

# UNTERSUCHUNGEN ZUR GEOLOGIE, TEKTONIK UND SPELÄOGENESE DER FALKENSTEINER HÖHLE BEI GRABENSTETTEN

Knut Hinkelbein, Wolfgang Ufrecht & Gerd Wolff

## Inhaltsverzeichnis

- 1. Einleitung
- 2. Stratigraphie
  
- 3. Tektonik
- 4. Fossile Karsthydrographie
- 5. Rezente Karsthydrographie
- Schriftenverzeichnis

## 1. Einleitung

Die Falkensteiner Höhle ist bereits seit 1982 Gegenstand geologischer Untersuchungen durch die Autoren mit dem Ziel, Aussagen über Speläogenese und Alter dieses bedeutenden Höhlensystems zu treffen.

Nachstehender Bericht gibt vorläufige Erkenntnisse wieder, da die geologischen Arbeiten noch nicht abgeschlossen sind. Die Ergebnisse der sedimentologischen und pollenanalytischen Untersuchungen an den Höhlenlehmen der 3. Lehmwand werden an anderer Stelle veröffentlicht (HINKELBEIN et al. 1990).

## 2. Stratigraphie

Die Falkensteiner Höhle liegt im Weißen Jura delta 3 und 4 (Kimmeridge ki 2.3 und 2.4). Die im Bereich der Höhle aufgeschlossene Schichtenfolge besteht größtenteils aus gebankten Kalksteinen, die durch mehr oder weniger starke Mergellagen voneinander getrennt sind. ZIEGLER (1955) stellte für delta 3 und 4 fest, daß außerhalb der Schwamm-Algenfazies die Mächtigkeiten der Kalkbänke bzw. der Mergel- und Tonlagen im Raum Urach über weite Strecken konstant bleiben. Sie bilden daher gute Voraussetzungen für eine lithostratigraphische Feingliederung. Eine deutliche Zäsur in der Bankabfolge ist der Glaukonithorizont, der aus einer, meist aber aus zwei Kalkmergellagen (von je 10 bis 20 cm Mächtigkeit) und einer zwischengeschalteten Kalksteinbank (Mächtigkeit 30 bis 35 cm) besteht.

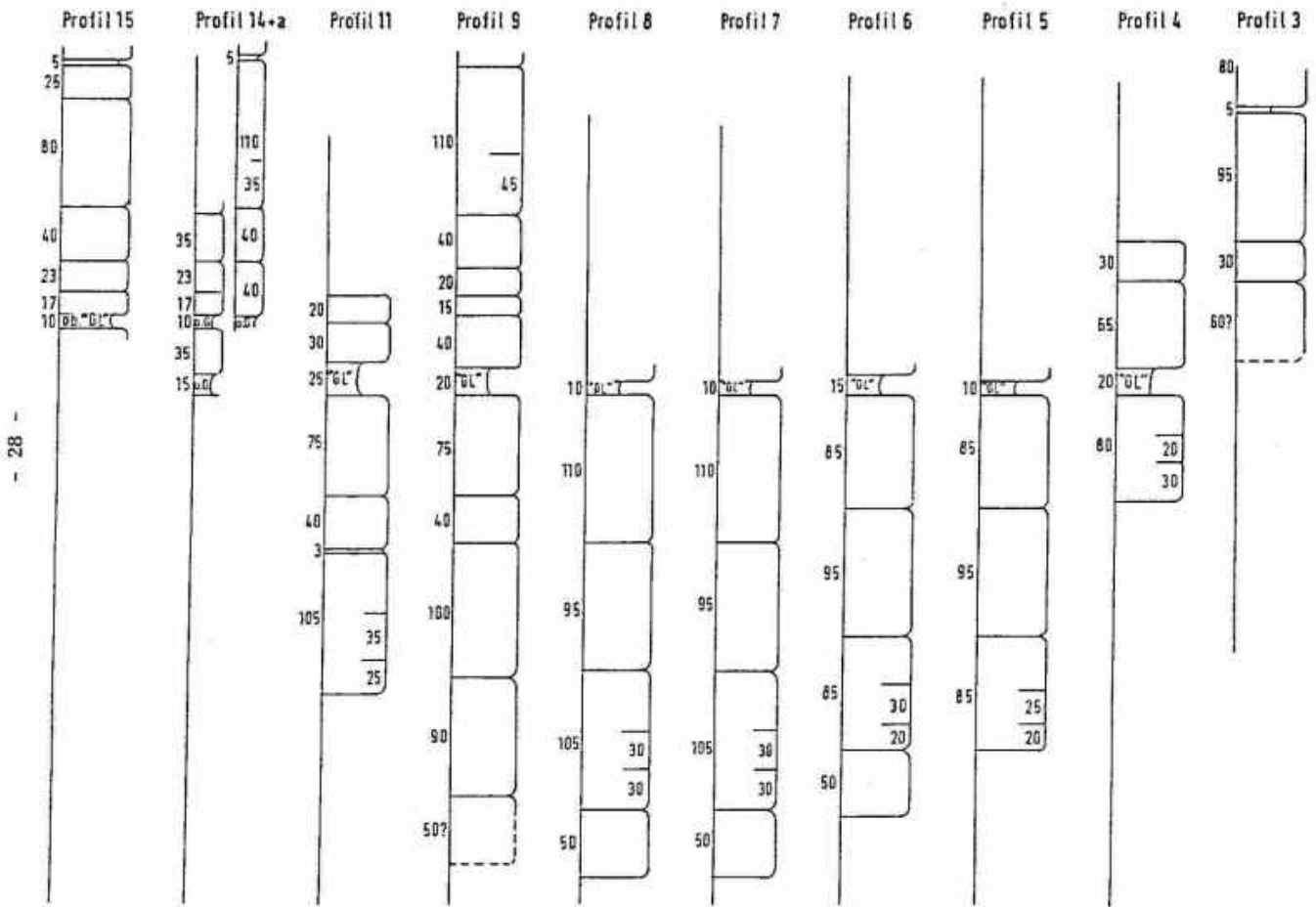


Abb. 1: Bankprofile im Grenzbereich des Weißen Jura delta 3/4 (ki 2.3/2.4) in der Falkensteiner Höhle zwischen B 104 (Profil 15) und B 80 (Profil 3). Die Zahlen geben die Bankmächtigkeit an; ob. Gl.: obere Glaukonitbank, u. Gl.: untere Glaukonitbank. Entwurf K. HINKELBEIN, Zeichnung RATH.

Zur stratigraphischen Einstufung der Gangpassagen in der Falkensteiner Höhle wurden in Abständen von 100 bis 200 m Bankprofile aufgenommen (Abb. 1) und mit Standardprofilen (z.B. Höhleneingang sowie Großsteinbrüche in der Umgebung; eigene Aufnahmen sowie nach ZIEGLER 1955) korreliert. Die bisherigen Profilaufnahmen bis zum Fuchsbau ergaben folgende Ergebnisse:

1. Bis zum 1. Siphon hält sich der Höhlenverlauf vorwiegend an die Schichtenfolge knapp oberhalb, vor allem aber bis 3,5 m unterhalb des Glaukonithorizonts. Der Glaukonithorizont selbst ist im Eingangsbereich als zweigeteiltes Mergelband mit jeweils ca. 10 bis 15 cm Mächtigkeit ausgebildet. Etwa ab Meßpunkt B 100 ("Törle") reduziert er sich auf eine Mergellage mit wechselnder Mächtigkeit zwischen 10 und 20 cm.
2. Auf der Strecke zwischen 1. Siphon und Reutlinger Halle fließt der Höhlenbach im tieferen delta 3. In der Reutlinger Halle liegt das Bachbett bereits nahezu im delta 2 (ki 2.2). Die Hallendecke reicht hier knapp über den Glaukonithorizont.
3. Auf der Wasserfallstrecke durchstößt der Höhlengang das gesamte delta 3 vom Liegenden zum Hangenden, so daß im Bereich des Sargdeckels (MP B 5) der Glaukonithorizont im oberen Drittel des Höhlenganges festzustellen ist. Die Schichtenfolge steht hier in Normalfazies an. Ab dem Fuchsbau zeichnet sich jedoch eine flaserige Ausbildung bei gleichzeitiger Häufung von Kieselknollen ab. Beides sind Anzeichen für eine lokale Verschwammung.

### 3. Tektonik

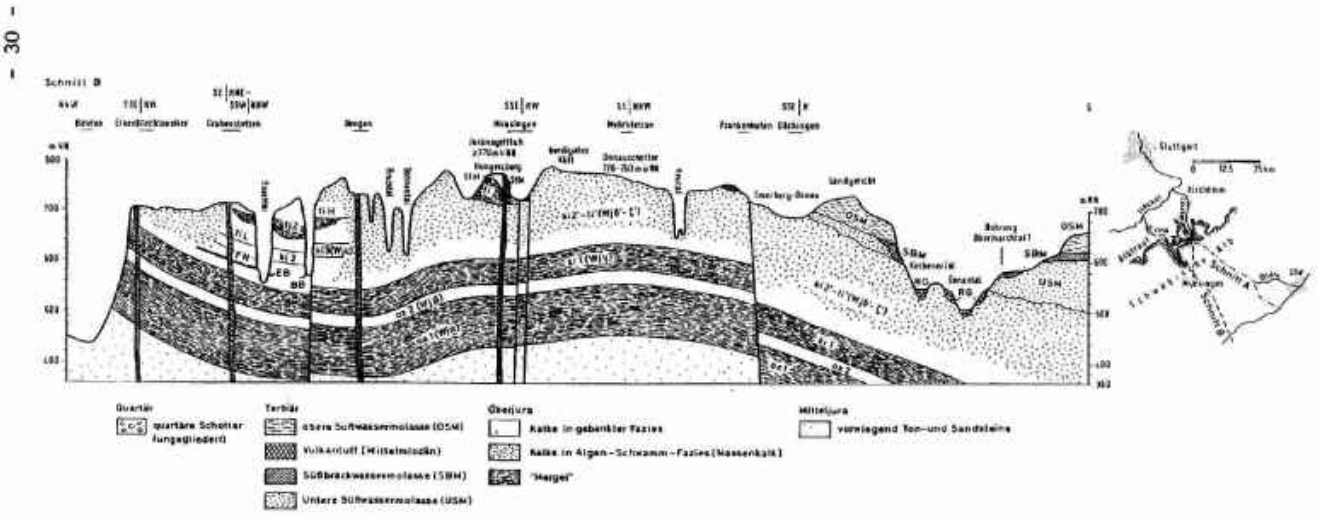
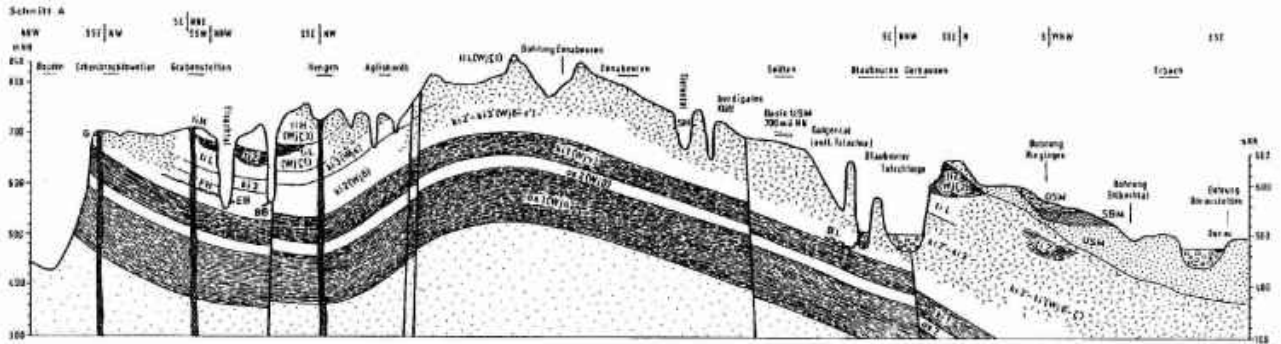
Bezogen auf den Glaukonithorizont wurde für die Erkenbrechtsweller Halbinsel eine Schichtlagerungskarte erstellt. Dazu fanden auch die in den letzten Jahren seitens des Geologischen Instituts der Universität Karlsruhe durchgeführten Diplomarbeiten Verwendung. Herr Dipl. Geol. A. HOYDEM stellte freundlicherweise seine Strukturkarte (bezogen auf die Grenze Weißer Jura alpha/beta) zur Verfügung. In der näheren Umgebung der Falkensteiner Höhle wurde in mehreren Aufschlüssen zur Bestimmung der Schichtlagerung der Ausstrich des Glaukonithorizonts von R. FRANK (HHV Laichingen) mit dem Theodolit höhenmäßig bestimmt.

Die Strukturkarte umfaßt den Nordostteil der Uracher Mulde, die entgegen früherer Annahme nicht nur durch Schichtverbiegungen sondern auch deutlich durch tektonische Bruchstrukturen geprägt ist (HOYDEM 1991). Innerhalb der Uracher Mulde, deren Tiefpunkt etwa 4 km SSE Urach liegt (GWINNER 1961, 1974), zeichnet sich zwischen dem oberen Elsachtal und dem Büchelbrunner Tal eine Spezialmulde ab, welche im südlichen Teil von einer SW-NE

streichenden Störung (Sprunghöhe ca. 15 m) begrenzt wird (Neukartierung durch HOYDEM 1991). Durch die tektonische Tieflage sind im Bereich der Uracher Mulde die jüngsten Schichtglieder des Juras (Zementmergel und Hangende Bankkalke des Weißen Jura zeta; Tithon) noch flächenhaft erhalten. Die Verbreitung dieser jungen Schichtglieder zeichnet auf der geologischen Karte nicht nur die Uracher Mulde sondern auch die nach Osten anschließende Filstalmulde nach. Bereits ROLL (1934) führte die Erhaltung der Schichten des Weißen Jura zeta auf eine tektonische Einsenkung zurück. Diese muß nach ROLL (1934) und VILLINGER (1986) oligozänen oder bereits präoligozänen Alters sein, da die großflächige Abtragung von Weißem Jura zeta auf der nördlichen Schwäbischen Alb bereits bis zum Oligozän abgeschlossen war.

#### 4. Fossile Karsthydrographie

Der Verlauf der Falkensteiner Höhle zeigt wie der des Elsachbröllers eine Bindung an die Schichtlagerung, d.h. die Struktur der Spezialmulde hat die Auswahl des vorhandenen bruchtektonischen Inventars als karsthydrographische Bahn maßgeblich beeinflusst.



*Abb. 2: Geologische Schnitte durch die Schwäbische Alb von der Erkenbrechtsweiler Halbinsel nach SE zum Blautal (mit Blauhöhle; Schnitt A) bzw. nach SSE zum Donautal bei Obermarchtal (Schnitt B); Zeichnung RATH, Entwurf W. UFRECHT unter Berücksichtigung geologischer Daten aus ALDINGER (1947), GLÖCKLER (1963), GWINNER (1974, 1980a, 1980b), GWINNER et al. (1974), HOYDEM (1990), SPANGENBERG (1986), VILLINGER (1987). Schichtenfolge Bohrung Ennabeuren nach frdl. Mitt. Dr. VILLINGER (GLA Freiburg). Die Schnitte sind 20-fach überhöht.*

Die schichtgebundene Entwässerung und Verkarstung belegt ein postoligozänes Alter der Falkensteiner Höhle, da sie jünger sein muß als die Uracher Mulde bzw. die Spezialmulde zwischen Elsachbröller und Büchelbrunner Tal. Diese zeitliche Einstufung ergibt sich auch daraus, daß heute mit Ausnahme jungpleistozäner Donauschotter alle südlich der Höhle gelegenen Ablagerungen tertiärer und altpleistozäner Vorfluter in größerer Höhe zu finden sind (Abb. 2) als der Eingang der Falkensteiner Höhle. Postsedimentäre tektonische Vorgänge, denen diese Ablagerungen am Südrand der Schwäbischen Alb unterlagen, sind bezüglich des Alters und des Verstellungsbetrags nicht exakt einzustufen. Jedenfalls hatten aber diese tektonischen Ereignisse eine Reduktion der Höhendifferenz zwischen Falkensteiner Höhle und eventueller im Süden gelegenen Vorfluter zur Folge. Denn die Schwäbische Alb unterlag im Betrachtungsraum sowohl einer Nord-Süd-Kippung als auch einer generellen Abtreppung nach Süden (bedeutende Störungszonen mit Sprunghöhen bis 100 m). Damit kommt als Vorflut für die Verkarstung im Bereich der Erkenbrechtsweiler Halbinsel lediglich das neckartributäre Ermssystem in Frage. Zeugnisse für die flußgeschichtliche Entwicklung im Raum Urach belegen ebenfalls, daß das Entwässerungsnetz der Uracher Mulde vergleichsweise früh (ab Obermiozän ?) nach Norden zum Neckar orientiert war. So ist durch das Trockentalnetz der Albhochfläche bereits eine weite Ausbuchtung der fossilen oberirdischen Wasserscheide nach Süden nachgewiesen, die im Westen und Osten von donautributären Tälern eingefasst wird.

Der von Norden nach Süden und damit gegen die obsequente Entwässerung der Neckarzubringer gerichtete Verlauf der Falkensteiner Höhle ist kein Widerspruch zur neckartributären Entwässerung. Denn mit der Ausbildung des Ermssystems entstand infolge der tektonischen Muldenstruktur im Uracher Raum eine Talspinne (GWINNER 1959, 1961). Gleichzeitig wurde die Spezialmulde zwischen Elsachtal und Büchelbrunner Tal durch rückschreitende Talerosion angeschnitten und die Erkenbrechtsweiler Halbinsel vom Albkörper weitgehend isoliert. Damit wurde das von der Halbinsel nach Süden abströmende Grundwasser abgefangen. Mit der Öffnung der Spezialmulde wurden für die tiefgründige Verkarstung maßgebliche Akzente gesetzt.

Die Verkarstung der Erkenbrechtsweiler Halbinsel hängt also eng mit der seit dem Pleistozän ablaufenden Entwicklung des Erms-Neckarsystems zusammen (BUTZER 1986, REIFF 1986, ROTH 1979). Infolgedessen ist auch das pleistozäne Alter der Falkensteiner Höhle und des Elsachbröllers offensichtlich. Die Annahme, die Falkensteiner Höhle sei ein Teil eines großen, die Schwäbische Alb durchziehenden Höhlensystems steht im Widerspruch zu wichtigen geologischen Zeitmarken. Die bislang erarbeiteten Ergebnisse zeigen zudem zusammen mit bereits bekannten flußgeschichtlichen Zeugnissen ein plausibles Gesamtbild. Sie beweisen, daß die Entstehung der Falkensteiner Höhle auf regionale karsthydrographische Gegebenheiten zurückzuführen ist.

## **5. Rezente Karsthydrographie**

Die Quellen am Nord- und Westrand der Erkenbrechtsweiler Halbinsel entspringen im Grenzbereich Weißer Jura alpha/beta (ox 1/ox 2). Als stauende Sohlschicht wirken die tonigen Schichten des Weißen Juras alpha. Mergelige Abschnitte im Weißen Jura delta 2 (ki 2.2) und im Weißen Jura gamma (ki 1) sind hier durchlässig und in den Karstgrundwasserkörper integriert. Die Vorfluter liegen tiefer als die Obergrenze der Sohlschicht. Deshalb zählen die nördlichen und westlichen Randbereiche der Erkenbrechtsweiler Halbinsel zum Seichten Karst. Dagegen ist der Süden und das Zentrum der Erkenbrechtsweiler Halbinsel dem Tiefen Karst zuzuordnen, da hier die stauende Sohlfläche Weißer Jura alpha/beta mit dem Schichtenfallen auf das Zentrum der Uracher Mulde unter den Vorfluter (Elsach) abtaucht. Hier sind die Mergelfolgen im Weißen Jura gamma und delta 2 wenig durchlässig und bilden lokale Quellhorizonte.

Die Erkenbrechtsweiler Halbinsel nimmt karsthydrologisch eine Sonderstellung ein, weil hier die Grenze Seichter/Tiefer Karst ca. 6 km nördlich der rheinisch-danubischen Karstwasserscheide liegt (VILLINGER in GWINNER 1974). Durch Markierungsversuche und Schichtlagerung läßt sich für das Elsachs system bis auf Höhe der obersten Quellen (gefaßte Talquelle, Hangschuttquellen beiderseits des 2 Taleinschnitts zur Höhle) ein unterirdisches Einzugsgebiet von 5 km abschätzen. Für dieses Einzugsgebiet wurde anhand einer Isohyetenkarte (langjähriges Niederschlagsmittel 1951-1980) ein mittlerer Niederschlag von  $N=960$  mm/a bestimmt.

Nach Angaben von VILLINGER (1969, 1978), VILLINGER in GWINNER (1974, 1980 a, 1987) sowie VILLINGER in OHMERT (1988) wurden für verschiedene Bilanzierungsgebiete auf der Schwäbischen Alb die jeweiligen Abflußpenden in Abhängigkeit der zugehörigen Niederschläge (Jahresmittel N) aufgetragen (N/Mq-Diagramm) (Abb. 3).

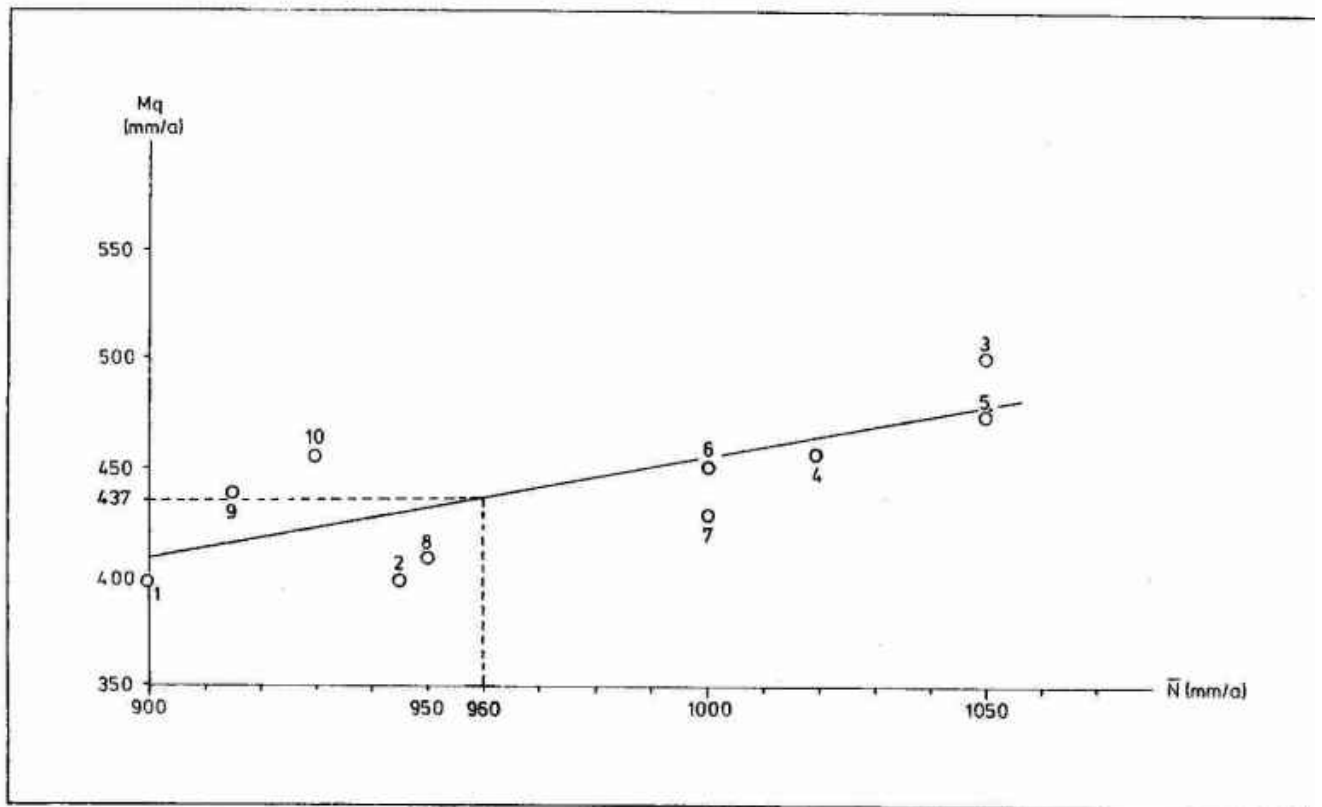


Abb. 3:  $\bar{N}/Mq$ -Diagramm mit Ausgleichsgerade für verschiedene Einzugsgebiete der Schwäbischen Alb. Die betrachteten Abflußjahre sind in Klammern angegeben. Entwurf und Zeichnung G. WOLFF nach Daten aus VILLINGER (1969, 1978), VILLINGER in GWINNER 1974, 1980a, 1987) sowie VILLINGER in OHMERT (1988).

- 1 Echaz, Pegel Unterhausen (1921-1930)
- 2 Östliche Reutlinger Alb (1969)
- 3 Westliche Reutlinger Alb (1967)
- 4 Lenninger Lauter, Unterlenningen (1956-1972)
- 5 Fils, Wiesensteig (1956-1972)
- 6 Gos, Gosbach (1956-1972)
- 7 Erms, Pegel Bleiche (1956-1969)
- 8 Erms, Pegel Urach (1929-1930)
- 9 Schmiech, ehem. Abflußpegel (1960-1967)
- 10 Blautopf (1956-1972)

Anhand dieser Graphik kann für das oben beschriebene Einzugsgebiet ( $N=960$  mm/a) vorläufig eine mittlere Abflußspende von  $Mq = 437$  mm/a =  $13,9$  l/s\*km<sup>2</sup> (Erms bei Urach:  $Mq = 13,0$  l/s\*km<sup>2</sup> bis  $13,6$  l/s\*km<sup>2</sup>; Lenninger Lauter bei Unterlenningen:  $Mq = 14,5$  l/s\*km<sup>2</sup>) angegeben werden.

In Anlehnung an die aus dem Ermstal bekannten Verhältnisse (VILLINGER in GWINNER 1987) läßt sich über das Niederschlagsmittel bzw. über die mittlere Abflußspende für das betrachtete Einzugsgebiet eine mittlere

Karstwassererneuerung von ca.  $8,5$  bis  $9,0$  l/s\*km<sup>2</sup> abschätzen. Daraus ergibt sich für das Einzugsgebiet des Elsachsystems auf Höhe des Zusammenflusses der obersten Quellen ein mittlerer Abfluß in einer Größenordnung von  $MQ = 65,5$  bis  $69,4$  l/s, der das Bilanzierungsgebiet hauptsächlich unterirdisch verläßt.

## Schriftenverzeichnis

- ALDINGER, H. (1947): Mächtigkeit und Fazies des Weißen Jura gamma bis zeta in der Gegend von Urach (Schwäbische Alb).- Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F. 27: 63-68; Stuttgart.
- BUTZER, M. (1986): Zur Landschaftsentwicklung des Neckartals zwischen Kirchentellinsfurt und Nürtingen.- Dipl.-Arb. Univ. Tübingen, 110 S., 28 Abb., 9 Anl.; Tübingen.
- GLÖCKLER, K. (1963): Die Molasse-Schichtstufen der Mittleren Alb.- Tübinger geogr. Studien, 9: 1-71, 9 Abb., 2 Anl.; Tübingen.
- GWINNER, M.P. (1959): Über "Talspinnen" am Nordrand der Schwäbischen Alb und ihre holozänen Süßwasservorkommen.- N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1959: 121-131, 2 Abb.; Stuttgart
- (1961): Tektonik, Sedimentation und Vulkanismus im Gebiet der Uracher Mulde.-Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F. 43: 25-40, 2 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.
- (1974): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25000. Erläuterungen zu Blatt 7522 Urach. Mit Beiträgen von E. VILLINGER und O. MÄUSSNEST.- 102 S., 8 Abb., 3 Tab., 4 Taf., 1 Beil., 1 Kt.; Stuttgart

- (1980 a): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25000. Erläuterungen zu Blatt 7623 Mehrstetten. Mit Beiträgen von E. VILLINGER, H. FRANK, H.J. MAUS, W. OHMERT und A. SCHREINER, 60 S., 3 Tab., 4 Beil., 4 Taf.; Stuttgart
- (1980 b): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25000. Erläuterungen zu Blatt 7524 Blaubeuren. Mit Beiträgen von H.J. MAUS, W. OHMERT, A. SCHREINER, E. VILLINGER und des HHV Laichingen.- 64 S., 5 Tab., 4 Taf., 10 Beil.; Stuttgart.
- (1987): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25000. Erläuterungen zu Blatt 7522 Urach. Mit Beiträgen von O. MAUSSNEST, K. SCHÄDEL und E. VILLINGER.- 2. Aufl. 118 S., 13 Abb., 4 Tab., 4 Taf.; Stuttgart.
- GWINNER, M.P., MAUS, H.J., PRINZ, H., SCHREINER, A. & WERNER, J. (1974): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25000. Erläuterungen zu Blatt 7723 Mundekingen, 107 S., 8 Abb., 4 Taf.; Stuttgart.
- 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; Stuttgart.
- HOYDEM, A.(1991): Die tektonische Entwicklung der Schwäbischen Alb zwischen Jusi und Randecker Maar.- Diss. Univ. Stuttgart (im Druck).
- OHMERT, W. (1988): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25000. Erläuterungen zu Blatt 7521 Reutlingen. Mit Beiträgen von W.v. KOENIGSWALD, K. MÜNZING und E. VILLINGER.- 222 S., 53 Abb., 7 Tab., 8 Taf., 6 Beil.; Stuttgart.
- REIFF, W. (1986): Die Sauerwasserkalke von Stuttgart.- Fundberichte aus Baden-Württemberg, 11: 2-24, 2 Tab.; Stuttgart.
- ROLL, A. (1934): Versuch einer Paläomorphologie und tektonischen Entwicklungsgeschichte des Lauchertgebiets (Schwäbische Alb).- Jb. Preuß. Geol. Landesanstalt, 55: 348-387; Berlin.
- ROTH, R. (1979): Die Stufenrandzone der Schwäbischen Alb zwischen Erms und Fils.- Tübinger geogr. Studien, 77: 1-147, 34 Abb.; Tübingen.
- SPANGENBERG, H. (1986): Die Geologie des Südtails von Blatt 7422 Dettingen unter besonderer Berücksichtigung der Tektonik.- Dipl. Arb. Univ. Karlsruhe, 533 S., 31 Abb., 8 Tab., 10 Taf., 2 Kt.; Karlsruhe.
- VILLINGER, E. (1969): Karsthydrologische Untersuchungen auf der Reutlinger Alb (Schwäbischer Jura).- Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, 11: 211-277, 22 Abb.; Freiburg.
- (1977): Über Potentialverteilung und Strömungssysteme im Karstwasser der Schwäbischen Alb (Oberer Jura, SW-Deutschland).- Geol. Jb., C18: 93 S., 9 Abb., 11 Tab., 2 Taf.; Hannover.
- (1978): Zur Karsthydrogeologie des Blautopfs und seines Einzugsgebietes (Schwäbische Alb).- Abh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, 8: 59-127, 17 Abb., 14 Tab.; Freiburg.
- (1986): Untersuchungen zur Flußgeschichte von Aare-Donau/Alpenrhein und zur Entwicklung des Malm-Karsts in Südwestdeutschland.- Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, 28: 295-362, 10 Abb., 3 Beil., 2 Tab.; Freiburg.
- (1987): Die Blautopfhöhle bei Blaubeuren als Beispiel für die Entwicklung des Karstsystems im Schwäbischen Malm.- Geol. Jb., C49: 71-103, 8 Abb., 1 Taf.; Hannover.
- ZIEGLER, B. (1955): Die Sedimentation im Malm-Delta der Schwäbischen Alb.- Jber. u. Mitt. oberrhein. geol. Ver.; N.F. 37: 29-55, 7 Abb.; Stuttgart.

[Inhaltsverzeichnis dieses Heftes](#)

[Weitere Artikel zu diesem  
Themengebiet](#)

[Vorheriger Artikel](#)

[Gesamtübersicht CD-ROM](#)

Weitere Artikel von diesen Autoren

[Nächster Artikel](#)