

Zur Karsthydrogeologie im Thüringer Becken

GEORG MERZ, Erfurt

1. Allgemeine Verbreitung der Karsterscheinungen

Im Thüringer Becken ist die Verkarstung ein weit verbreitetes Phänomen und erscheint als Folge der Lösung und Auswaschung chemischer Sedimentgesteine durch das Grundwasser oder durch oberirdisch abfließendes Wasser. Karst tritt auf in Gesteinsserien, die mächtige Karbonat- (Kalkstein, Dolomit) oder Sulfatlager (Gips, Anhydrit) enthalten. Dies trifft zu für den Zechstein, den Röt, den gesamten Muschelkalk sowie den Mittleren Keuper (Gipskeuper).

Wir unterscheiden somit die Karstbildungen im Karbonat und im Sulfat. Echter Salzkarst ist beschränkt auf das Vorkommen von Salzdiapiren in ariden Gebieten und spielt bei uns keine Rolle. Die Auslaugung der Zechsteinsalze am Harz- und Thüringer Waldrand haben in Mitteleuropa nur weiträumige Auslaugungssenken hinterlassen, so z. B. bei Gerstungen. Aufsteigende Salzwässer sind häufig anzutreffen und können als ein sicheres Indiz für Auslaugungsvorgänge in Steinsalzlager angesehen werden. Die Erkennung von Auslaugungssenken ist hydrogeologisch von großer Bedeutung, da infolge starker Zerrüttung des hangenden Gebirges die Voraussetzungen für eine gute Wasserwegsamkeit geschaffen wurden.

1.1. Die Verkarstung von Karbonatlagern

Sie ist die wichtigste und häufigste Form des Karstes und ist anzutreffen im Zechsteinkalk und Plattendolomit des Zechsteins sowie im Unteren und Oberen Muschelkalk. Der Grad der Verkarstung ist von mehreren Faktoren abhängig, in jedem Fall aber ist freie Kohlensäure (CO_2) im Wasser der bedeutendste Faktor der Karbonatlöslichkeit. Der Gehalt an freier Kohlensäure im Wasser wird gefördert durch bakterielle Tätigkeit, durch Waldbedeckung, durch relativ niedrige Temperaturen (kühlere Klimazonen) sowie durch Steigerung des Druckes infolge größerer Tiefenlage. Weiterhin sind leichter löslich: kleine Teilchen aus Karbonat, die Kristallform des Aragonits (gegenüber Kalzit), reine Karbonate, die oolithische und poröse Ausbildungsform und besonders intensiv tektonisch beanspruchte Karbonatbänke.

Die Wasserwegsamkeit reicht in den Hochgebirgen bis 3000 m tief, im Thüringer Becken endet sie normalerweise bei 350–400 m, darunter ist sie stark herabgesetzt.

Für die Verkarstung ist die Gebirgsentspannung an der Erdoberfläche von enormer Wichtigkeit. Die Auflockerungsbereiche der Entspannungszone reicht bei uns 50–100 m tief. Die Entspannungs- und Entlastungsklüfte machen sich besonders in spröden, dickbankigen Gesteinen bemerkbar.

Für die Verkarstung von Dolomiterien (z. B. Zechsteinkalk und Plattendolomit) ist der Umstand wichtig, daß das Maximum der Löslichkeit von Magnesiumkarbonat bei 16 °C liegt. Jedoch ist Dolomit stets schwerer löslich als Kalkstein.

Die genannten Gesetzmäßigkeiten gelten vor allem für den Bereich über dem passiven Grundwasserspiegel, d. h. für den Bereich mit nur zeitweiliger Wasserführung (vadose Zone). Im Gestein mit ständiger Wasserführung (phreatische Zone) herrscht die Mischungskorrosion vor. Die von A. BÖGLI (1964) publizierte Regel besagt: Mischen sich zwei Gleichgewichtswässer verschiedenen Kalkgehaltes, dann enthält die Mischung überschüssige Kohlensäure und ist kalkaggressiv. Somit ist CO₂ der Luft für die Verkarstung nicht erforderlich, da verschiedenartig mineralisierte Wässer in tieferen Schichten häufig vorkommen bzw. aufeinander treffen. Als Beispiel für das Wirken der Mischungskorrosion im Thüringer Becken ist die starke Verkarstung des Plattendolomits im Raum Eckartsberga in 500 m Tiefe zu nennen.

1.2. Gipskarst

Sulfatgesteine sind im Thüringer Becken sehr häufig schon wenig unterhalb der Erdoberfläche anzutreffen, verschiedentlich stehen sie auch übertage an.

Sulfatgesteine sind zu finden im Zechstein, im Röt, im Mittleren Muschelkalk (bis zu 50 % besteht dieser aus Sulfat) und im Gipskeuper.

Die Lösung von Gips und Salz ist ein physikalischer Prozeß. Anhydrit ist nur schwach löslich, erst die Umwandlung in Gips durch Wasseranlagerung ergibt ein gut lösliches und verkarstungsfähiges Gestein. Bei dieser Umwandlung des Anhydrits in Gips erfolgt eine Volumenzunahme um 60 %; das bedeutet, daß Klüfte und Fugen schnell geschlossen werden.

Deshalb beschränkt sich die Verkarstung nur auf den Gipsmantel des Anhydritstockes, d. h. auf die obersten 30 m. Die Südharzer Gipshöhlen sind meist streng an das Vorflutniveau gekoppelt. Aufsteigende Salzwässer fördern die Löslichkeit des Gipses.

2. Erscheinungsformen des Karstes

Im Thüringer Becken sind Formen der Karstentwicklung nicht selten zu beobachten. Weit verbreitet sind Trockentäler und Erdfälle bzw. Erdfallreihen als Zeugen unterirdisch fließender Wässer. Aber auch Karsthöhlen, Schlotten und

Schlucklöcher kommen im Thüringer Becken vor. Sehr beeindruckend ist das Verschwinden von Flüssen, das besonders bei Niedrigwasserführung deutlich sichtbar wird, wenn das Flußbett völlig ausgetrocknet ist. Solche Erscheinungen können z. B. an der Wilden Gera bei Liebenstein Krs. Arnstadt, an der Trocken Gera bei Neusiß oder der Helbe bei Wiedermuth in den Sommermonaten eintreten. Zeugen der Karstentwicklung in der Vergangenheit können im Thüringer Becken ebenfalls aufgefunden werden. So verdankt das Höhlensystem bei Dienstedt seine Entstehung dem unterirdischen Abfluß einer pleistozänen Ilm. Das Höhlensystem beginnt mit einem Schluckloch, Katavothre genannt, welches senkrecht bis zur Erdoberfläche reicht. Eiszeitliche Hohlformen wurden meist nachträglich mit Höhlenlehm oder feinem Sand aufgefüllt. Durch Bohrungen sind derartige Auf-füllungen schon nachgewiesen worden, z. B. in der Rippersrodaer Mulde (Plaue-scher Grund) oder auf dem Hochplateau von Gossel.

Die Wasserzirkulation im Karst ist an die örtliche Erosionsbasis gebunden. Für das Ilmtal spielt z. B. die hohe Lage des Einzugsgebietes und die tiefe Lage des passiven Grundwasserspiegels eine ausschlaggebende Rolle. Damit ist die intensive flächenhafte Verkarstung am Nordhang des Tannrodaer Gewölbes erklär-bar. Es sei hier auf die morphologische Exposition zahlreicher Muschelkalkhoch-flächen und -sättel im Thüringer Becken hingewiesen. Besonders der Mittlere Muschelkalk mit seinen Sulfatlagern neigt zu flächenhafter Auslaugung, die sich an der Oberfläche durch Erdfälle oder Erdfallreihen bemerkbar macht. Zu den intensiv ausgelaugten und verkarsteten Muschelkalkverbreitungsgebieten zählen u. a. der Hainich, die Hainleite, das Plateau von Gossel, das Tannrodaer Gewölbe, das Schlotheimer Gewölbe, der Steigersattel bei Erfurt, sowie Antiklinalen des Ettersberg und der Fahner Höhe. Erdfallreihen verlaufen entweder parallel zur Auslaugungsfront (z. B. am Hainich an der Grenze Muschelkalk/Keuper) oder senkrecht zum Schichteinfallen (z. B. auf der Linie Crawinkel – Plauer Spring). Sehr zahlreich sind die Karstquellen im Thüringer Becken. Sie zeichnen sich durch eine hohe Schüttung, aber auch durch starke Schwankungen der Wasserführung aus. Einige der bekanntesten seien nachfolgend aufgeführt, wobei in Klammern der vorherrschende Karsttyp benannt wird.

- Salzaquelle am Kohnstein (Gipskarst im Werraanhydrit)
- Weiherbrunnen bei Tabarz (Karbonatkarst im Plattendolomit)
- Stubenbrunnen bei Kranichfeld (Kalkkarst im mu)
- Schönbrunnquelle bei Arnstadt (Kalkkarst im mu)
- Fürstenbergquelle bei Arnstadt (Kalkkarst im mu)
- Rundquelle bei Öttern (Kalkkarst im mu, mo;
Gipskarst im mm)
- Quellen bei Wasserthaleben (Kalkkarst im mu, mo;
Gipskarst im mm)
- Gründelsloch bei Kindelbrück (Gipskarst im mm)
- Herzquelle bei Weimar (Gipskarst im mm)
- Leuthraquelle bei Weimar (Gipskarst im mm)
- Gläserloch, Bruchteichquelle und Kutscherloch bei Bad Tennstedt (Gipskarst im mm)

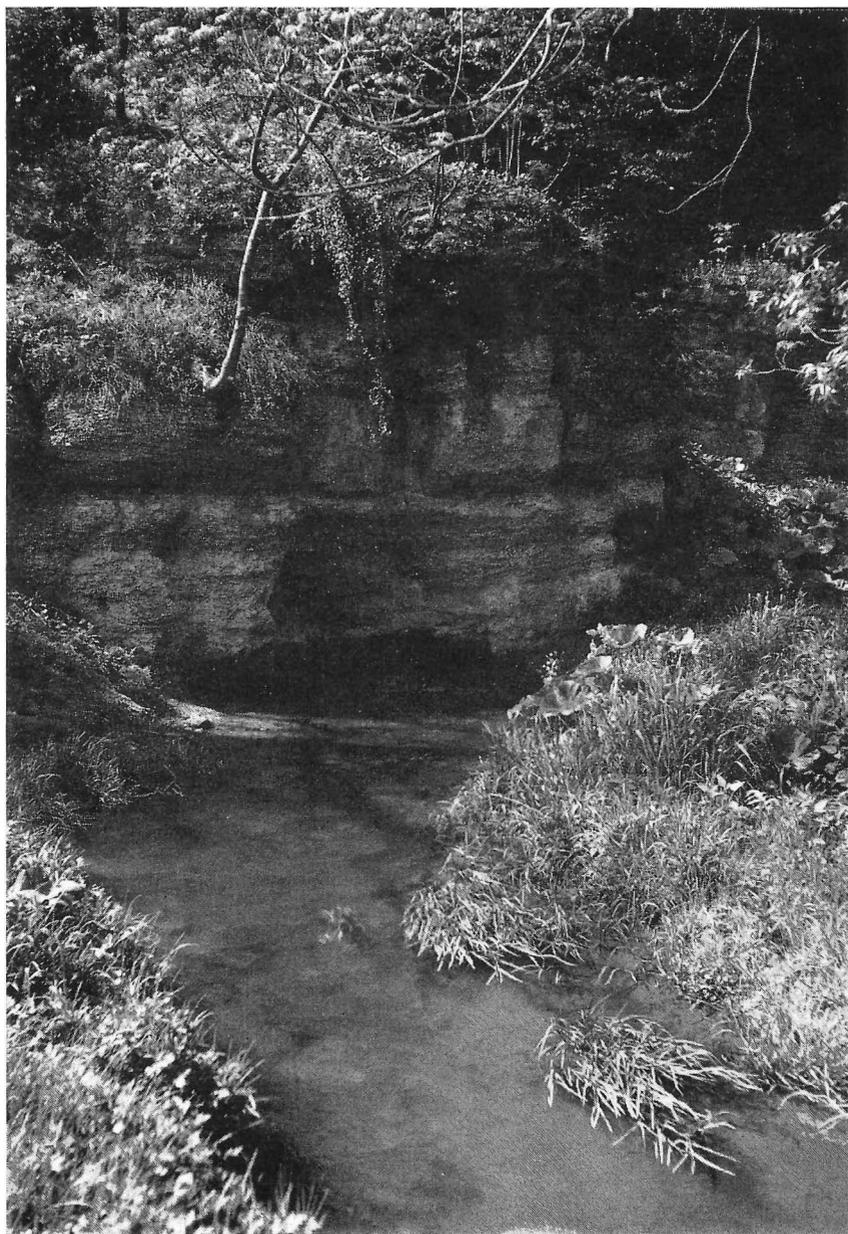


Abb. 1
Plauer Spring

Foto: G.-R. Riedel

- Quellen in Mühlhausen (Gipskarst im mm)
- Hainspring bei Oberdorla (Gipskarst im mm)
- Quelle bei Stockhausen (Gipskarst im mm)
- Klappmühlenquelle bei Ettenhausen (Gipskarst im mm)
- Mühlberger Spring (Gipskarst im Km)

Deutlich hebt sich die dominierende Rolle des Mittleren Muschelkalkes (mm) im Verkarstungsgeschehen heraus, gefolgt vom Unteren Muschelkalk (mu) und Oberen Muschelkalk (mo). Der Zechsteinkarst sowie der Karst im Mittleren Keuper (Km) haben bis auf wenige Ausnahmen nur eine lokale Ausdehnung.

3. Tracerversuche

Schon zu Beginn dieses Jahrhunderts versuchte man die Zusammenhänge zwischen Flußversinkungen und starken Karstquellen zu ergründen. Dahinter standen meist wirtschaftliche Gründe, um die großen Wassermengen der Karstquellen für die Wasserversorgung nutzen zu können. Man wollte die Verweildauer des Flußwassers im Karst ermitteln, um daraus eventuelle Gefahren für die Wasserqualität ableiten zu können. Bekannt ist, daß die Filterwirkung und damit der Reinigungseffekt im Karst allgemein gering ist. Darüber hinaus ist es von wissenschaftlichem Wert, Zahlen über die Fließgeschwindigkeit im Karstgerinne (Abstandsgeschwindigkeit) zu erhalten. Letzten Endes gibt es Möglichkeiten, bei Kenntnis der Herkunft des Quellwassers einen wirksamen Schutz zu veranlassen. Als Tracer hat sich allgemein Kochsalz bzw. Lauge bewährt. Man gibt je nach der Wasserführung des Vorfluters eine entsprechende Menge NaCl (rund 250 bis 1000 kg) unmittelbar oberhalb der Versinkungsstelle ein und kontrolliert die Cl-Gehalte an der vermuteten Austrittsstelle über einen Zeitraum von wenigen Tagen (allgemein reichen dafür 48 Stunden aus).

Die Abstandsgeschwindigkeit errechnet sich aus der direkten Entfernung und dem Beginn des Nachweises im Quellwasser. Tatsächlich entspricht die Länge der Entfernung zwischen Flußversinkung (Eingabestelle) und Quellaustritt nicht der wirklichen Länge des unterirdischen Gerinnes, vielmehr ist der Fließweg bedeutend länger, da die Karstwässer verschlungenen Läufen folgen, die aber nicht bekannt sind.

In der Tabelle 1 sind alle bisher erfolgreich verlaufenden Tracerversuche im Thüringer Becken aufgeführt. Bemerkenswert ist die geringe Verweildauer des Flußwassers im Karstgestein im allgemeinen. Die Abstandsgeschwindigkeiten weisen hohe Unterschiede auf. Interessant ist ein Vergleich mehrere Tracerversuche an einem Objekt zu verschiedenen Zeiten. Hierbei deutet sich eine gewisse Variabilität bzw. Veränderlichkeit der Größe der Abstandsgeschwindigkeit an, die bedingt ist durch unterschiedliche Wasserführung der Karstgerinne zu verschiedenen Zeiten einerseits, und Verlagerung der Fließwege des unterirdischen Flußsystems andererseits. Am Beispiel Plauer Spring (siehe Bild 1: Hauptquelle des Plauer Springs) ist deutlich eine Verminderung der Abstandsgeschwindigkeit

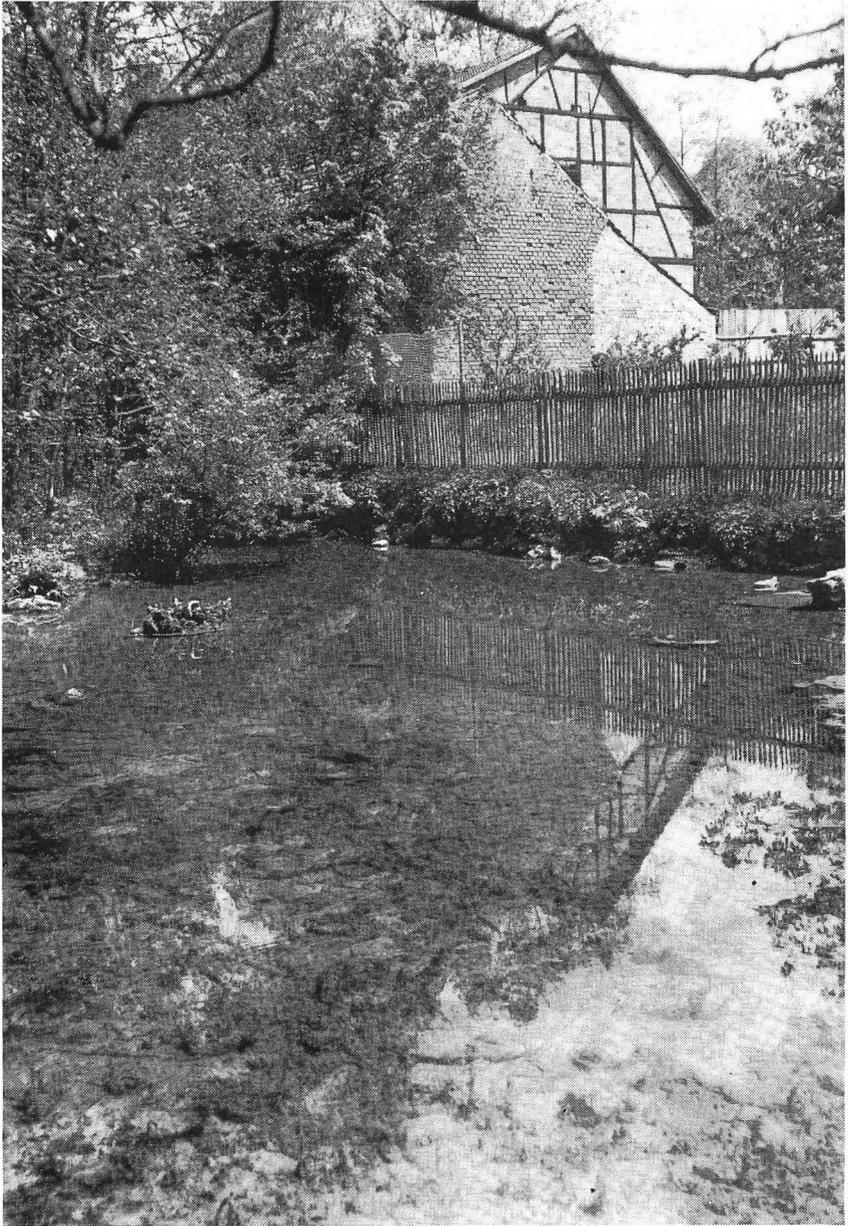


Abb. 2
Oberwillinger Spring

Foto: G.-R. Riedel

von 1932 bis 1960 erkennbar. Hauptursache hierfür dürfte eine Verlagerung der Fließwege sein (Erdfallbildung oberhalb des Springs). Über die Ursache der Verringerung der Abstandsgeschwindigkeit am Oberwillinger Spring von 1899 bis 1925 liegen keine Erkenntnisse vor. Dagegen wurden die 1899 von GÄRTNER gemessenen Ergebnisse in den Quellen bei Öttern durch DATHE 1971 bestätigt.

Interessant ist der Vergleich der Abstandsgeschwindigkeit von Erdölprodukten (Havarie Jonastal) und Wasser. Obwohl ein direkter Beweis nicht vorliegt, zeigt ein Vergleich der Abstandsgeschwindigkeiten im gleichen Flußsystem, daß Öl sich 100 bis 200 mal langsamer bewegt als Wasser.

Abschließend sei auf die Notwendigkeit weiterer Tracerversuche hingewiesen, um die Zusammenhänge von Oberflächen- und Grundwasser besser zu kennen. Dies wird um so dringlicher, weil mit Zunahme der Wassernutzung auch Karstgrundwasserleiter für zentrale Trinkwasserversorgungseinrichtungen erschlossen werden müssen. Ebenso sind Kenntnisse über den Karst bei der Festlegung von Trinkwasserschutzzonen von außerordentlicher Wichtigkeit. Weiterhin spielt die Verkarstung in Fragen des Umweltschutzes, sowie bei der Ansiedlung von Industrie- und landwirtschaftlichen Betrieben eine nicht zu unterschätzende Rolle. Daraus ergibt sich die zwingende Notwendigkeit, Tracerversuche weit häufiger als bisher durchzuführen. Um Veränderungen im Untergrund besser zu erkennen, sind Wiederholungen von Tracerversuchen nach Jahren unbedingt erforderlich.

Literatur

Deubel, F. :

Die Versickerungen der Ilm und ihre geologischen Ursachen, – Beiträge zur Geologie von Thüringen, I, H 3, Jena, 1926

Deubel, F. :

Über die Herkunft der Quellen des unteren Nesseffalls bei Eisenach, – Beiträge zur Geologie von Thüringen, 2, S. 38–42, Jena 1928

Pfeiffer, S. :

Die Versickerungen der Ilm – Fundgrube 1973, H 1/2

Schmidt, L. :

Ergebnisbericht Molsdorf 1975
(unveröffentlichter Bericht)

Zötl, J. :

Die Untersuchung unterirdischer Wässer mittels künstlicher und natürlicher Tracer, – Geol. Jb, C 2, 7–12, Hannover 1972

Zötl, J. :

Karsthydrogeologie – Springer-Verlag Wien – New York 1974

Anschrift des Verfassers:

Georg Merz,
5211 Arnstadt,
Am Rößchen 5

Tabelle 1
Flußgebiet der Gera (Muschelkalkkarst)

Blatt 1

Versinkung	Nachweis	Länge	Reaktion nach	Abstandsgeschwindigkeit	Bearbeiter, Datum
Wilde Gera	Plauer Spring	2,2 km	10–23 h	220 m/h	WOLF, 5. 9. 32
	–	–	9,5–24 h	231 m/h	WOLF, 8. 9. 32
	–	–	15–23 h	147 m/h	WWD Erfurt 18. 7. 60
	–	–	14–24 h	157 m/h	WWD Erfurt 1. 9. 60
Trockene Gera oder Frankentalbach bei Neusiß	Quellfassung Rippersroda	1,9 km	14–24 h	133 m/h	WOLF, 9. 9. 32
Jonastal (4000 l Öl) (Havarie)	Schönbrunnquelle bei Arnstadt	2,1 km	58 Tage	36 m/d = 1,5 m/h	

* Ilmgebiet zwischen Gräfinau und Mellingen (Muschelkalkkarst)				Blatt 2	
Versinkung	Nachweis	Länge	Reaktion nach	Abstandsgeschwindigkeit	Bearbeiter, Datum
500 m unterhalb Griesheim (370 m NN)	Oberwillinger Spring	2,25 km	8–17 h	280 m/h	GÄRTNER, 22. 8. 1899
	–	–	44–94 h	51 m/h	DEUBEL, 10. 8. 25
Klunkermühle bei Dienststedt	Pörzquelle	13 km	24–32 h	542 m/h	DEUBEL, 11. 8. 25
Flußschotter unterhalb Barchfeld	Stubenbrunnen bei Kranichfeld	Verzögerung des Salzmaximums in Quellwasser um 5,5 h			DEUBEL, 11. 8. 25
Felsenkeller bei Barchfeld	Quelle Heilsberg	8 km	21–23 h	380 m/h	DEUBEL, 12. 8. 25
Martinskirche bei Hetschburg	Quellen bei Öttern	4,5 km	19–26 h (22 h)	236 m/h	GÄRTNER, 1899
		6 km	24 h	250 m/h	DATHE, 16. 8. 71 bis 10. 9. 71

Flußgebiet der Hörsel (Muschelkalkkarst)

Blatt 3

Versinkung	Nachweis	Länge	Reaktion nach	Abstands- geschwindigkeit	Bearbeiter, Datum
Lauchamündung in die Hörsel	Ettenhausener Quellen und Klappsmühlen- quelle bei Melborn	6,5 km	5 h	1 300 m/h	DEUBEL, 22. 8. 27
Hörsel unterhalb Fröttstädt	Quellen zwischen Ettenhausen- Melborn	8 km	nicht bekannt	nicht bekannt	DEUBEL, 24. 8. 27
Hörsel am Kalkwerk Wutha	Stockhausener Quellen	3,5 km	20 h	175 m/h	DEUBEL, 23. 8. 27
Zechsteinkarst (Plattendolomit) bei Tabarz					
Mühlbach oberhalb Tabarz	Weiberbrunnen	2,2 km	25–39 h	88 m/h	DATHE, 8. 8. 74
		1,7 km	22–33 h	77 m/h	DATHE, HOLZHEY 11. 3. 75

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Veröffentlichungen des Naturkundemuseums Erfurt \(in Folge VERNATE\)](#)

Jahr/Year: 1982

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Merz Georg

Artikel/Article: [Karsthydrogeologie im Thüringer Becken 43-52](#)