

Die Friedhöfler-Höhle mit ihrer intermittierenden Quelle, Ennetbürgen NW

Autor(en): **Sandfuchs, Urs**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **NAGON / Naturforschende Gesellschaft Ob- und Nidwalden**

Band (Jahr): **1 (1997)**

PDF erstellt am: **09.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-1006692>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Friedhöfler-Höhle mit ihrer intermittierenden Quelle, Ennetbürgen NW

Abb. 1
Längsriss + Profile
Friedhöfler-Höhle.
Abb. 2
Grundriss Friedhöfler-
Höhle.

Urs Sandfuchs

In der Friedhöfler-Höhle am Bürgenberg befindet sich eine von zwei intermittierenden «Quellen» in der Schweiz. Der Zeitpunkt eines Ausbruchs der Quelle wird zwar durch das Wetter bestimmt, die Funktionsweise ist jedoch rein physikalisch-hydrologisch bedingt. Die intermittierenden Quellen sind durch plötzliche Ausbrüche des Quellwassers und ebenso schnelles Versiegen gekennzeichnet. Verantwortlich für die Seltenheit solcher Quellen sind die vielen Bedingungen, die erfüllt sein müssen, damit das System funktioniert. Aus diesem Grund ist die Friedhöfler-Höhle unter Naturschutz gestellt worden.

Am Bürgenberg auf dem Gebiet der Gemeinde Ennetbürgen (NW) befindet sich eine Quelle, die in rhythmischen Abständen ausbricht. Nach WILDBERGER + PREISWERK (1997) handelt es sich um die grössere von den zwei bis jetzt bekannten intermittierenden Quellen der Schweiz, den sogenannten Friedhöfler, der in der gleichnamigen Höhle entspringt.

Im Jahre 1971 hat die Höhlengruppe Lenzburg von einer wassergefüllten Höhle, deren oberirdischer Ausfluss plötzlich anschwellen und ebenso plötzlich wieder versiegen kann, erfahren. Zu diesem Zeitpunkt sind bereits Erforschungen von ein paar jungen Einheimischen betrieben worden. Der Lenzburger Höhlengruppe ist es erstmals gelungen, die Höhle auszupumpen und diese auf ihrer

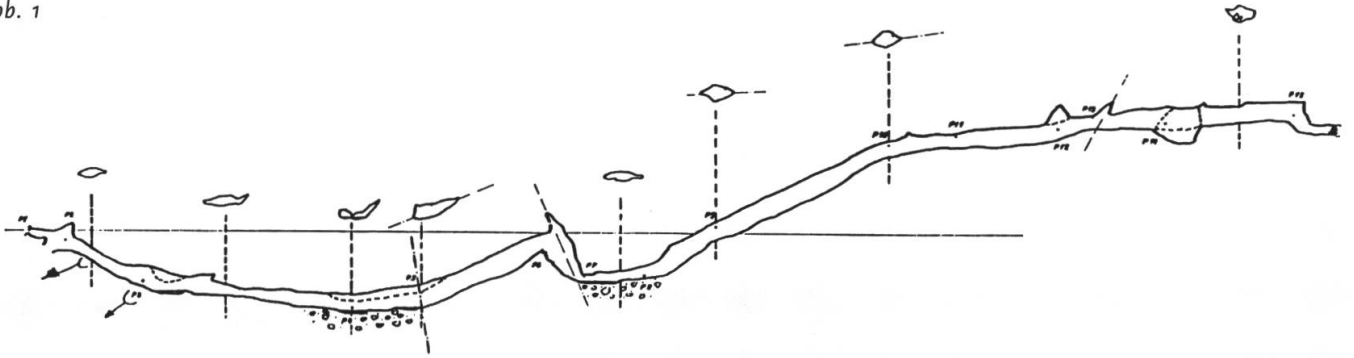
ganzen heute bekannten Länge zu begehen. 1978 ist mit der Vermessung der Höhle begonnen worden. Das merkwürdige Phänomen einer intermittierenden Quelle hat die Bevölkerung schon viele Jahre vor der Erforschung beschäftigt. Dadurch sind viele Sagen, die bis ins Jahr 1598 zurückverfolgt werden können, entstanden. Der Inhalt ist in allen Sagen etwa derselbe: Wer am Eingang der Höhle steht, das Wasser herausfordert und nicht an die Macht des Berggeistes glaubt, der soll seinen Fluten nicht entrinnen können und wird unfehlbar in den See gespült und dort begraben. Von der Bevölkerung ist allgemein beobachtet worden, dass der Quellbach nur selten fliesst, nämlich bei anhaltendem Regenwetter und Schneeschmelze.

Im Jahre 1979 ist bekannt geworden, dass das Gebiet um die Friedhöfler-Höhle überbaut werden soll und damit die einzige intermittierende Bach-Quelle der Schweiz gefährdet ist. In Zusammenarbeit mit dem Unterwaldner Bund für Naturschutz (UBN) ist es der Lenzburger Höhlengruppe gelungen, nach mehrjährigen zähen Verhandlungen die Höhle unter Naturschutz stellen zu lassen.

Die intermittierende Quelle und ihr Einzugsgebiet

Die Friedhöfler-Höhle befindet sich 510 m ü. M. am Südhang des Bürgenberges (674 475/204 670). Der Bürgenberg bildet tektonisch eine Antiklinale, welche sich gegen Westen verdoppelt. Die Fortsetzung der Antiklinalen bilden der Pilatus und der Mueterschwanderberg gegen Westen und die Rigi-Hochfluh im Osten. Der Bürgenberg gehört zu der

Abb. 1

**Friedhöfler-Höhle**

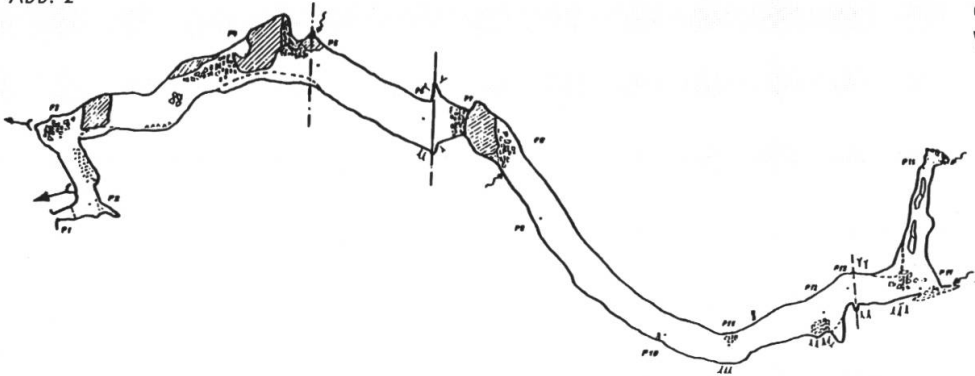
Gemeinde Ennetbürgen NW

Koordinaten

674 475/204 670/510

Vermessung HGL, 29.12.78

Abb. 2



Randkette der Alpen. Die Gesteine wurden in der Kreidezeit und im Tertiär abgelagert. Gut verkarstungsfähig sind der obere und der untere Schratenkalk, sowie der Seewer-Kalk, in welchem auch die Friedhöfler-Höhle liegt. Ausser der Friedhöfler-Höhle sind am Bürgenberg noch Karsterscheinungen zwischen den beiden westlichen Antiklinalen in Form von Ponoren sowie nähergelegen eine Unterwasserquelle und Grundwasseraufstösse entdeckt worden. Ein Zusammenhang zwischen den Ponoren und der Friedhöfler-Höhle ist jedoch auszuschliessen, da dazwischen eine Antiklinale liegt, welche auch wasserundurchlässige Schichten enthält. Vermutlich ist das Einzugsgebiet des Friedhöfler-Bachs nur der oberhalb der Höhle gelegene

Hang bis zum Mattgrat (800 m ü.M.). Die Höhle liegt im Seewer-Kalk, welcher mit 30° gegen Süden einfällt. Weiter hangaufwärts wird der Seewer-Kalk noch von eozänem Nummulitenkalk und Grünsandstein, welche das Wasser bis in den Seewer-Kalk versickern lassen, überlagert. Aus diesem Grund fehlen Oberflächengewässer fast vollständig. Da unter dem Seewer-Kalk ein Glaukonitsandstein als Wasserstauer dient, fliesst das Wasser durch den Seewer-Kalk perennierend direkt in den Schotter der Schwemmebene der Engelberger Aa. Die Friedhöfler-Quelle stellt eine Hochwasserentlastungsquelle für den Seewer-Kalk dar.

Im Frühling ist am Bürgenberg kein ausgeprägtes Schmelzhochwasser zu erwarten, da die Schnee-

decke mehrmals im Winter gänzlich wegschmilzt. Da der Bürgenberg mehrheitlich unterirdisch entwässert wird, ist es schwierig, das Einzugsgebiet des Friedhöfler-Bachs genau abzugrenzen. Im Winter reichen kleinere Wassermengen, um die Friedhöfler-Quelle zum Ausbruch zu bringen, im Gegensatz zum Sommer, wo die Evapotranspiration der Vegetation viel grösser ist und somit viel weniger Wasser in den Seewer-Kalk gelangt.

Der Eingang der Friedhöfler Höhle liegt 76 m über dem Wasserspiegel des Vierwaldstättersees. Die Länge der Höhle beträgt 100 m, der Höhenunterschied 15 m. Die Temperatur des Wasser in den Siphons und der Luft beträgt während des ganzen Jahres ca. 10 °C. Die Höhle besitzt eine dynamische Wetterführung, d.h. es besteht ein Luftaustausch zwischen der Höhle und der Aussenwelt.

Das Ende der begehbaren Höhle wird durch einen Versturz gebildet. Der Boden ist dort mit Schluff überdeckt, was auf eine kleine Fließgeschwindigkeit im aufgestauten Wasser schliessen lässt. Der Hauptzufluss kommt bei Messpunkt 14 aus Richtung Norden aus einer klufförmigen Spalte. Der Boden ist hier glattgespült. Südwärts verläuft die Höhle in einer Schichtfuge des Seewer-Kalk mit einem typischen Ellipsenprofil. Die Dimensionen des Ganges lassen auf eine phreatische Bildung schliessen. Zum Teil ist die Decke der Höhle mit zerbrechlichen, meist noch aktiven Stalaktiten, Sinterhörchen und anderen Sintergebilden geschmückt. Auf dem blankgefegten Boden gibt es eine 10 bis 20 cm breite Rinne, welche ständig ein wenig Sickerwasser führt. Später verschwindet die Rinne,

Abb. 3
Beim Abpumpen des
grossen Siphons.

Abb. 4
Der Eingang der Friedhöfler-Höhle ist aus Schutzgründen mit einem Eisentor verschlossen.

und Fließfacetten deuten auf Erosion bei Hochwasser hin. In 2 m Höhe ist im hinteren, kleineren Siphon eine Wasserstandshohlkehle eingekerbt. Auf dieser Höhe befindet sich der Wasserspiegel zwischen zwei Quellausbrüchen. Wegen undichter Stellen sinkt der Wasserspiegel während längeren Ruhezeiten. Ein winziges Gerinne vermag den kleineren Siphon ohne Ausbruch der Quelle wieder aufzufüllen. Bei Niedrigwasser bleibt ein kleiner Luftspalt offen. Nach dem Siphon in Fließrichtung gesehen steigt der Gang in einer Verwerfung um ca. 2 m an. Entlang der Verwerfung reicht die Deckenspalte bis über das Hochwasserniveau des hinteren Siphons hinaus. Anschliessend führt ein ellipsenförmiger Gang hinunter zum zweiten, grösseren Siphon. Etwas Wasser dringt durch eine Kluffspalte ein. An der tiefsten Stelle ist der Boden wie schon beim kleineren Siphon nicht wie sonst blankgespült, sondern von Sand und Kies überdeckt. Bei Messpunkt 3 befindet sich eine undichte Stelle. Höher als zu diesem Punkt steigt das Wasser während einer Trockenphase der intermittierenden Quelle nicht. Nun steigt ein niederer Gang wieder steil an. Der Boden ist von kleinen Sinterschalen bedeckt. Hangauswärts gibt es durch die Schichtfuge bedingt einige kleine Durchlässe. Erst wenn diese die Wassermenge nicht mehr schlucken können, steigt das Wasser bis zum Höhleneingang auf, wo es durch einen künstlichen Stollen abfließt.

Intermittierende Quellen

Karstquellen können nach der Dauer der Wasserführung in folgende Kategorien eingeteilt werden:



Abb. 3



Abb. 4

Abb. 5
Friedhöfler, Pegelstände
Juni 1982.

- a) ständig fließende, sogenannte perennierende Quellen
- b) periodisch fließende Quellen
- c) rhythmisch fließende, sogenannte intermittierende Quellen

Intermittierende Quellen zeichnen sich durch einen rhythmischen Wechsel zwischen Hoch- und Niedrigwasser in Abständen von verschiedener Dauer aus. Der Rhythmus ist nicht klimatisch, sondern physikalisch zu erklären. Der Wasserstand kann sogar auf Null sinken. Periodische Quellausbrüche sind auf das Klima bzw. die pro Zeiteinheit zufließende Wassermenge zurückzuführen. Die unterirdischen Wasservorräte wirken ausgleichend. Periodische Quellen können während Trockenzeiten ganz versiegen. Oft werden periodische Quellen mit intermittierenden Quellen verwechselt. Infolge der Seltenheit der intermittierenden Quelle herrscht in der Namensgebung einige Verwirrung. Der Mechanismus intermittierender Quellen wird heutzutage mit einem Saugheber erklärt. Das Wasser sammelt sich in einem Siphon, von welchem in Richtung Quelle ein erst ansteigendes, dann wieder abfallendes Knierohr ausgeht. Hebt sich im Siphon der Wasserspiegel über die Kulmination des Knierohrs, fließt das Wasser über und füllt den abfallenden Ast. Ist der Abfluss der Quelle genug eng, kann das Wasser nicht genug schnell abfließen, baut sich eine Wassersäule auf, die letztlich das Wasser durch ihre Saugkraft solange aus dem Siphon absaugen kann, bis der Wasserspiegel im Siphon unter den Punkt des aufsteigenden Astes des Knierohrs sinkt. In diesem Moment wird die

Wasserzufuhr zur Quelle abrupt unterbrochen. Der absteigende Ast des Knierohrs muss so eng sein, dass beim Überlaufen der Kulmination das Wasser die Röhre ganz füllt. Unten am Rohr muss zudem eine enge Stelle oder ein Siphon eingeschaltet sein, damit von unten keine Luft in die Röhre eindringen kann. Ausserdem dürfen im Bereich des Knierohrs keine luftführenden Spalten auftreten, da die Wassersäule sonst abreißt. Meistens erschweren noch andere Faktoren die Angelegenheit. Die Periodenlänge der Intermittenz ist vom Wasserangebot abhängig, da dieses die Dauer bis zur Füllung des Beckens bestimmt. Bei Hochwasser wird der Heber überschwemmt und das Intermittieren funktioniert wegen des Fehlens der Luft nicht mehr. Wenn der Siphon undicht ist, braucht es viel grössere Wassermengen, bis die Kulmination überstiegen ist. In der Friedhöfler-Höhle wird der Heber bei Hochwasser überschwemmt, obwohl es im Siphon auch undichte Stellen gibt. In diesem Fall tritt Intermittenz vor allem bei kleineren Hochwassern auf. Bei Mittelwasser liegt der Friedhöfler-Bach vollständig trocken. Ob der Heber auch bei Niedrigwasser intermittiert, kann nicht entschieden werden, da die Lage des Hebers unbekannt ist. Da so viele Bedingungen gleichzeitig erfüllt sein müssen, damit eine Quelle intermittiert, sind solche Quellen äusserst selten. Bereits eine kleine Veränderung im System kann dazu führen, dass das Hebersystem nicht mehr funktioniert. Jede Heberquelle ist ein kurzlebige Phänomen in der Entwicklung eines Karstgebiets. Die Tatsache, dass der Friedhöfler bis anhin weitherum die einzig

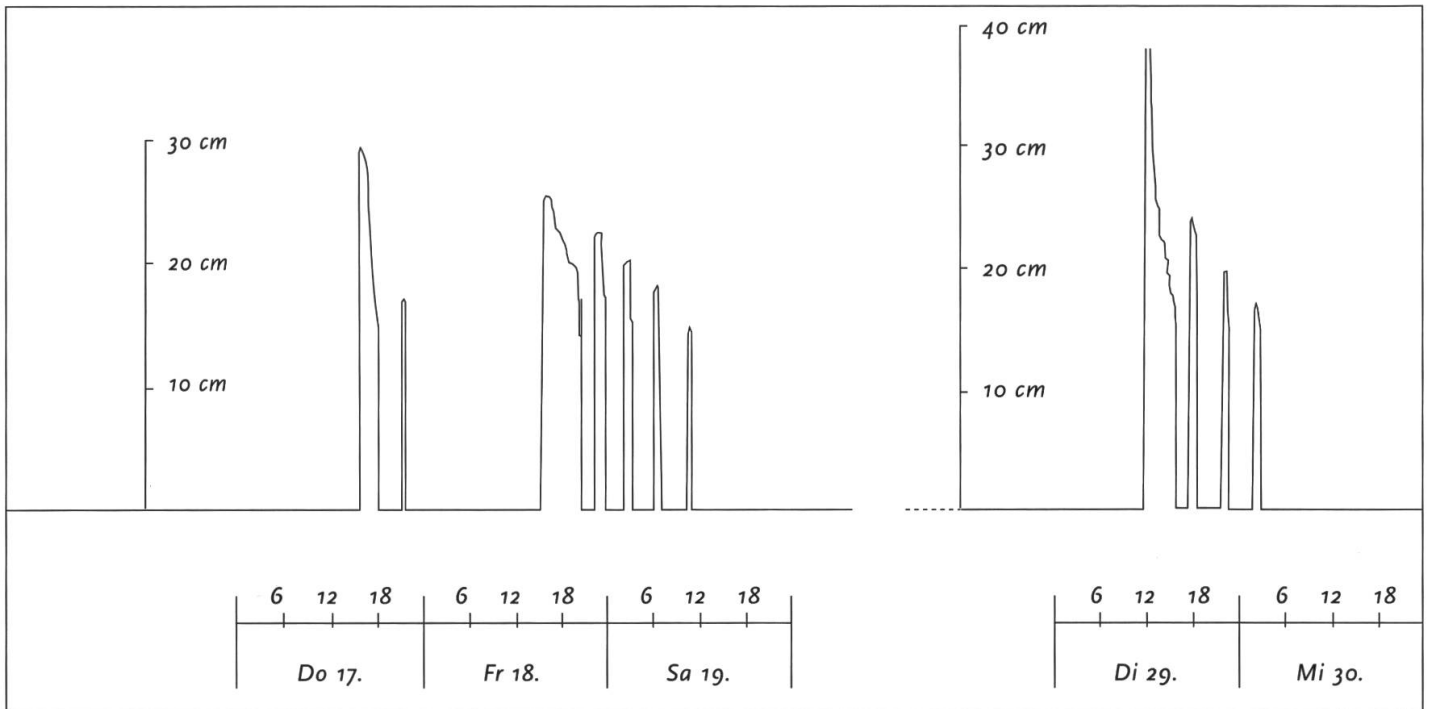


Abb. 5

bekannte intermittierende Bach-Quelle ist, macht sie besonders schützenswert.

Die Untersuchung des Friedhöflers

Als Beweis für die Intermittenz wurde eine Messstelle eingerichtet, welche automatisch die Quellschüttung aufzeichnete. Nur die Wasserhöhe konnte direkt gemessen werden. Weiter musste das Wasser durch ein genormtes Profil fließen, damit die abfließende Wassermenge bestimmt werden konnte. Aus diesem Grund wurde an der Stelle der Überlaufschwelle des grossen Siphons zum künstlichen Stollen ein Stauwehr mit einem V-förmigen Durchflussprofil eingebaut. Zudem mussten die

Durchlässe in der Schichtfuge abgedichtet werden, da die Messungen sonst nicht relevant gewesen wären. Den Wasserstand wollte man zuerst mit einem Druckfühler messen. Für dieses Gerät konnte jedoch kein Schreiber aufgetrieben werden. Also wurde der Pegel mit einem alten Limnigraphen (mechanisch durch einen Schwimmer betätigten Schreibpegel) aufgezeichnet. Der Limnigraph ist zwar kein äusserst genaues Messgerät, aber für diesen Zweck völlig ausreichend.

In der Zeit vom 20. März bis zum 30. September 1982 ist der Friedhöfler-Bach insgesamt zehnmal aktiv gewesen und hat jedesmal eine intermittierende Schüttung gezeigt. Allen Ausbrüchen gemeinsam ist das schnelle Ansteigen des Pegels von

o auf 30 bis 40 cm zu Beginn der Intermittenz. Was vorher im Siphon geschehen ist und wie schnell dessen Wasserspiegel angestiegen ist, bleibt den Aufzeichnungen verborgen. Dann sinkt der Pegel allmählich auf etwa 15 cm ab, und häufig setzt eine Serie von kurzrhythmischen Schwankungen ein, bevor die Wasserführung ein erstes Mal aussetzt. Vergleicht man alle Limnigramme, so ist es auffallend, dass die Spitzen der Ausbrüche kleiner werden, während die zeitlichen Abstände zunehmen. Die Zunahme der Abstände ist auf eine Verringerung des Zuflusses zurückzuführen. Es dauert ganz einfach länger, bis der Siphon vor dem Saugheber aufgefüllt ist. Bei besonders starkem Zufluss, d.h. wenn mehr Wasser zufließt als der Saugheber zu fördern vermag, fließt die Quelle konstant. Der erste Peak ist meistens etwas kleiner als der zweite, weil zuerst die undichten Stellen in der Schichtfuge gefüllt werden müssen. Die allmähliche Abnahme der Peaks nach dem zweiten ist darauf zurückzuführen, dass das Wasser in den undichten Stellen mit der Zunahme der zeitlichen Abständen mehr Zeit hat, abzufließen und immer mehr aufgewendet werden muss, die Stellen vor einem Ausbruch zu füllen. Theoretisch könnte der Heber auch bei Niedrigwasser funktionieren, würde der Abfluss nicht in den undichten Siphons versickern.

Die temporäre Aktivität der Friedhöfler-Quelle ist auf das Wetter zurückzuführen. Die Intermittenz dagegen ist eine physikalische Tatsache.

Die Ausbrüche des Friedhöfler-Bachs werden durch Niederschläge verursacht. Ein kurzer heftiger Niederschlag reicht nicht aus, um einen Ausbruch her-

vorzurufen, da der Boden ausgetrocknet ist und noch viele Karsthohlräume zu füllen sind. Langanhaltender schwacher Regen genügt ebenfalls nicht, da die Quelle nicht als Entlastung benötigt wird. Erst wenn noch einmal ein heftiges Regenwetter auf ein längeres schwaches Ereignis folgt, führt dies mit Verzögerung zu einem Ausbruch der Quelle. Eine Berechnung der Niederschlagsmenge und -intensität, die nötig sind, um die Quelle zum Ausbruch zu bringen, ist aussichtslos. Es gibt zu viele unbekannte Parameter.

Literatur

BARDOLF, G. (1978): Zur Erfassung der Wasserqualität. – Wiss. Beiheft zur Z. «Die Höhle», Nr. 27, Wien, S. 67 – 88.

BÖGLI, A. (1978): Karsthydrographie und physische Speläologie. – Springer Verlag. Berlin, Heidelberg New York.

BRIDGE, J. (1924): Ebb and flow springs in the Ozarks. – School of Mines and Metallurgy, Rolla, S. 17 – 26.

BUXTORF, A. (1910): Erläuterungen zur geologischen Karte des Bürgenstocks. – Geol. Komm. d. Schweiz. Naturforsch. Ges. Bern.

CAU, A. (1980): Fontestorbes—la fontaine intermittente. – Société spéléologique du Plantaurel, Carcassonne.

GUTERSOHN, H. (1964): Geographie der Schweiz, Bd. II Alpen, 2. Teil. – Kümmerli & Frey, Bern. S. 195 – 200.

KÄSLIN, J.M. (1901): Geschichte der Pfarrei und des Kirchenbaues zu St. Anton in Ennetbürgen. – Eigenverlag, Altdorf.

KAUFMANN, F.J. (1877): Kalkstein und Schiefergebirge der Kantone Schwyz und Zug und des Bürgenstocks bei Szanz. – Beitr. geol.K.d. Schweiz, Bern.

KEEL, K. (1972): 1972 Orts- und Flurnamen in Nidwalden. Manuskript, Staatsarchiv Kanton Nidwalden.

NIDERBERGER, F.(1924) Sagen Märchen und Gebräuche aus Unterwalden. – Sarnen, Nachdruck: Olms Verlag, Zürich, 1978.

SANDFUCHS, U.(1982): Der Friedhöfler, eine intermittierende Quelle. – Akten des 7. Nationalen Kongr. f. Höhlenforschung, Schwyz, S. 217 – 222.

SANDFUCHS, U.(1983): Der Friedhöfler, eine intermittierende Quelle. – Diplomarbeit unter Prof. A. Bögli, unveröffentlicht.

SCHEUBER, A.: (1982): Die Friedhöflerhöhle in Ennetbürgen. – Nidwaldner Volksblatt 10. Sept. 1982, S. 5.

STEINER, J. & STEINER, M.(1975): Unternehmen Unterengadin. – In: Stalactite 25 Jg. No.1, Neuchâtel, S. 34 – 40.

TRIMMEL, H.(1968): Höhlenkunde – Vieweg Verlag, Braunschweig.

VERDEIL, P. (1962): Les phénomènes d'intermittence dans les réseaux karstiques. – 2^e Congr. Int. Spéléol. Bari, S. 62 – 78.

WILDBERGER, A. + PREISWERK, C. (1997): Karst und Höhlen in der Schweiz. – Speleo Projects, Basel, 208 S.

ZÖTL, J. (1974): Karsthydrogeologie. – Springer Verlag, Wien, New York.

Adresse des Autors

Urs Sandfuchs, Schweizerische Gesellschaft für Höhlenforschung, Sektion Lenzburg (SGHL), Oberdorfstrasse 332, CH-5424 Unterehrendingen