

Färbeversuche Neuenburgerhöhle 14-16.06.2024

Untersuchungsbericht, Konstantin von Gunten, 26.07.2024

Zusammenfassung vorangehender Salzungen in der Neuenburgerhöhle

- 28.08.2022: Erfolgreicher Salzungsversuch im SCMN. Nach 5h wurde beim Bach von Ober Wysstanne nichts gemessen. Zum Zeitpunkt der Messung war der Abfluss im SCMN schätzungsweise 33x grösser als im oberirdischen Bach.
- 27.08.2023: Salzungsversuch im Aellen. Messungen bei der 1ère cascade und bei UB2 bis 2.5 h nach der Salzung zeigten keine klaren Resultate. Man entschied sich, die Messung in der 1ère cascade mit einem besseren Messgerät zu wiederholen.
- 14-15.10.2023: 2 kg Salz in 9.4 L Wasser (212 g/L) wurden im Aellen bei UB10 eingeleitet. Bis 4 h nach der Einleitung des Salzes wurde in der 1ère cascade nichts gemessen. Auf dem Rückweg zum Ausgang wurde dann bei Messstelle UB3 im Hauptgang um 15:00 ein Wert von 322 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemessen. Flussaufwärts wurde bei der Sardine keine signifikante Erhöhung festgestellt (189 $\mu\text{S}/\text{cm}$ um 15:06), dafür aber in der kleinen Kluft bei UB2 (unterhalb P22). Hier wurde um 15:00 ein Wert von 725 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemessen. Klar ist damit, dass der «Aellenbach» in diese Kluft («Aellenbachfall») mündet. Durch Schätzungen und Berechnungen wurde bestimmt, dass der Peak des Salzes 4.25 h nach der Salzung bei der Kluft ankam.
- Weitere Details zu den früheren Salzungen sind im Bericht von Gunten (2023) zu finden.

Salzung am 15-16.06.2024

- 15.06.2024: Hansjürg Welti und Stefan Nussbaumer bereiteten das Salz beim feuchten Gang beim Drücksackschlupf vor. Dazu wurde mit Lehm ein kleiner Stausee vorbereitet und dort das Salz gelöst (Abbildung 1). Zur definierten Zeit wird der Lehmdamm gebrochen (Tabelle 1). In der Zwischenzeit installierten Jonny Schönenberger, Beat Heeb, Martin Lüthi und Konstantin von Gunten je einen Salzlogger in der 1ère cascade und im Hauptbach beim Eingang zum Salle SCMN. Die Logger werden durch Martin Lüthi (UZH, HGY) zur Verfügung gestellt. Da es in den vorhergehenden Tagen viel geregnet hatte, führten die Höhlenbäche unüblich viel Wasser, was die Forscher dazu verleitete, die Logger relativ hoch zu installieren. Schon beim Herausgehen wird festgestellt, dass der Wasserstand gesunken ist und der Logger im SCMN muss in Richtung Ausgang um einige Meter verschoben werden, um wieder im Wasser zu liegen. Bei allen Messstellen wird Leitfähigkeit, pH und Temperatur mit dem PCTSTestr 50 von Oakton vermessen.
- 16.06.2024: Beide Logger lagen im Trockenen. Die Logger wurden mitgenommen und durch Beat Heeb an Martin Lüthi übergeben, der die Auswertung machte. Da beide Logger nicht korrekt kalibriert waren, können keine Aussagen zum Absoluten Salzgehalt im Gewässer gemacht werden, allerdings über die Fliesszeiten.
- Das Ergebnis ist klar. Eine Wasserverbindung zwischen dem Drücksackschlupf und der 1ère cascade konnte nachgewiesen werden (Abbildung 1). Glücklicherweise geschah der Abfluss viel Schneller als im Falle vom Aellenbach und die Salzpeaks kamen vorbei, bevor sich der Wasserstand zurückgezogen hatte (Abbildung 2). Allerdings waren rein visuell die Abflüsse sehr unterschiedlich. Ein Teil des 1ère cascade Wassers muss also noch aus anderen Quellen herkommen. Die Kennwerte:
 - 1ère cascade
 - Luftdistanz zw. Mess- und Salzungsstelle: ca. 63 m
 - Fliesszeit bis Detektor: 11 Min 20 Sek
 - Errechnete Geschwindigkeit: 5.5 m/min
 - Mit einer Schätzung des Abflusses kann auch die Wiederfindung vom Salz geschätzt werden, indem man für jedes Messresultat die Konzentration mit der Zeit multipliziert. Gesamthaft erhält man ca. 25 g. Der grosse Verlust (95%) deutet daraufhin, dass das Wasser im Siphon stark verdünnt wird oder dass es Verluste des Drücksackschlupf-Wassers entlang des Fliessweges hat.
 - SCMN
 - Distanz 1ère cascade bis SCMN: 185 m
 - Fliesszeit von Detektor bis Detektor: 16 Min
 - Geschwindigkeit: 11.5 m/min
 - Analog kann hier geschätzt werden, dass nur ca. 5 g der gesamten Salzmenge angekommen sind.

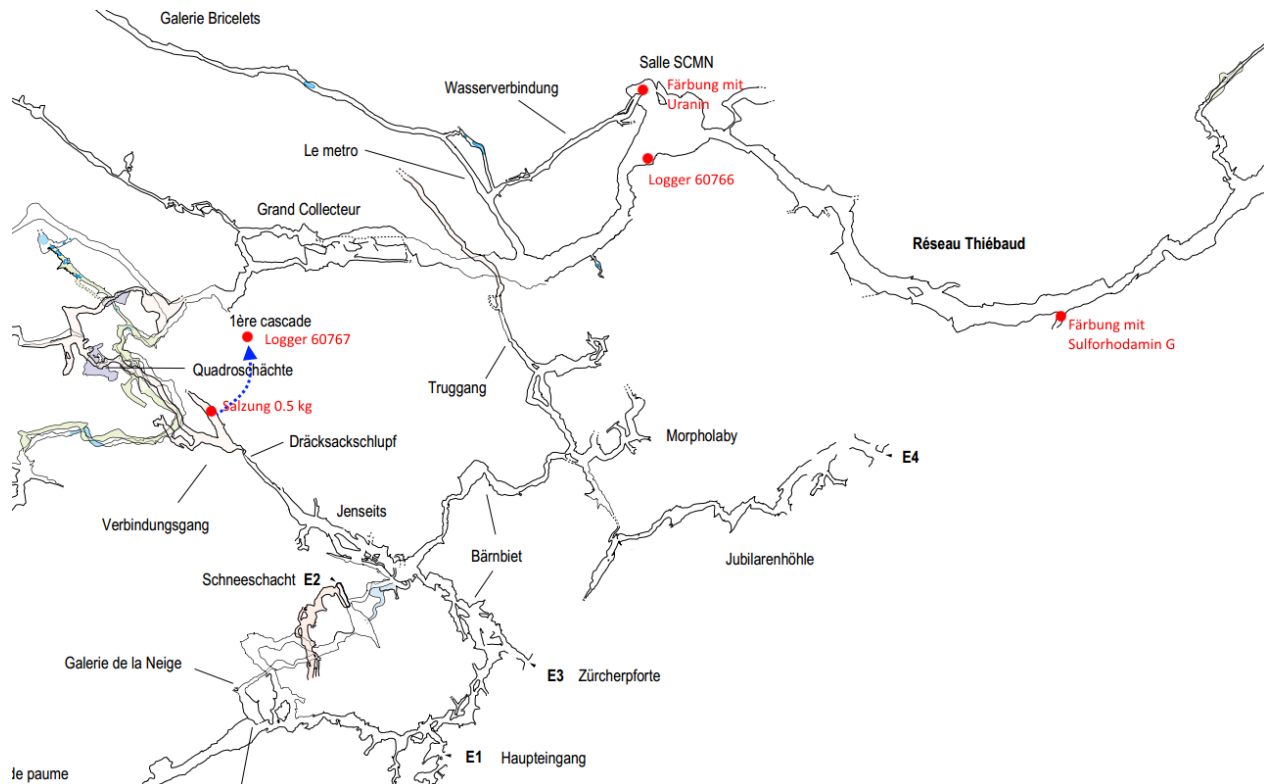


Abbildung 1: Färbe- und Messorte in der Höhle.

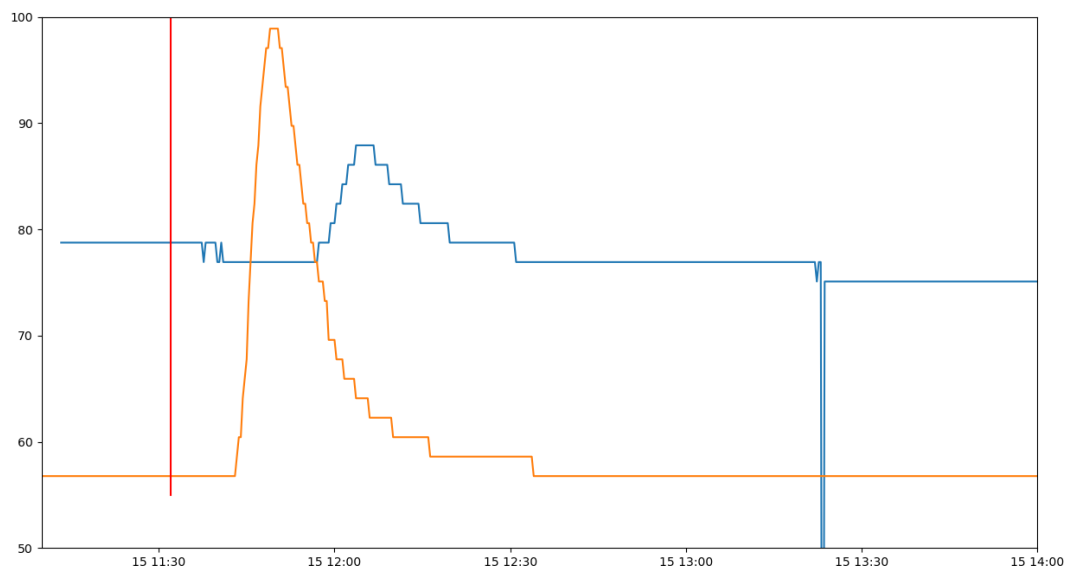


Abbildung 2: Salzkurven bei 1ère cascade (orange) und bei Salle SCMN (blau). Rote Linie markiert den Salzungszeitpunkt. Bild zur Verfügung gestellt durch Martin Lüthi.

Färbung

- 14.06.2024: Installation Farblogger für Uranin und Aminorhodamin G auf beiden Seiten der Wasserscheide (Emme und Waldemme). Für Mess- und Färbeorte siehe Tabelle 1. Messorte aussen sind in Abbildung 3 dargestellt. Messorte innen in Abbildung 1. Die Färbung wurde vorab durch Martin Lüthi den Behörden mittels InfoTracer und eines Briefes gemeldet.
- 15.06.2024: Im SCMN wurde durch Jonny Schönenberger, Beat Heeb, Martin Lüthi und Konstantin von Gunten Uranin ausgetragen. Wegen dem hohen Abfluss hat sich unterhalb des SCMN-Wasserfalles ein kleiner See gebildet, wo die Farbe eingebracht wird. Die Behälter werden intensiv ausgewaschen.
- 16.06.2024: Im Thiebaud wurde analog beim kleinen Bächli durch Jonny Schönenberger, Beat Heeb und Martin Lüthi Sulforhodamin G ausgebracht.
- Die Auswertung zeigte, dass leider einer der Logger (WEMB) kurz nach der Installation bereits aussetzte und erst beim Entfernen wieder einschaltete (Wackelkontakt). Die Logger wurden alle ca. 55 h nach den

Färbungen entfernt. Es wurde in keinem der messenden Logger eine erhöhte Konzentration der Farben festgestellt. Die eher grösseren Schwankungen waren durch Hochwasser (siehe Trübung in Abbildung 4) ausgelöst worden.

- Wie weiter?
 - Es stellt sich nun die Frage, ob die Logger noch länger im Wasser gelassen hätten werden sollen. Die Schätzung der Abflüsse deutete aber darauf hin, dass das Wasser bei den vorherrschenden Hochwasserbedingungen spätestens nach 2 Tagen die Messorte erreicht hätte, wenn ein Austritt dort möglich wäre.
 - Das „negative Resultat“ deutet darauf hin, dass das Böliwasser tatsächlich mit dem Rest des westlichen Schratzenfluh-Karstwassers unterhalb der Emme in den Thunersee fliesst. Dies bleibt aktuell noch offen, könnte aber mittels einer Färbung mit einer grösseren Menge Farbstoff (>1 kg) und Loggern im Bätterich bewerkstelligt werden. Ob dies in diesem Stadium des Wissens aber sinnvoll ist, bleibt dahingestellt.

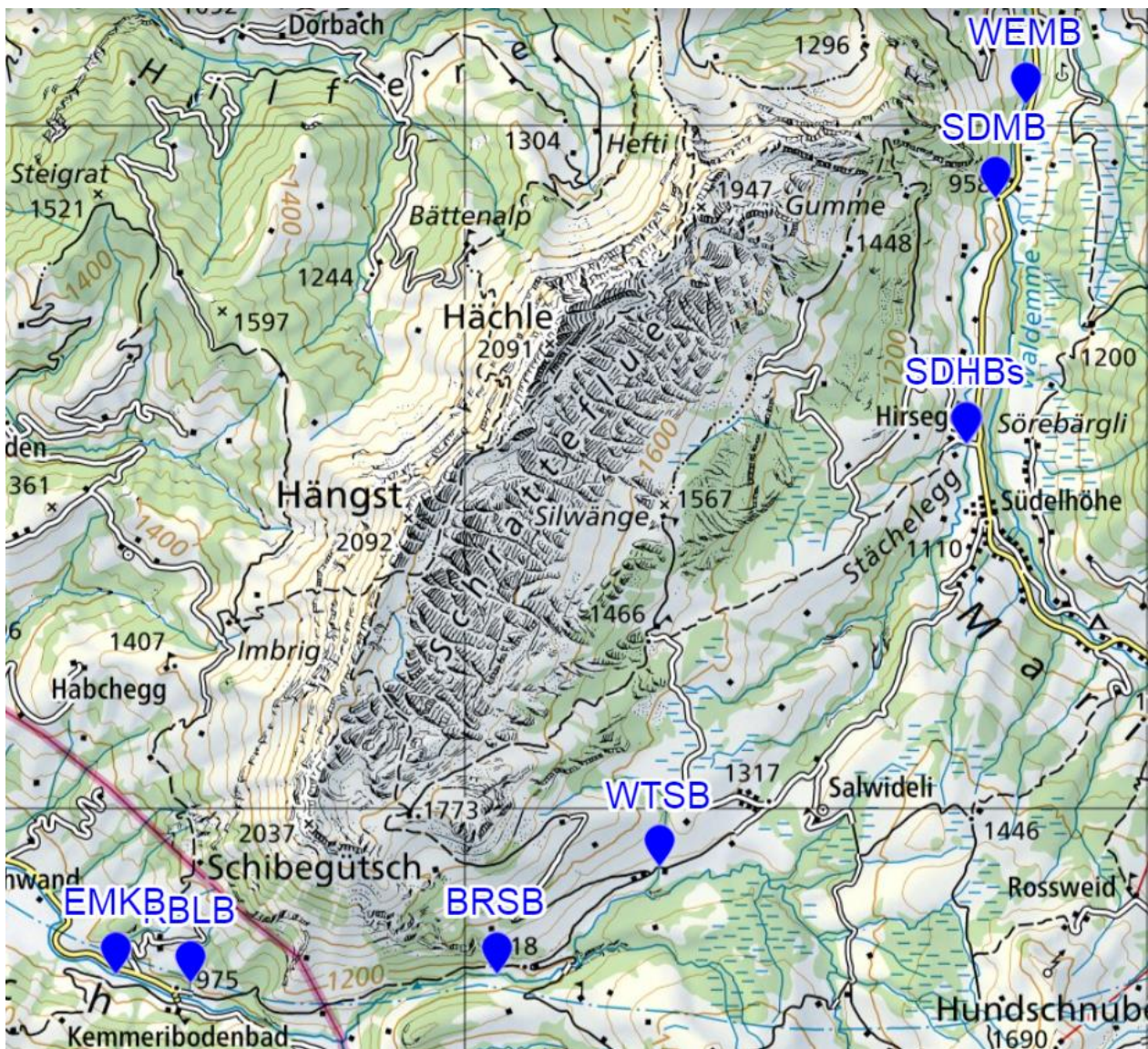


Abbildung 3: Messorte im Aussenbereich.

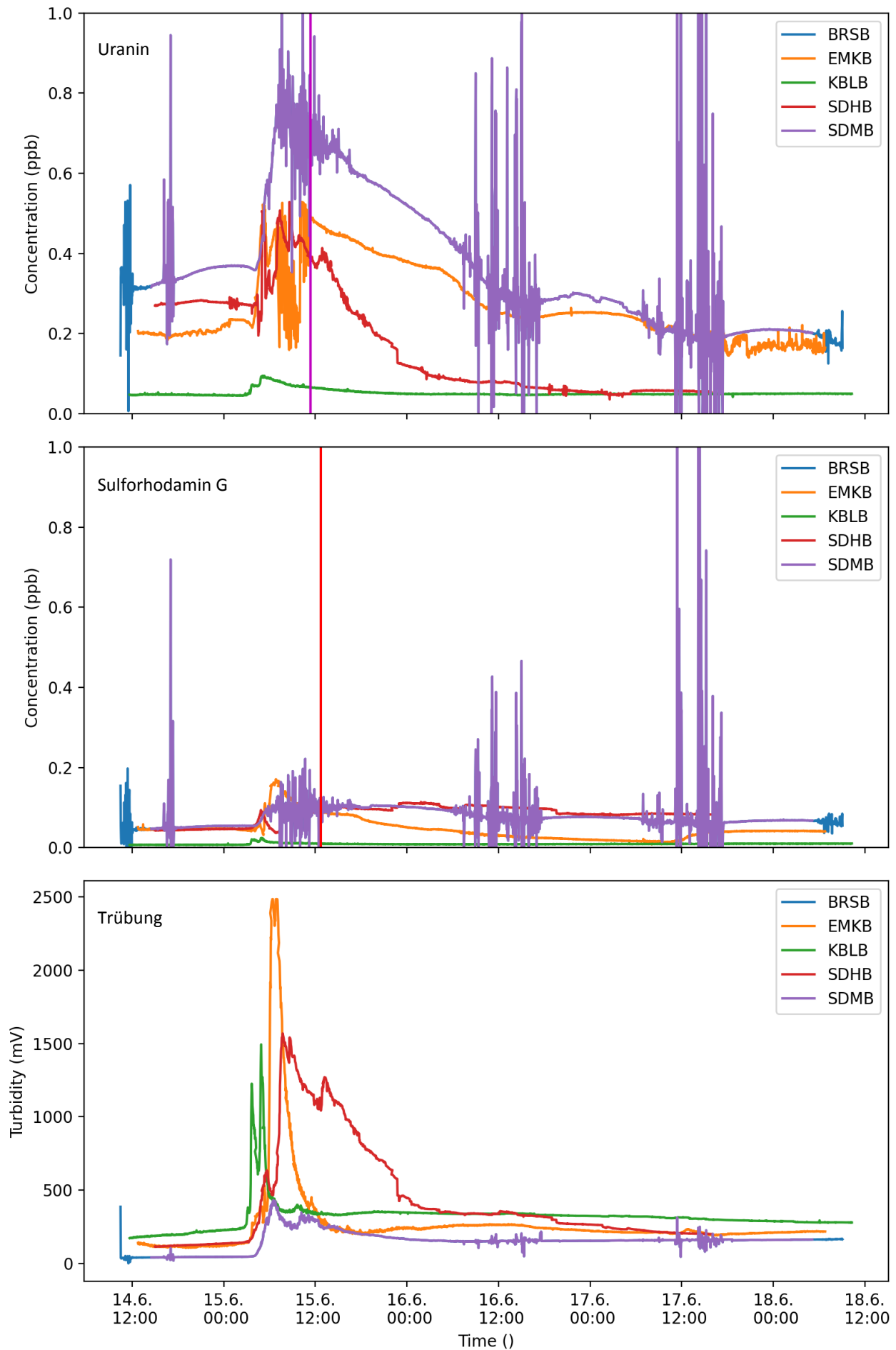


Abbildung 4: Messresultate von 5 Loggern im Aussenbereich. Der Logger WTSB (ohne deutlichen Signal) ist nicht dargestellt. Der Logger WEMB hatte ausser Signalen am Anfang und am Schluss der Kampagne keine Aufzeichnungen und ist ebenfalls nicht dargestellt. Die vertikalen Linien (violett und rot) zeigen die Zeitpunkte an denen die Farbe eingebracht wurde. Bild zur Verfügung gestellt durch Martin Lüthi.

Tabelle 1: Färbe-, Salzungs- und Messstellen. Die Zeit markiert die Installation des Loggers (**Messort**) und der Stellen an denen gefärbt bzw. gesalzen wurde (**Markierorte**)*: Logger im Trockenem bei Herausnahme. **: Logger im Trockenem, versetzt um 13:25UTC, trotzdem im Trockenem bei Herausnahme.

Datum	Messort und Markierort	Koordinaten (Handy)	Zeit UTC	pH	Leitf. µS/cm	Temp. °C	Farbe
14.06.24	Bärselbach BRSB	46.80401,7.96558	10:28	8.55	263	11.0	
14.06.24	Ober Kemmeribodenbach KBLB	46.80357,7.93627	11:30	8.36	325	12.0	
14.06.24	Emme EMKB	46.80426,7.92900	12:44	8.6	336	13.8	
14.06.24	Waldemme WEMB	46.86110,8.01699	14:04	8.38	342	11.8	
14.06.24	Südelbach Mündung SDMB	46.85495,8.01403	14:30	8.43	249	8.8	
14.06.24	Südelbach Hirsegg SDHB	46.83880,8.01115	15:10	8.45	294	14.0	
14.06.24	Seitenbach flussabw. oberer Stelle SDHBs	46.83878,8.01100	-	8.38	214	12.7	
14.06.24	Wysstannenbach bei Schneebürgli WTSB	46.81104,7.98129	16:04	8.42	301	11.7	
15.06.24	1ère cascade 1ster Siphon* 60767		10:41	8.23	165.1	4.0	
15.06.24	SCMN bei Versteinerung** 60766		11:13	8.31	158.7	4.1	
15.06.24	SCMN Wasserfall		11:25	8.34	156	4.1	Uranin 100 g
15.06.24	Bächli im Thiebaud		12:42	8.21	179	4.7	Sulforhodamin G 100 g
15.06.24	Dräcksackschlupf		11:32				NaCl 500 g

Quellen

von Gunten, K. 2023. Geochemisches Screening in der Neuenburgerhöhle – 14-15.10.23.