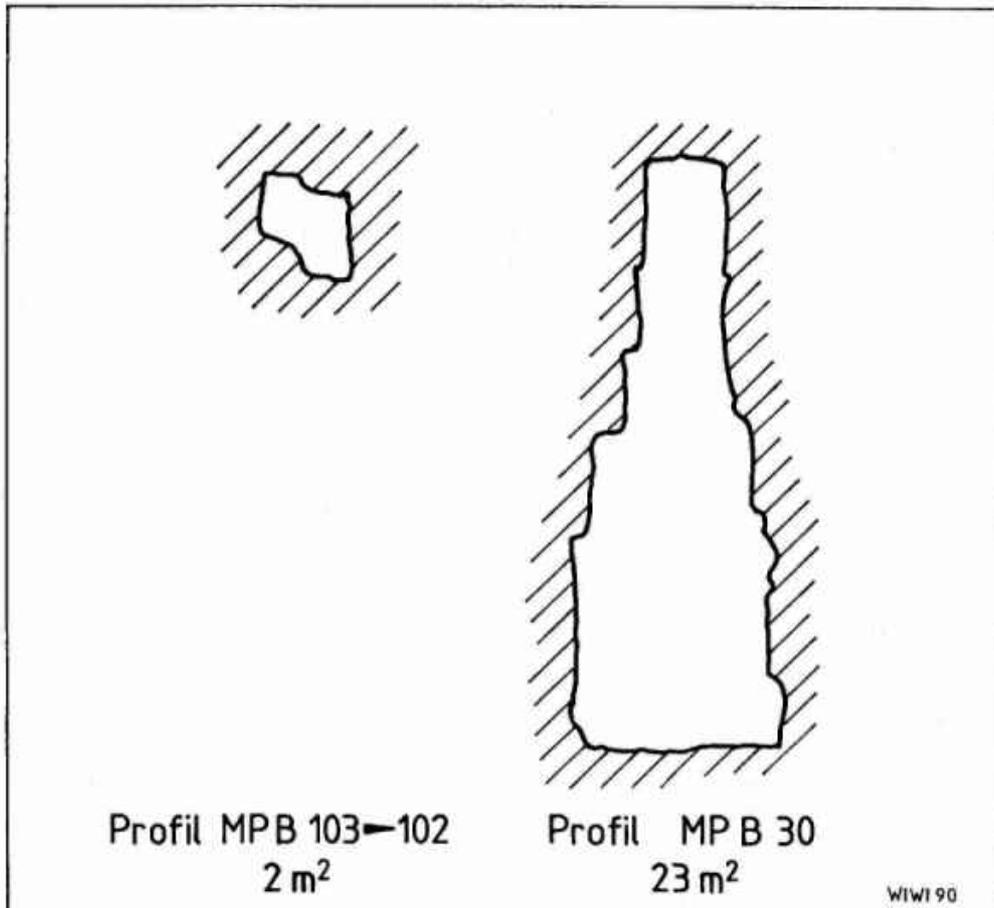


Abb. 30: Profile 1./2. Schluckloch, Krokodil

Die Decke und die beiden Felswände sind freigelegt. Der Boden ist original und wird von der Glaukonitbank gebildet, die noch nicht ausgeräumt worden ist. An den Wänden sind überall Fließfacetten 4-5 cm lang.

$$V_m = Re_l * n / L = 32 * 0,0015 * 10^3 / 4 = 120 \text{ cm/s}$$

$$P/L = 1,4 / 0,04 = 35$$

Annahme: Der Gang ist gefüllt bis zur Decke (wird bei heutigen max. Hochwassern nicht erreicht):

$$A = 2 \text{ m}^2 \} 2400 \text{ l/s}$$

Wenn der Demutsschluf (MP B103-104) gerade geschlossen ist, gilt:

$$A = 1 \text{ m}^2 \} 1200 \text{ l/s}$$

Nach Abb. 4 ergibt sich ein Abfluß am geschlossenen Demutsschluf von 800 l/s, dazu kommt der Abfluß am 2. Schluckloch mit ca. 200 l/s:

$Q_{\text{Engstelle DS 2.SI Z 1200}} \text{ l/s}$

$Q_{\text{DS}} + Q_{\text{2.SL Z 1000}} \text{ l/s}$

Die beiden Werte sind unter Einbeziehung aller Meßfehler (Facettenlänge, Profilquerschnitt, Fließgeschwindigkeit) sicher miteinander vergleichbar.

Zwischen 1. Schluckloch und 12m Schacht ist das Profil wesentlich größer ($>4\text{m}^2$). Erst nach dem Schacht wird das Profil enger. Betrachtet man die Decke vor dem Schacht genauer, so kann man 2 unter Wasser entstandene Kanäle erkennen, die in den Schacht hochziehen.

Als weiteres kann dieser Schacht kein Tropfwasserschacht sein, sonst könnte er nicht diese Stufen besitzen. Die Unterwasserbildung dieses Schachtes, das kleine Profil nach diesem Schacht sind eindeutiger Beweis für einen Notausgang. Geht man durch den Demutsschluf hindurch, gelangt man zu einem 21m hohen, senkrechten Schacht. An seinem höchsten Punkt führt ein Gang Richtung Außenfelsen, ebenfalls ein Notausgang.

Wenn die Falkensteiner Höhle früher eine tiefere Erosionsbasis hatte (unter dem Tal hindurch über Elsachbröller, Büchelbrunner Bröller weiter), wie entstand dann das große Eingangsportal? Durch dauerndes Nachbrechen als Frostschutt müßte heute noch ein Teil des Berges vorhanden sein; und doch hat es im Eingangsbereich das wenigste Verbruchmaterial. Die Höhle zog überwiegend als Bachhöhle im hinteren Teil eines großen Höhlensystems nach Süden weiter. Staustellen bildeten dabei unterschiedliche Erosionsniveaus. Durch tektonische Ereignisse wurde der Weg nach Süden versperrt, die Höhle begann sich aufzustauen, in den unteren Teilen zu plombieren, der hydrostatische Druck im System stieg, die Höhle suchte neue Auswege nach oben, die "Notausgänge". Elsachtal und Lautertal schnitten sich immer tiefer ein. Es bildeten sich im ganzen System, das unter hydrostatischem Druck stand, Notausgänge aus.



Abb. 31: Eingang/Quellnische, Aufnahme R. Witzig

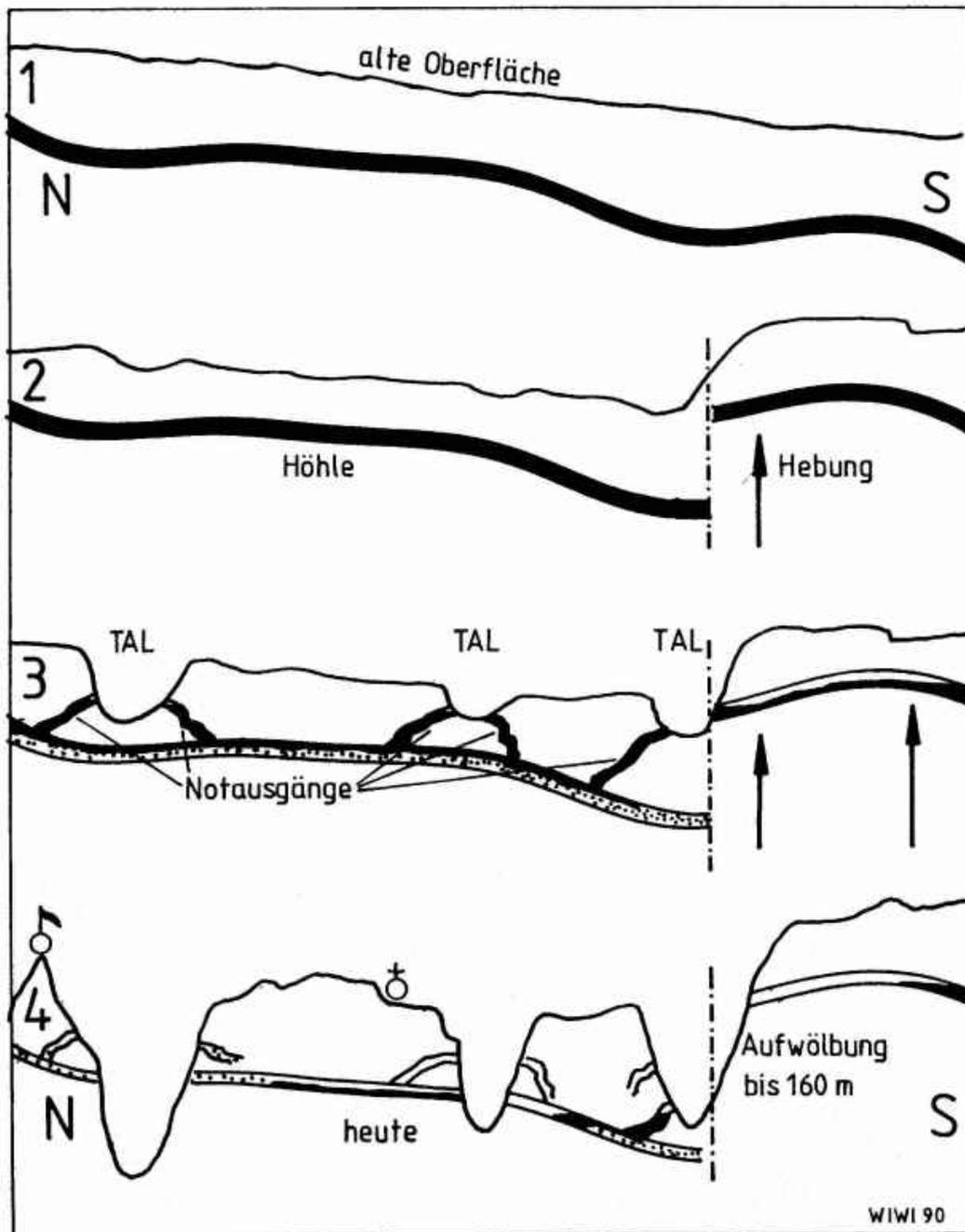


Abb. 32: Schematischer Längsschnitt: 'Urhöhle' und Entstehung von Notausgängen durch Rückstau.

Im heutigen Eingangsbereich der Falkensteiner Höhle wurden Notausgänge durch den Seitengang 7. See, 12m-Schacht (zwischen 1. und 2. Schluckloch), 21m-Schacht und Eingang angelegt. Das große Eingangsportal läßt sich nur durch einen Quelltopf erklären.

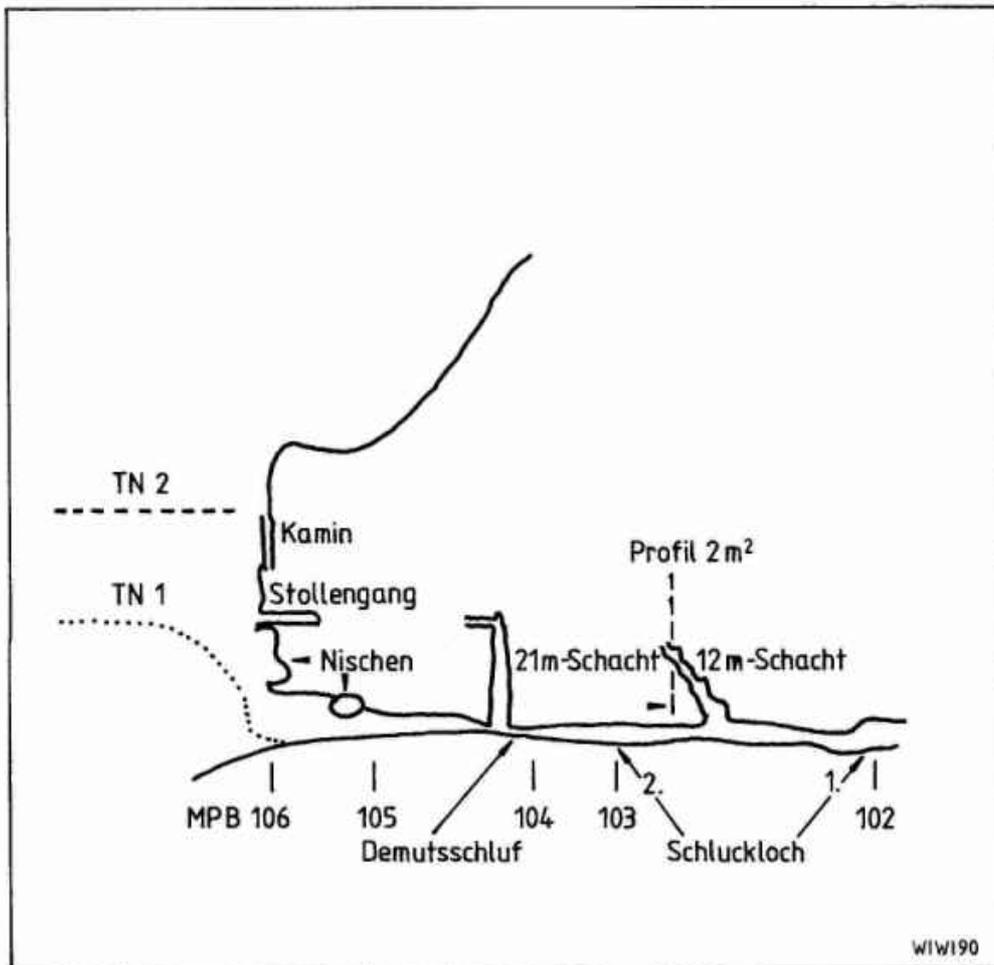


Abb. 33: Längsschnitt Eingangsbereich (Quelltopf), MP B102-106. (TN 1/2 = Terrassenniveau 1/2).

Der Demutsschluf bildete dabei die Düse des Quelltopfes. Geröll, das sich vor der Düse im Quelltopf ablagerte, wurde vom Wasser durch mechanische Zerkleinerung aufgerieben, indem es immer wieder den Hang hochgeschoben wurde und zurückgerollte. Durch große Geschwindigkeiten im Düsenbereich kommt es zu Turbulenzen. Der Quelltopf wirkt wie ein großes Sandstrahlgebläse, nachbrechendes Gestein wird aufgerieben. Die Nische an der Decke auf der Westseite des Eingangs belegt den Quelltopf. Ein Fortschreiten der Quelltopfbildung zur Höhle hin bildete das heutige Höhlenportal aus. In ehemaliger Ausflußrichtung ist nach der Wandnische an der senkrechten Felswand eine weitere Auswaschung vorhanden. 20m über dem Eingangboden ist ein 1. Quelltopfhorizont auszumachen. Ein Terrassenniveau läßt sich in den Felsen des Elsachtals nachzeichnen.

Der Stollen links oberhalb des Eingangs mündet ebenfalls auf diesem Niveau. Ob es sich bei diesem Gang um einen nur in den Fels gehauenen Gang handelt, ist zu bezweifeln. Eine Grabung an seinem Ende könnte Aussagen über einen verfüllten Gang oder "nur" Stollen geben.

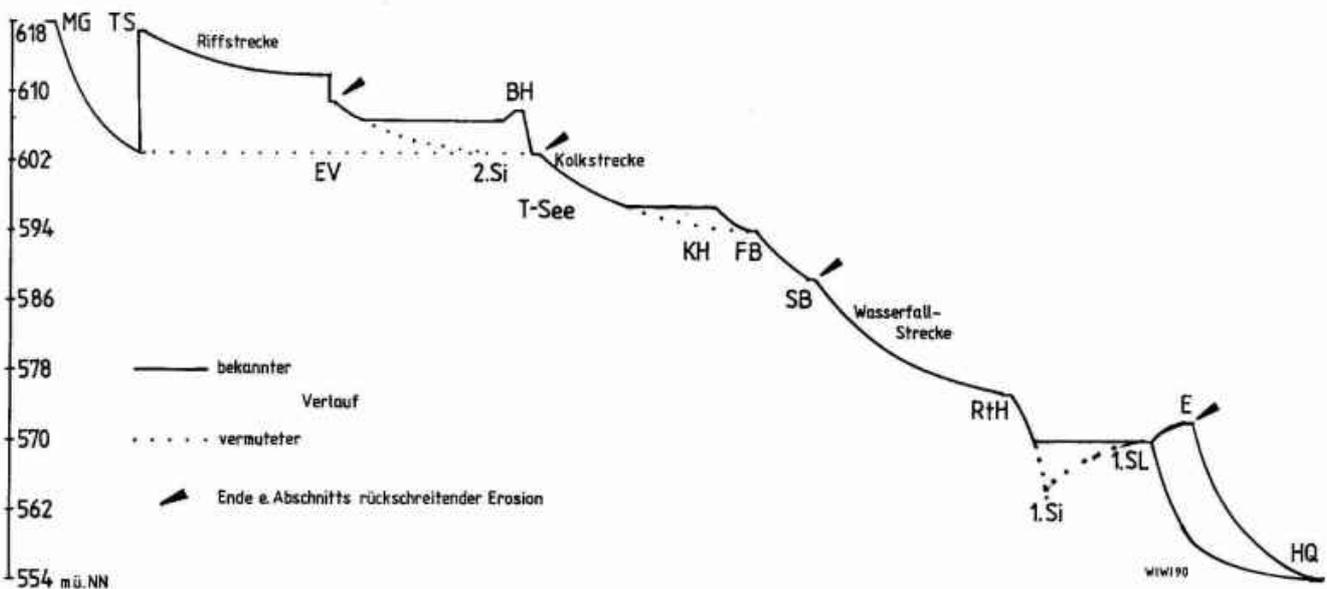


Abb. 34: Erosionsbasen und ihre Endpunkte in Parabeldarstellung

Direkt über der Nische führt ein Schacht weiter senkrecht nach oben. Er kommt in der Felswand in einem schmalen Band wieder zutage. Ein älterer Notausgang, der auf ein höheres Terrassenniveau mündet. Die heutige Erosionsbasis nach dem 1. Schluckloch wird durch die Elsach selbst gebildet. Dabei hat die rückschreitende Erosion von der Hangquelle aus weder das 1. Schluckloch noch den Höhleneingang erreicht.

7. Elsachbröller und Büchelbrunner Bröller

Die vorliegenden Gangentwicklungen in der Falkensteiner Höhle lassen sich im Elsachbröller und im Büchelbrunner Bröller weiter fortführen.

In beiden Höhlen gibt es Anzeichen für die oben beschriebenen "Notausgänge", dazu gehören im Elsachbröller sowohl der "gefürchtete" Angstschluf als auch die Knochengänge.

Für den Büchelbrunner Bröller soll nur die Frage aufgeworfen sein, ob nicht die bis 20m tiefen Endsiphone nach oben auch über solche "Notausgänge" entwässert werden.

In diesen Höhlen wird die zukünftige Forschung sicher interessante Fragen aufwerfen.

Schluß

Die abschließende Überlegung soll den heutigen und einstigen Vorflutern gelten. Die heutigen Vorfluter der GGH sind die Elsach und der Büchelbrunner Bach. Offen und strittig ist aber der Vorfluter in einem früheren Entstehungsabschnitt. Das tiefste bekannte Niveau liegt im BBB bei ca. 550 m ü. NN; die Blindschleiche erreicht eine Tiefe von ca. 552 m ü. NN. Wie tief in beiden Fällen der Felsboden liegt, ist nicht bekannt, auf jeden Fall noch tiefer, das Elsachtal hat sich zwischen EB und FH auf 554 m ü. NN eingetieft. Wenn vadose Schluchtgänge vorliegen, gibt es immer eine Erosionsbasis, die den tiefsten Punkt bildet. Als eine südlich liegende Erosionsbasis bzw. Vorfluter wird das Ermstal angesehen. Es liegt heute NW von Seeburg ca. 550 m ü. NN (Fels steht bei ca. 530m ü. NN an), als Erosionsbasis wäre es zur heutigen Zeit gerade noch geeignet. Das Elsachtal als dem oberen Ermstal altersmäßig vergleichbar, ist heute bereits auf 554 m ü. NN eingetieft und hat die drei Höhlen FH, EB und BBB getrennt. Diese Trennung und der Vorfluter Erms wären gleich alt. Dies ist nicht möglich!!

Höherliegende Ermsniveaus scheiden noch mehr aus, da dann in den Höhlen phreatische Gänge anstelle vadoser Schluchtgänge vorhanden sein müßten, die aber gibt es nicht. Damit scheidet das heutige Ermstal als Vorfluter aus, denn mit der Erms als Vorfluter kann das Höhlensystem so nicht entstanden sein.

Dank

Ein solcher Artikel kann nicht enden ohne ein Wort über die zu schreiben, die uns bei unseren Forschungen unterstützt und geholfen haben. Ohne Namen zu nennen sind dies viele Höhlenfreunde aus der Arge Grabenstetten, die mit uns Befahrungen durchgeführt, Daten gesammelt und mit uns diskutiert haben. Im einzelnen bedanken wir uns für die Unterstützung durch die Wasserwirtschaftsämter Reutlingen und Kirchheim und das Wetteramt Stuttgart. Außerdem für die Datensammlungen, die uns Hans BINDER und Prof. E.W. BAUER für diese Arbeit zur Verfügung gestellt haben. Für die Unterstützung beim Zeichnen und Korrekturlesen danken wir den Brüdern W. und K. ZIEGLER sowie Thilo MÜLLER für die EDV-Bearbeitung.

Literaturverzeichnis

- BAUER, E. (1961): Vom Wasser der Falkensteiner Höhle.- Die Natur 69 (3/4); 37-47, 3 Abb., Schwäbisch Hall.
 -----(1964): Färbung im Hornmähder.- Unveröffentlichtes Manuskript, Esslingen.
 -----(1974): Die Landschaft der Erkenbrechtsweiler Halbinsel.- Laichinger Höhlenfreund 8/9 (16/17); 1-4, Laichingen.
 BINDER, H. (1964): Studie zum Wasserhaushalt der Erkenbrechtsweiler Berghalbinsel, der Falkensteiner Höhle und der Elsach.- Mitt. d. Verb. d. dt. Höhlen-und Karstforscher 10(2), 67-73, 4 Abb., 1 Tab., München.
 -----(1965): Vom Goldloch bei Schlattstall.- Blätter des Schwäbischen Albvereins 1965 (2); 4 Seiten, 8 Abb.
 -----(1989): Höhlenführer Schwäbische Alb.- 3. Auflage, Stuttgart; Theiss
 BÖGLI, A. (1978): Karsthydrographie und physische Speläologie, 292 S., 160 Abb., 12 Tafeln; Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
 ENGEL, H. (1967/68/91): Wasserstandsmessungen in der Falkensteiner Höhle.- Berichte zum Symposium "Grabenstetter Großhöhle" 1989; Grabenstetten.
 GROSCHOPF, P. (1964): Bericht über den Färbversuch "Falkensteiner Höhle".- 1-4, Stuttgart.
 -----(1965): Gutachten über die Versenkung von Schmutzwässern auf dem Burrenhof, Markung Erkenbrechtsweiler, Landkreis Nürtingen (Blatt 7422 Dettingen 1:25000); 1 Abb., 2 Tab., Freiburg.
 -----(1966): Ein Färbversuch im Elsachbröller (Markung Grabenstetten, Kreis Reutlingen).- Mitt. d. Verb. d. dt. Höhlen-und Karstforscher 12 (4), 93-97, 1 Taf., 2 Tab., München.
 HASENMAYER, J. & WUNSCH, A. (1966): Neuentdeckungen im Elsachbröller und die "Grabenstetter Großhöhle.- Mitt. d. Verb. d. dt. Höhlen-und Karstforscher 18 (4); 87-92, 3 Abb., 1 Taf., München.
 HASENMAYER, J. (1972): Vom Aachtopf in die Donauhöhlen.- Mitt. d. Verb. d. dt. Höhlen-und Karstforscher 18 (1/2); 5-10, 3 Abb., München.
 -----(1989): Zum Mindestalter der Falkensteiner Höhle und der Verkarstung der mittleren Schwäbischen Alb, mündlicher Vortrag; Grabenstetten.
 HINKELBEIN, K., PAPENFUß, K.H., SMETTAN, H.W., UFRICHT, W., WOLFF, G. (1990): Zum Alter der Höhlenlehme der 3. Lehmwand in der Falkensteiner Höhle bei Urach (Schwäbische Alb.- Jh. Ges. Naturkde. Württ., 145, S. 39-49, 4 Abb., 4 Tab.; Stuttgart.
 JANTSCHKE, H. (1989): Das Mordloch (7325/01) im Roggental bei Eybach und seine Mineralbildungen.- Laichinger Höhlenfreund 24 (2); 71-84, 8 Abb., Laichingen.
 PECHOLD, E. (1977): Die Grabenstetter Großhöhle hat existiert.- Karst und Höhle 1977; 35-45, 2 Abb., München.
 ROTH, R. (1979): Die Stufenrandzone der Schwäbischen Alb zwischen Erms und Fils.-Tübinger Geographische Studien, Heft 77; Tübingen.
 STEPHAN, R. (1973): Der Büchelbrunner Bröller bei Urach.- Betr. z. H. u. Karstkunde in Südwestdeutschland ; Nr. 2, 8-9, 1 Taf., Stuttgart.
 VILLINGER, E. (1974): Hydrogeologie, in: Erläuterungen zu Blatt 7522 Urach, geologische Karte Baden-Württemberg 1:25000, Freiburg.
 -----(1978): Zur Karsthydrologie des Blautopfs und seines Einzugsgebietes (Schwäbische Alb).- Abh. geol. Landesamt Baden-Württemberg; 8, 55-127, 17 Abb., 14 Tab., Freiburg.
 -----(1986): Untersuchungen zur Flußgeschichte des Malmkarsts in Südwestdeutschland.- Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg 28, Freiburg.
 WAGNER, H. (1987): Elsachbröllerpumpaktion 1987, 42 Seiten, Grabenstetten, Selbstverlag
 WINTER, U. & WITZIG, R. (1978): Befahrungsbericht der Falkensteiner Höhle vom 17.6.78 - 19.6.78.- Unveröffentlichtes Manuskript, Grabenstetten.
 -----(1981): Befahrungsbericht des Elsachbröllers vom 31.10.81.- Unveröffentlichtes Manuskript, Grabenstetten.
 -----(1984): Überlegungen zur Entstehung der Falkensteiner Höhle.- Laichinger Höhlenfreund 19 (1); 23-36, 7 Abb., Laichingen.
 WINTER, U. (1988): Höhlenniveaus im Gebiet des Erms-und Lautertales.- Laichinger Höhlenfreund 23 (1); 13-20, 7 Abb., Laichingen.
 -----(1990): Dreißig Jahre Eisele-Versturz in der Falkensteiner Höhle bei Bad Urach (Württemberg)- ein Rückblick.- Die Höhle, 41 , 25-35, 4 Abb., Wien.

[Inhaltsverzeichnis dieses Heftes](#)

[Weitere Artikel zu diesem
Themengebiet](#)

[Vorheriger Artikel](#)

[Gesamtübersicht CD-ROM](#)

Weitere Artikel von [Autor a](#), [Autor b](#)

[Nächster Artikel](#)