Die Schlatter Quelle – Ergebnisse älterer Untersuchungen (Bad Krozingen-Schlatt, Lkr. Breisgau-Hochschwarzwald, SW-Deutschland)

Werner Käß, Reinhard Fischbeck, Mebus A. Geyh, Baldur Junker & Dirk Rascher

Kurzfassung
Die Schlatter Quelle im südlichen Breisgau wurde wegen ihrer starken Schüttung von 30 Litern pro Sekunde zu verschiedenen Zwecken genutzt. Ihre Situation, ihre Wasserbeschaffenheit und die Herkunft des Wassers werden eingehend beschrieben.

Als ergänzende Untersuchungen wurden Standard-Umweltisotopenanalysen von ^{14}C, ^{3}H, $\delta^{18}O$, $\delta^{13}C$ durchgeführt. Es wurde auch ermittelt, dass die natürliche Radioaktivität an Radon und Radium den Mittelwerten von Grundwässern entspricht.

Aufgrund der durchgeführten hydrochemischen, hydrogeologischen und hydrologischen Untersuchungen und Isotopenanalysen steht fest, dass die Schlatter Quelle **keine** Karstquelle, sondern eine Mischwasserquelle ist.

Stichwörter
Quellwasser, Hauptrogenstein, Wasseranalysen, Markierungsversuch, Eosin, Isotope

Anschriften der Verfasser:
Dipl.-Geologe Prof. Dr. Werner Käß
Mühlematten 5
79224 Umkirch

Dipl.-Geologe Dr. Reinhard Fischbeck
Weierweg 10
79111 Freiburg i. Br.

Dipl.-Physiker Prof. Dr. Mebus A. Geyh
Rübeland 12
29308 Winsen/Aller

Dipl.-Geologe Dr. Baldur Junker
Retzbachweg 4
79111 Freiburg i. Br.

Dipl.-Geograph (Fachrichtung Hydrologie) Dirk Rascher
Emmendinger Straße 24
79106 Freiburg i. Br.

The Spring of Schlatt – Results of previous research (Bad Krozingen-Schlatt, County Breisgau-Hochschwarzwald, SW-Germany)

Abstract
The spring of Schlatt in the southern Breisgau (SW Germany) on account of its abundant 30 l/sec output has been used for a number of applications. The conditions surrounding the spring, water qualities and source of the water are discussed in detail.

Standard environmental isotope analyzes of ^{14}C, ^{3}H, $\delta^{18}O$, $\delta^{13}C$ were carried out as supplementary investigations. It was also shown that the natural radioactivity of radon and radium corresponds to the mean values of groundwater.

Based on the hydrochemical, hydrogeological and hydrological investigations and isotope analyzes carried out, it is clear that the spring of Schlatt is not a karst spring, but a mixed water spring.

Keywords
Spring water, Middle Bajocian, Water analyses, Tracing test, Eosin, Isotops

1. Einleitung

Der erstmals 1130 urkundlich erwähnte Ort Schlatt mit seiner Quelle ist ein Stadtteil von Bad Krozingen und liegt im südwestlichen Baden-Württemberg in der Oberrheinebene (Abb. 1).

Über die Schlatter Quelle ist schon viel geschrieben worden. Bei der Quelle wurde ein 1271 erwähntes Leprosenhaus der Samariter errichtet und 1275 die dem hl. Apollinaris

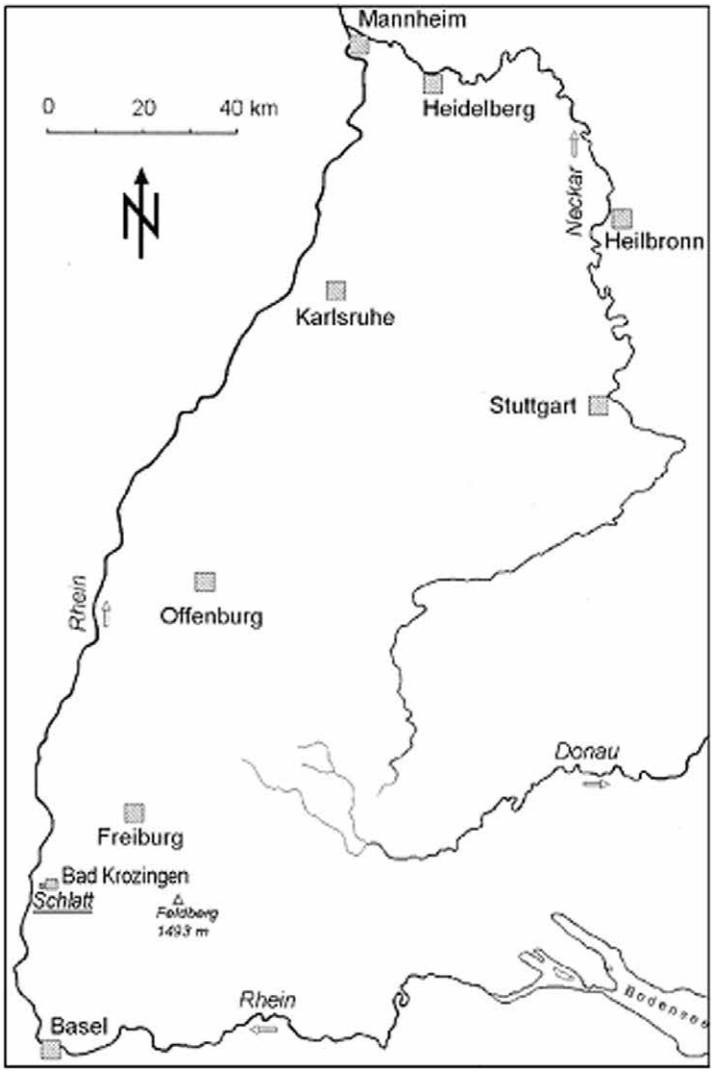


Abb. 1: Südwestdeutschland mit Lage von Schlatt.
Fig. 1: Southwest Germany showing the location of Schlatt.

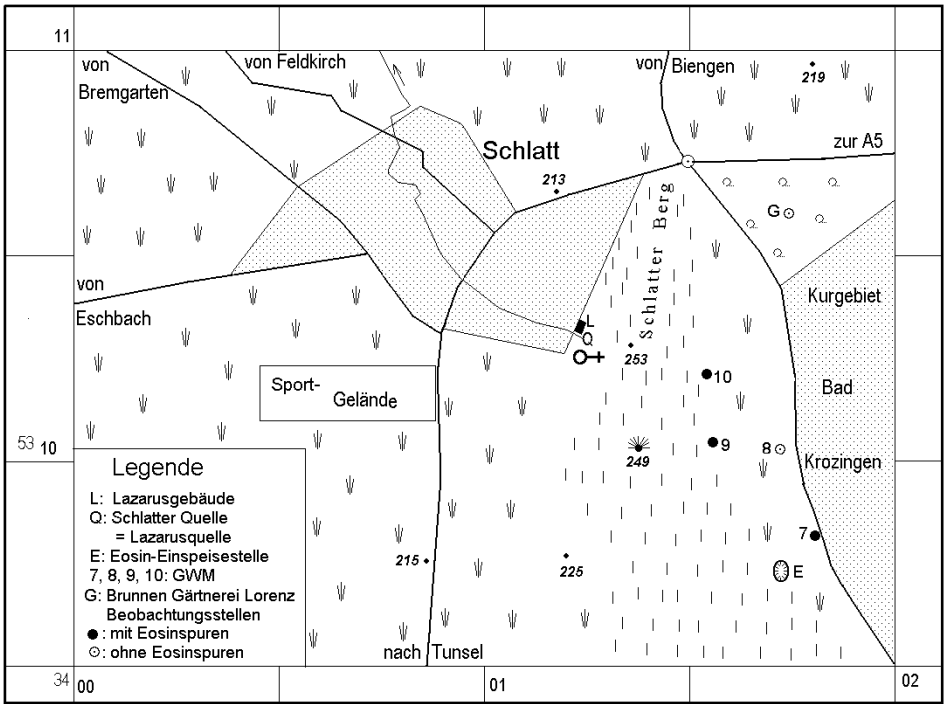


Abb. 2: Lageplan von Schlatt mit Schlatter Quelle und Schlatter Berg. **Fig. 2:** Map of Schlatt showing the spring and Schlatt Mountain.

geweihte Kirche erbaut (Kind 1988). Aus einer Urkunde von 1457 geht hervor, dass zu dem Lazaritenkloster noch ein Badehäuschen gehörte (Poinsignon 1884).

Die auch Lazaritenquelle genannte Schlatter Quelle liegt am Hangfuß des mit Reben bestückten Schlatter Berges nördlich neben der Kirche und gegenüber dem Gebäude des ehemaligen Lazaritenklosters. Unweit östlich des Schlatter Berges befindet sich das Bad Krozinger Kurgebiet (Abb. 2).

In zwei unveröffentlichten Arbeiten (Rascher 1994, 1995) werden langfristige Wasseranalysen sowie umfangreiche Temperatur- und Schüttungsmessungen an der Quelle beschrieben. Außerdem sind darin die Ergebnisse eines Markierungsversuches enthalten.

Zudem liegen die bisher noch nicht veröffentlichten Ergebnisse der 1988 von Geyh am Wasser der Schlatter Quelle durchgeführten Isotopenuntersuchungen vor.

Ziel unserer Publikation ist es, diese Befunde der Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

2. Die Quelle

Quellen sind eine besondere Form des Grundwassers. Sie geben auf natürliche Weise, also ohne Zutun des Menschen, Wasser ab, wenn die Grundwasseroberfläche die Erdbodenfläche schneidet. Diese Situation ist in einer Ebene seltener gegeben als im Gebirge. Insofern ist die Schlatter Quelle, die aus einer Felsspalte des Schlatter Berges austritt, der am Ostrand des Ortes Schlatt liegt, etwas Besonderes (Abb. 3).

Archäologische Funde belegen, dass die Quelle bereits in der Steinzeit aufgesucht wurde (Klug 1985).

Das Wasser der Schlatter Quelle wurde in der Vergangenheit zu mehreren Zwecken genutzt. Seit eh und je dient das Schlatter Quellwasser dem Ort als Trink- und Brauchwasser. Im Wasser wurde viel gebadet, eine Mühle sowie eine Kleinkraftanlage wurden betrieben und das Wasser wurde zum Brauen verwendet. Nicht genutztes Quellwasser fließt nach Nordwesten durch Schlatt entlang den Straßen und Gassen in offenen Gräben und speist noch heute zwei von ehemals sieben Dorfbrunnen (Abb. 4).

Abb. 3: Blick vom Schlatter Berg nach Westen auf Schlatt und die Oberrheinebene; im Hintergrund die Vogesen. (Foto: W. Käß, 31. März 2020). **Fig. 3:** Westerly view from Schlatt Mountain over Schlatt and the Rhein Basin toward the Vosges Mountains (foto: W. Kaess, March 31, 2020).

Abb. 4: Schlatter Quelle (Foto: W. Käß, 19. März 2020). **Fig. 4:** The spring of Schlatt, (foto: W. Kaess, March 19, 2020).

Die Schlatter Quelle tritt am Fuß des Westhanges des Schlatter Berges aus dem verkarsteten Hauptrogenstein hervor. Bei genauerem Hinsehen besteht die Quelle aus zwei Austritten, einem Nord- und einem Südaustritt. Ihre Schüttung kann bis über 30 l/s ansteigen. Selbst in Trockenzeiten sinkt die Schüttung nicht unter 20 l/s. Die Schwankungen der Quellschüttung sind gering.

Bei einer Studie zwischen dem 10. November 1987 und dem 18. Juli 1988 wurde fortlaufend die Schüttungsmenge registriert. Diese lag zwischen 22,6 l/s und 32,0 l/s bei einem Mittelwert von 26,9 l/s. Aus diesen Messungen ergibt sich ein Schüttungsquotient NQ/HQ von 1:1,14.

Auch die physiko-chemischen und die chemischen Beschaffenheitsmerkmale sind nur geringen Schwankungen unterworfen. Tabelle 1 zeigt die Wasserbeschaffenheit der beiden Austritte vom 30. November 1987. Man erkennt, dass beide Analysen nahezu identisch sind. Lediglich beim Kohlenstoffdioxid ist der Gehalt im Nordaustritt gegenüber dem Südaustritt etwa doppelt so groß; eine Erklärung dafür gibt es nicht.

Tabelle 1: Mittelfristige Befunde der Schlatter Quelle am Nord- und Südauslauf (N/S) vom 10.11.1987 bis 18.07.1988 (aus Rascher 1994). **Table 1:** Medium-term findings of the Northern and Southern discharge of the spring of Schlatt (N/S) from 10.11.1987 to 18.07.1988 (from Rascher 1994).

Befund		Minimum	Mittelwert	Maximum	n	Sigma
Σ Schüttung (l/s)		22,6	26,9	32,0	kont.	2,47
Temperatur (°C)	N S	11,7 11,8	11,9 12,0	12,1 12,3	34 36	0,2 0,2
pH-Wert	N S	6,9 7,0	7,1 7,2	7,3 7,3	20 30	0,1 0,1
Härtebildner Ca^{2+} + Mg^{2+}(mval/l)	N S	4,9 4,9	5,1 5,3	5,3 5,5	29 30	0,3 0,3
Calcium (mg/l)	N S	85 86	91 93	103 103	29 30	5 4
Chlorid (mg/l)	N S	28 29	30 31	31 44	29 30	1 3
Nitrat (mg/l)	N S	28 29	30 31	31 44	29 30	1 3
Hydrogenkarbonat (mg/l)	N S	204 210	212 220	223 228	29 30	5 4
Sulfat (mg/l)	N S	22 27	32 32	38 37	29 30	3 2
Feststoffe (mg/l)	N S	411 432	436 448	457 469	29 30	12 9

Die mikrobiologische Analyse hat ein sehr gutes Ergebnis gebracht (s. Tab. 2). Das Quellwasser ist in dieser Hinsicht als Trinkwasser gut geeignet.

Tabelle 2: Beschaffenheit der beiden Austritte der Schlatter Quelle. Analyse: Chemisches Laboratorium des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg. Entnahmetag: 30. November 1987. **Table 2:** Nature of the two discharges at the spring of Schlatt.

	Austritt Nord		Austritt Süd
Rechtswert	34 01 340		34 01 340
Hochwert	53 10 332		53 10 330
Höhe m über NN	212,0		212,0
Wassertemperatur (°C)	12,0		12,2
El. Leitfähigkeit (20°C)	474		494
pH-Wert	7,2		7,2
Schüttung (l/s)		Σ 23	
CSB mit Mn-VII (mg/l)	0,3		0,5
(Werte in Milligramm/l)			
Kationen			
Natrium (Na^+)	12,7		12,4
Kalium (K^+)	1,36		1,2
Ammonium (NH_{4+})	0,10		<0,10
Magnesium (Mg^{2+})	9,4		12,63
Calcium (Ca^{2+})	84,8		87,78
Eisen ($Fe^{2+, 3+}$)	<0,02		<0,02
Mangan (Mn^{2+})	<0,05		<0,05
Anionen			
Fluorid (F^-)	0,26		0,22
Chlorid (Cl^-)	28,3		29,07
Nitrit (NO_2^-)	<0,01		<0,01
Nitrat (NO_3^-)	39,6		40,7
Hydrogenkarbonat (HCO_3^-)	207		222
Sulfat (SO_4^{2-})	31,9		32,1
Hydrogenphosphat (HPO_4^{2-})	0,09		0,09
Undissotiierte Stoffe			
Metakieselsäure (H_2SiO_3)	23,0		23,0
Metaborsäure (HBO_2)	0,60		0,60
Spurenelemente			
Lithium (Li^+)	0,003		0,0039
Rubidium (Rb^+)	0,24		0,14
Strontium (Sr^{2+})	0,145		0,149
Feststoffe	440,27		461,12
Sauerstoff (O_2)	6,3		5,2
Kohlenstoffdioxid (CO_2)	37,4		15,4
Lösungsinhalt	483,97		462,18
Mikrobiologische Untersuchungen (Labor H. Ratz/Freiburg i.Br.)			
Ges. Keimzahl (n/ml) 20/36°C	4/1		7/5
E.coli n/100 ml,	n.n.		n.n.
Coliforme	n.n.		n.n.

Anmerkung: Lithium- und Strontiumwerte vom 28. Mai 1993

3. Geologie und Hydrogeologie

Die Oberrheinebene entstand durch den Einbruch eines Grabens, des Oberrheingrabens, der Teil einer kontinentalen Großstruktur ist. Der Einbruch begann im Miozän und setzt sich bis heute etwas langsamer fort. Beim Entstehen des Grabens zerbrachen die Schichten in ein Schollenmosaik, wobei die einzelnen Schollen unterschiedlich tief absanken. Dadurch entstand ein Relief von sekundären Gräben und Horsten. Im Tertiär und im Quartär wurde dieses Relief durch fluviatile und glaziale Sedimente überdeckt und an der Oberfläche bildete sich eine Ebene.

Der Schlatter Berg ist ein solcher Horst, der ca. 40 m über die heutige Ebene herausragt. Er besteht aus Hauptrogenstein, einer Schichtfolge des Bajocium (Mittlerer Jura). In dem hiesigen Gebiet ist der Hauptrogenstein ca. 70 bis 80 m mächtig. Überwiegend handelt es sich um einen harten, teils hellgelben, teils hellgrauen oolithischen Kalkstein, der zur Verkarstung neigt.

Am Westhang des Schlatter Berges verläuft die Innere Rheingrabenverwerfung mit einer Sprunghöhe von bis über 2 000 m (Villinger 1999); sie hat eine Kluft im verkarsteten Hauptrogenstein freigelegt und so entstand die Schlatter Quelle (Abb. 5).

Eine ähnliche Quelle gibt es ca. 6 km nördlich vom Schlatter Berg bei Freiburg-Munzingen an der Südspitze des Tunibergs. Dort tritt am Hangfuß unterhalb der Erentrudiskapelle der Mühlenbrunnen aus. Das Wasser kommt wie bei der Schlatter Quelle aus dem Hauptrogenstein, hat jedoch eine weit geringere Schüttung.

Zwischen der östlichen Äußeren Grabenrandverwerfung, die durch die Stadt Staufen geht, und dem Schlatter und Krozinger Berg wurde das Relief des Oberrheingrabens durch bis zu 80 m mächtige pleistozäne Kiessande des Schwemmfächers von Möhlin und Neumagen ausgeglichen. Dieser besteht überwiegend aus Gesteinen des Grundgebirges vom Schwarzwald und wenig tertiärem Material. Man bezeichnet diese Schotterfluren der Oberrheinebene zwischen dem Schlatter Berg und dem Schwarzwald als Staufener Bucht. Diese Staufener Bucht ist das Einzugsgebiet für die Schlatter Quelle (Abb. 6). Sie wird außerdem auch noch von etwas Uferfiltrat des Neumagens gespeist, dessen Einzugsgebiet bis zum Belchen reicht.

Die Infiltration aus dem Neumagen in den anstehenden Grundwasserkörper erfolgt namentlich in Sommermonaten bis zur Vollversickerung. Einzelne Bereiche des Schwemmfächers sind mit Löss bedeckt.

Nach Sauer (1965, 1967) bestehen die oberen 10 bis 15 m aus weitgehend unverwitterten runden bis eckigen Lockergesteinen von Mittelsand bis Kies mit geringen Anteilen von bindigem Material, was einen guten Grundwasserleiter darstellt. Bei den liegenden Partien handelt es sich um verwitterte, mürbe, stark tonige und schluffige Lockergesteine,

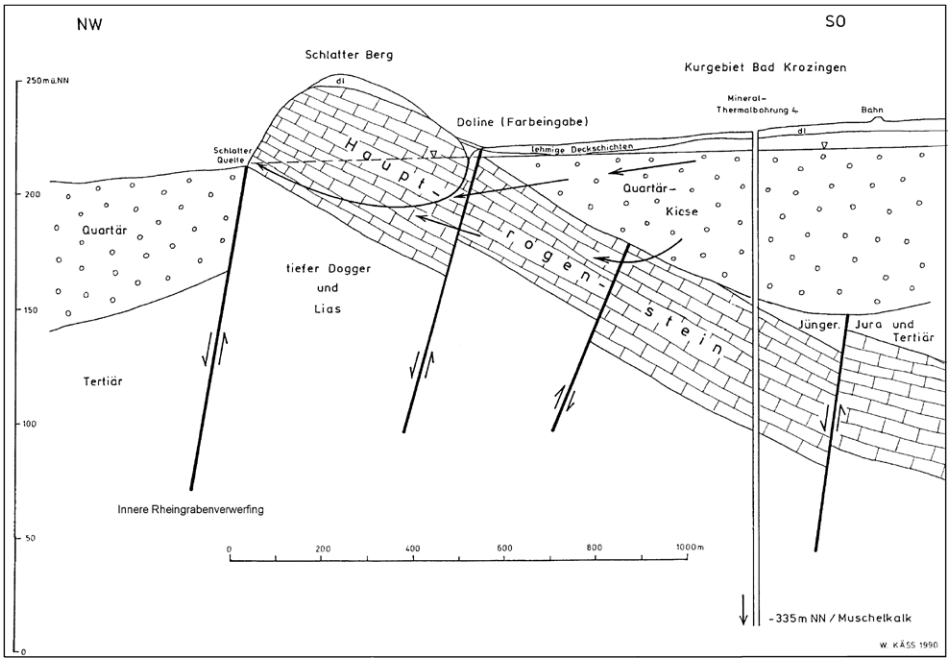


Abb. 5: Nordwest-Südost-Profilschnitt von der Rheinebene zur Staufener Bucht (Aus: Exkursionsführer der Fachsektion Hydrogeologie „Freiburger Bucht“ 1990). **Fig. 5:** Nothwest-Southeast cross-section from the Rhein Basin to the Staufen Bay (From: Hydrology Department excursion guide „Freiburger Bucht“ 1990 [in German]).

sog. „Fauler Kies“, also ein schlechter Grundwasserleiter. Aus den Thermalwasserbohrungen von Bad Krozingen weiß man, dass die Basis der Kiese bei ca. 80 m unter Gelände liegt und dem Hauptrogenstein direkt aufliegt.

Bei dem Wasserreichtum der Schlatter Quelle muss man sich über dessen Herkunft Gedanken machen. Der gesamte Hauptrogenstein-Doppelhorst Schlatter und Krozinger Berg umfasst etwa 0,9 km². Im nahen Bremgarten beträgt der jährliche Niederschlag 688 mm. Übertragen auf diesen Horst würde es einen sekundlichen Betrag von rund 20 l/s ergeben. Von diesen 20 l/s kommt in der Schlatter Quelle nur ein Bruchteil an: Der Krozinger Berg liegt wohl außerhalb des Einzugsgebiets. Beide Berge sind lössbedeckt und mit Reben bepflanzt, was eine Einsickerung von Niederschlagswasser im Verein mit Verdunstung und Vegetation weitgehend verhindert. Zudem wird der Abfluss der Fahrwege in die Kanalisation geleitet. Bei der Schüttungsmenge der Schlatter Quelle muss deren Einzugsgebiet also wesentlich größer sein. Demnach können diese Wassermengen nur die grundwasserführenden Kiese der Staufener Bucht liefern. Die Schwarzwaldschotter verzahnen sich westlich des Schlatter Berges mit Schottern alpiner Herkunft des ehemaligen Ostrheins.

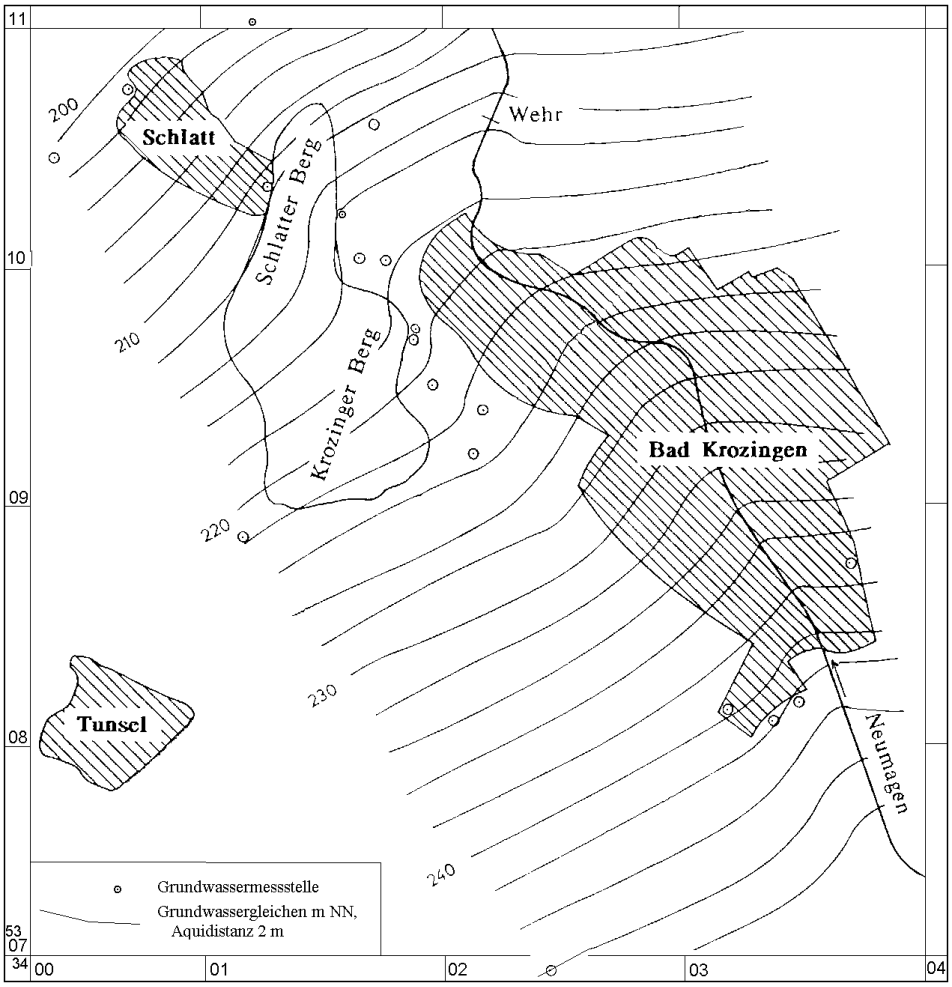


Abb. 6: Grundwassergleichen zwischen Oberkrozingen und Schlatt nach Rascher (1994, verändert). Flussab gerichtete Ausbuchtungen weisen auf Uferfiltration hin. **Fig. 6:** Ground water comparisons between Oberkrozingen and Schlatt, from Rascher (1994). Bulges in direction of flow indicate bank filtration.

Die bereichsweise Überlagerung des Neumagen-Schwemmfächers mit Löss trägt zu einer höheren Karbonathärte bei (Junker et al. 1977). Dieses dann etwas härtere Grundwasser ergibt zusammen mit dem weichen Schwarzwald-Grundwasser der Neumagen-Infiltration ein Mischwasser, welches schließlich in den Hauptrogenstein übertritt, diesen durchwandert, um schließlich in der Schlatter Quelle auszutreten (Junker 2019).

Aus der Abbildung 6 geht hervor, dass der Neumagen auch bei Niedrigwasser beiderseits ins Grundwasser infiltriert. Im linksufrigen Gebiet ist der Grundwasserstrom auf Kro-

zinger und Schlatter Berg gerichtet und trifft dort auf den verkarsteten Hauptrogenstein (vgl. Abb. 2). Der Grundwasserfluss durch den Hauptrogenstein zur Schlatter Quelle ist kurz und geht rasch vonstatten. Daher hat das Wasser zu wenig Zeit, sich in seiner Beschaffenheit einem Karstwasserkörper anzupassen. Darauf machte schon Sauer (1965) aufmerksam.

Aus der folgenden Zusammenstellung der Wasserhärten geht dies klar hervor:

Härtegrade	Gesamthärte °dGH	Karbonathärte °dKH	Anzahl gemittelter Werte
Staufener Bucht	5,9	4,7	5
Schlatter Quelle	11,9	9	4
Kalkalpines GW, Karstwasser	16	14,7	3

4. Markierungsversuch

Hin und wieder sind Keime von *Escherichia coli* im Wasser der Schlatter Quelle nachgewiesen worden. Ein Grundwassermarkierungsversuch sollte Hinweise erbringen, wo eine mögliche Grundwasserverkeimung stattfinden könnte. Ferner war mit dem Versuch beabsichtigt, das unmittelbare Einzugsgebiet der Quelle nach Südosten besser abgrenzen zu können.

Am Fuß des östlichen Hanges des Schlatter Berges befindet sich eine Doline, die allerdings für landwirtschaftliche Nutzung verfüllt worden war („E“ in Abb. 2). Diese kam als Einspeisestelle für das Markierungsmittel in Frage. Nach Setzen eines Grundwasser-Beobachtungsrohres bis 10,5 m Tiefe stellte man ein gutes Schluckvermögen durch das Rohr fest. Die dortige Geländehöhe beträgt 222,31 m NN, der seinerzeitige Grundwasserstand lag bei 218 m NN.

Als Markierungsmittel wurde Eosin gewählt. Das Quellwasser wird zur Wasserversorgung von Schlatt genutzt. Eosin ist human- und ökotoxikologisch unbedenklich (Umweltbundesamt 1997) und kann durch Chlorung leicht zerstört werden (Käss 2004).

Das gegenüber Eosin stärker fluoreszierende Uranin war für einen zweiten Markierungsversuch vorgesehen, um das Wasser des Neumagens bei Vollversickerung zu markieren. Dieser Versuch wurde nicht durchgeführt.

Mit der wasserrechtlichen Erlaubnis des Landratsamtes vom 25. Februar 1988 wurde der Markierungsversuch am 28. März 1988 mit der Einspeisung von 2 kg Eosin in konzentrierter Lösung begonnen. Die möglichen Wiederaustrittsstellen von Eosin wurden nach einem Probenentnahmeplan beprobt. Folgende Entnahmepunkte wurden festgelegt: Nord- und Südaustritt der Schlatter Quelle, die Grundwassermessstellen (GWM) 7, 8, 9 und 10 sowie der Brunnen der Gärtnerei Lorenz (Abb. 2). Die Probenentnahmen wurden am 18. Juli 1988 eingestellt.

Die Eosin-Gehalte der 554 entnommenen Wasserproben wurden im Labor des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg (Leitung W. Käss) mittels eines Spektralfluorimeters bei einer Erfassungsgrenze von 0,01 µg/l quantitativ bestimmt. Auf die Eosin-Eingabe haben die beiden Quellaustritte stark, die GWM 7, 9 und 10 spurenhaft, die GWM 8 und der Brunnen Lorenz nicht angesprochen (Abb. 2). Die Eosin-Durchgangskurven der beiden Quellaustritte verlaufen nahezu parallel (Abb. 7). Modellkonform erfolgte nach dem ersten Auftreten nach 39 Stunden ein rascher Konzentrationsanstieg bis zu 27,96 µg/l im Nordaustritt und 25,50 µg/l im Südaustritt, also ein Farbstoffgehalt unter der Sichtbarkeitsgrenze. Daher brauchte das Pumpwerk für die Schlatter Wasserversorgung nicht abgestellt zu werden. Danach erfolgte ein langsamer werdender Konzentrationsrückgang. Selbst am letzten, am 112. Versuchstag, wurden in beiden Ausläufen noch 0,67 µg/l Eosin festgestellt. Die nahezu deckungsgleichen Durchgangskurven weisen darauf hin, dass sie ein gemeinsames Einzugsgebiet haben und dass die Aufteilung des Zuflusses erst eine kurze Wegstrecke vor dem Austritt stattfindet. Der gleichmäßig verlaufende Abfallschenkel weist keine Konzentrationsknicke oder Doppelspitzen auf, wie es viele Durchgänge bei Versuchen im Karst der Schwäbischen Alb zeigen. Daraus ist zu schließen, dass zumindest im Bereich zwischen Eingabe- und Austrittsstelle der Hauptrogenstein nur eine Klüftung in nur einer Richtung aufweist.

Die für die Hauptaustritte errechneten Versuchsergebnisse sind für beide Austritte nahezu identisch: Bei einer Entfernung zwischen Eingabeort und Quellaustritt von 863 m und bei einer Mittleren Fließzeit von 355 Stunden (Nord) und 365 Stunden (Süd) beträgt die Abstandsgeschwindigkeit 2,43 m/Stunde (Nord) und 2,36 (Süd) m/Stunde.

Eine Berechnung der Wiederfindungsrate ergab für beide Austritte je 23 %, zusammen 46 %. Da jedoch bei Beobachtungsende deutlich Farbspuren von je 0,67 µg/l und bei Stichproben vom Oktober 1988 noch 0,33 µg/l vorhanden waren, dürfte sich der Anteil für die Folgezeit um einige Prozente erhöht haben.

Zum Verbleib der restlichen Farbstoffmenge, etwa die Hälfte der Eingabemenge, kann Folgendes gesagt werden. Eosin ist schwach sorptiv, dies erklärt das langsame Ausbluten aus dem Grundwasserkörper durch Desorption. Da kein anderer Quellaustritt aus dem Hauptrogenstein bekannt ist, bleibt noch die Möglichkeit des Vorbeitriftens im quartären Kieskörper entlang der Ostseite des Schlatter Berges nach Norden in die Oberrheinebene.

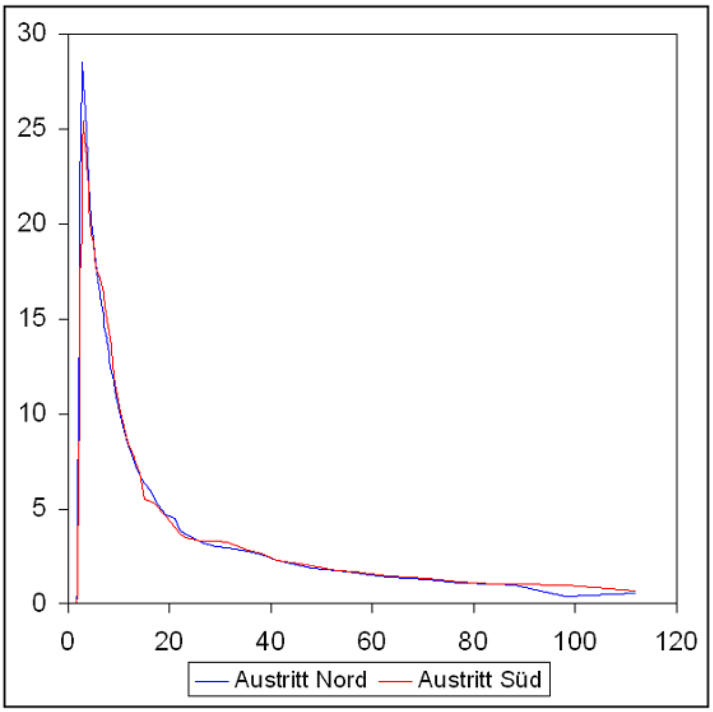


Abb. 7: Farbdurchgangskurven für die zwei Austrittsstellen der Schlatter Quelle. X-Achse Versuchstage, Y-Achse: Eosin-Konzentrationen in µg/l.
Fig. 7: Breakthrough curves for the two outflow locations of the spring of Schlatt. X-axis: trial days, Y-axis: eosin concentrations in µg/l.

Die Stichproben aus den GWM 7, 9 und 10 zeigten lediglich Eosin-Spuren, die bei einer grafischen Darstellung für eine lehrbuchhafte Durchgangskurve nicht geeignet sind (Abb. 8). Am ehesten ist bei der GWM 7 eine Art zweigipflige Kurve zu erkennen. Diese Messstelle liegt 65 m von der Einspeisestelle entfernt und zeigt die höchste Farbkonzentration der drei Nebenaustritte. Obwohl diese GWM den geringsten Abstand zur Eingabestelle hat, tritt die erste Farbspur nicht früher auf als jene bei den zwei anderen. Die GWM 9 weist von Anfang an einen stetigen Konzentrationsanstieg auf. Die nördlichste Messstelle 10 zeigt nach der ersten positiven Probe einen ständigen Abfall des Farbgehaltes.

Der Markierungsversuch belegt, dass im Versuchsgebiet die Grundwasser-Fließgeschwindigkeiten im Karst wesentlich höher sind als im Porengrundwasser.

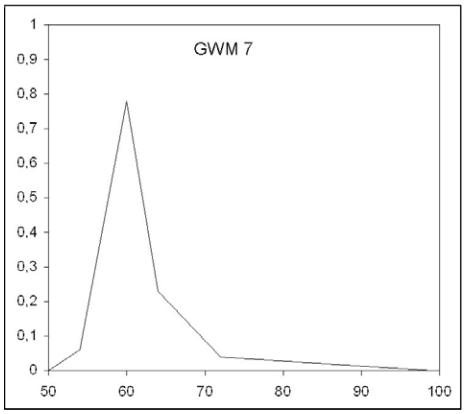
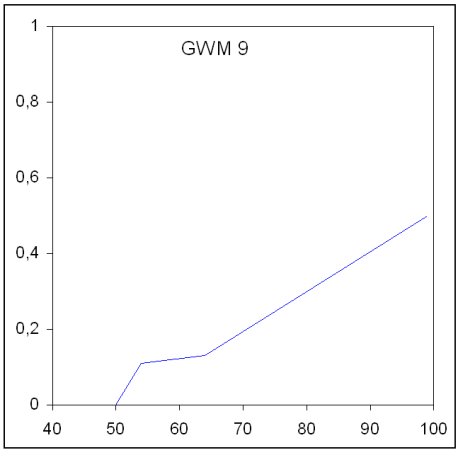
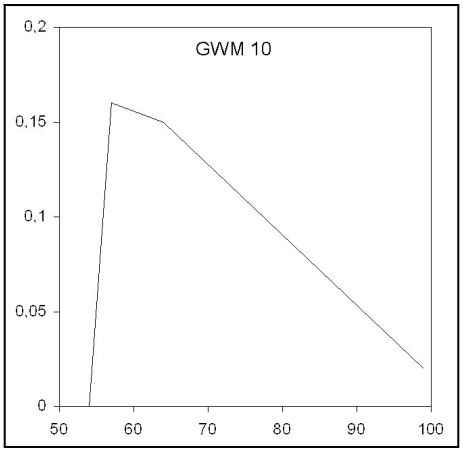


Abb. 8: Spurenaustritte von Eosin in drei Grundwasser-Messstellen. X-Achse: Versuchstage, Y-Achse: Eosin-Gehalte im µg/l.
Fig. 8: Trace appearances of eosin in three ground water measurement points. X-axis: trial days, Y-axis: eosin content in µg/l.





5. Isotope und natürliche Radioaktivität

Im Februar 1988 wurden aus dem Quelltopf der Schlatter Quelle Proben für Standard-Umweltisotopenanalysen (Hv-15298: ^{14}C, ^{3}H, $\delta^{18}O$, $\delta^{13}C$) entnommen und im ^{14}C-Labor des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung untersucht.

Der ^{3}H-Wert von 37 Tritium-Einheiten (TU) liefert eine gesicherte mittlere Verweilzeit von 20 Jahren entsprechend einer jährlichen Neubildungsrate von 5 % der Schüttung. Der ^{14}C-Wert von 85,5 % modern entspricht der Mittleren Verweilzeit von 20 Jahren, einem ^{14}C-Anfangswert von 63 % modern (Geyh 1972).

Dieser Wert ist für Einzugsgebiete im offenen Karst üblich und spiegelt das stöchiometrische Gleichgewicht der Lösung von fossilem Kalkgestein durch biogenes CO_2 wider.

Im vorliegenden Fall erfolgt die dazu notwendige sehr schnelle Versickerung des Regenwassers in den Schottern der Staufener Bucht und die Lösung von Kalk im Grundwasserleiter auf dem Weg zur Quelle, wie durch Aufhärtung des Grundwassers erwiesen ist. Der $\delta^{13}C$-Wert von -11,7‰ entspricht dieser Feststellung. Karstgrundwasser erreicht Werte um -13 bis -14‰ (Geyh & Groschopf 1978).

Die natürliche Radioaktivität an Radon und Radium wurde in einer Probe vom 2. Dezember 1963 im Schlatter Quellwasser bestimmt. Die Untersuchung wurde im Geologischen Landesamt Baden-Württemberg mittels einer Ionisationskammer durchgeführt: Radon (Rn) 5,7 Bq/l; Radium (Ra) 0,074 Bq/l oder 0,002 ng/l. Diese Befunde entsprechen den Mittelwerten von Grundwässern.

6. Karstquelle?

Als Karstquelle bezeichnet man eine Quelle, deren Einzugsgebiet zum größten Teil aus Kalkstein besteht. Das aus einer Karstquelle ausfließende Karstwasser weist auch eine hohe Gesamt- und eine niedrige Nichtkarbonathärte auf. Außerdem weisen Karstquellen einen Schüttungsquotienten von rd. 1:10 auf (Hölting & Coldewey 2011).

Alle diese Merkmale treffen für die Schlatter Quelle nicht zu, obwohl sie immer wieder als Karstquelle bezeichnet wird, weil sie aus zwei Spalten im Hauptrogenstein kommt.

Mit dem Hinweis auf die geringe Karbonathärte und dem kleinen karsthydrografischen Einzugsgebiet hat schon Sauer (1965) den Begriff „Karstquelle“ in Abrede gestellt. Die niedrigen Gesamt- und Karbonathärten der Schlatter Quelle von 11,9 °dGH und 9 °dKH sind ebenso wie der Schüttungsquotient 1:1,4 für Karstwasser absolut untypisch.

Die Schlatter Quelle ist demnach **keine** Karstquelle, sondern eine Mischwasserquelle.

Hier soll noch ein Blick auf die Aachquelle geworfen werden: Diese größte Quelle Deutschlands mit einem karsthydrografischen Einzugsgebiet von 240 km² bezieht ⅔ ihres Wassers aus der Donau. Ihr Schüttungsquotient beträgt 1:3,7 und die Wasserhärten liegen bei 11,0 °dGH und bei 8,3 °dKH. Die Aachquelle, die aus den Kimmeridge-Kalken des Weißjura austritt, ist also ebenfalls keine Karstquelle, sondern eine Mischwasserquelle (Käss 2020).

Dank

Die Autoren bedanken sich beim ehemaligen Geologischen Landesamt Baden-Württemberg (seit 1998 Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg) für die Durchführung zahlreicher Wasseranalysen sowie für die Zurverfügungstellung des Farbstoffes für den Markierungsversuch und die angefallenen Farbstoffbestimmungen.

Dank geht auch an das damalige Wasserwirtschaftsamt Freiburg für die Überlassung eines Pegelschreibers und einer Pegellatte, an die Stadt Bad Krozingen und die Ortsverwaltung Schlatt für die Unterstützung bei dem Markierungsversuch und dem Messwehreinbau.

Dem Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung in Hannover ist für die Bestimmung der Umweltisotope zu danken.

Angeführte Schriften

Geyh, M.A. (1972): Basic studies in hydrology and ^{14}C and ^{3}H measurements.- Proc. XXIV Int. Geol. Congr., 11: 227–234; Montreal.

Geyh, M.A. & P. Groschopf (1978): Isotopenphysikalische Studie zur Karsthydrogeologie der Schwäbischen Alb.- Abh. geol. L. Amt Bad. Württ., 8: 7–58; Freiburg im Br.

Hölting, B. & W. Coldewey (2013): Hydrogeologie.- 8. Aufl., 438 S., 137 Abb., 92 Tab.; Berlin–Heidelberg (Springer).

Huth, T. & B. Junker (2004): Geotouristische Karte von Baden-Württemberg 1: 200.000 - Schwarzwald und Umgebung.- S. 387.; Freiburg i. Br.

Junker, B. (2019): Ein Phänomen und Heiligtum seit der Steinzeit – die Schlatter Quelle.- Wanderungen in die Erdgeschichte 38 - Entlang des Rheins von Basel bis Mannheim; S. 66–67, 3 Abb., [Hrsg.] W. Rosenthal, T. Huth, M. Geyer, A. Megerle und B. Junker; München (Pfeil).

Junker B., O. Wendt, H. Essler & K. Lamprecht (1977): Hydrogeologische Karte von Baden-Württemberg, 1:50 000, Oberrheingebiet, Bereich Kaiserstuhl – Markgräflerland mit Erläuterungen.- 62 S., 6 Karten, Anlagen mit 205 hydrochemischen Analysen, 5 Blatt Ganglinien hydrologischer Messwerte, 5 Tab., 7 Abb.; [Hrsg.] Geologisches Landesamt Baden-Württemberg im Auftrag des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten; Freiburg i. Br.

Käß, W. (2004): Lehrbuch der Hydrogeologie 9, Geohydrologische Markierungstechnik.- 2. Aufl., XIV + 557 S., 239 Abb., 43 Taf., 8 Farbtaf.; Berlin−Stuttgart (Borntraeger).

Käß, W. (2020): Das Donau-Aach-System.- Geol. Jb. A 165; Hannover.

Kind, A. (1988): Bad Krozingen-Schlatt im Rückspiegel.- S. 9–14. [Hrsg.]; Schlatt.

Klug, J. (1985): Hallstattzeitliche Höhensiedlungen im Breisgau.- Nachrichtenblatt der Landesdenkmalpflege 14(3): 188–192.

Poinsignon, A. (1884): Die heilkräftige Quelle und das Haus des Lazarus zu Schlatt im Breisgau.- Schau-ins-Land 11: 7–17.

Rascher, D. (1994): Hydrologische und hydrogeologische Untersuchungen im Einzugsgebiet der Schlatter Quelle.- 110 S., 50 Abb., 17 Tab., 3 Anl. (unveröff.).

Rascher, D. (1995): Quelluntersuchungen im nördlichen Markgräflerland.- 107 S. und Anhang 165 S.; Unveröff. Diplomarbeit unter der Leitung von Prof. Dr. Ch. Leibundgut, Professur für Hydrologie, Institut f. Physische Geogr. der Albert-Ludwigs-Univ. Freiburg.

Sauer, K. (1965): Grundwasser und Quellen.- Freiburg im Breisgau Stadt- und Landkreis, Band I/1.- S. 85–98; Freiburg i. Br.

Sauer, K. (1967): Beiträge zur Hydrogeologie der näheren Umgebung von Freiburg i. Br.- Mitt. Bad. Landesverein für Naturkunde u. Naturschutz N. F. 9: 611–637.

Umweltbundesamt (1997): Hrsg. unter Mitwirkung von H. Behrens, U. Beims, H. Dieter, G. Dietze, Th. Eikmann, T. Grummt, H. Hanisch, M. Henseling, W. Käß, H. Kerndorf, Ch. Leibundgut, U. Müller-Wegener, I. Rönnefahrt, B. Scharenberg, R. Schleyer, W. Schloz & F. Tilkes: Human- und ökotoxikologische Bewertung von Markierungsversuchen in Gewässern.- Grundwasser, 2(2): 61–64, 2 Tab.; Berlin-Heidelberg (Springer). Nachdruck: Bundesgesundheitsblatt 10/97: 414–416.

Villinger, E. (1999): Freiburg im Breisgau – Geologie und Stadtgeschichte.- Inform. 12, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, 60 S., 21 Abb., 1 Taf., 2 Beil.; Freiburg i. Br.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau

Jahr/Year: 2020-2021

Band/Volume: 110-111

Autor(en)/Author(s): Käß Werner, Fischbeck Reinhard, Geyh Mebus A., Junker Baldur, Rascher Dirk

Artikel/Article: Die Schlatter Quelle – Ergebnisse älterer Untersuchungen (Bad Krozingen-Schlatt, Lkr. Breisgau- Hochschwarzwald, SW-Deutschland) 413-431