Zeitschrift: NAGON / Naturforschende Gesellschaft Ob- und Nidwalden
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Ob- und Nidwalden
Band: 4 (2010)

Artikel: Die unterirdische Entwässerung des Tannwäldli-Karstes in Obbürgen
Autor: Hendry, Fidel
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1006730

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 04.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die unterirdische Entwässerung des Tannwäldli-Karstes in Obbürgen

Abb. 1
Der Bürgenberg vom Pilatus her fotografiert. (Foto: unbekannt)

Fidel Hendry

Das im Tannwäldli bei Obbürgen anfallende Niederschlagswasser fliesst über künstlich angelegte Gräben zu Schlucklöchern und speist so das wasserdurchlässige Karstsystem im Innern des Bürgenberges. Bei starken oder langanhaltenden Regenereignissen bilden sich über den Schlucklöchern kleine Tümpel. Mit einer Wasserfärbung wurden die Phänomene der unterirdischen Entwässerung des Tannwäldli untersucht.

Einleitung

Der geologische Bau des Bürgenberges wurde bereits von einigen Geologen studiert und dokumentiert (z.B. **Kaufmann** 1877, **Buxtorf** 1910, **Wanner** 1987). Hingegen ist über die Entwässerung des Bürgenberges wenig bekannt. Aufgrund der geologischen Kenntnisse sowie Wasserspiegelmessungen in Grundwasserbeobachtungsrohren ist bekannt, dass ein grosser Teil des Wassers im Bürgenberg unterirdisch direkt in den Talgrundwasserträger der Ebene zwischen Stansstad und Ennetbürgen sowie direkt in den Vierwaldstättersee fliesst. Trotzdem bleibt angesichts der teilweise eigentümlichen Erscheinungen genug Spielraum für Spekulationen. Häufig ist von unterirdischen Seen die Rede. Das intermittierende Schüttungsverhalten des Ausflusses der Friedhöflerhöhle in Ennetbürgen ist zwar nachgewiesen, die Herkunft des austretenden Wassers ist jedoch unerforscht (**Sandfuchs** 1997). Eine weitere Karstquelle befindet sich am Fuss des Bürgenberges bei der Unter Sagi in Stansstad (Abb 1).

Bei starken Gewittern und Dauerniederschlägen bilden sich über den Schlucklöchern entlang des südöstlichen Randes des Tannwäldli in Obbürgen kleine Tümpel (Abb. 2). Das Schluckvermögen dieser sogenannten Ponore scheint bei grossem Wasseranfall überschritten zu sein. Wo das im Tannwäldli versickernde Wasser wieder zum Vorschein kommt, war ebenfalls unbekannt.

Um die Fliesswege des im Tannwäldli versickernden Wassers zu untersuchen, führte die ehemalige Höhlengruppe Hergiswil (heute der Höhlenforschergemeinschaft Unterwalden HGU angehörend) im Sommer 2002 eine Wasserfärbung durch. Der Einsatz von künstlichen, für die Umwelt ungefährlichen Markierstoffen stellt heute die häufigste Methode dar, um die Eigenschaften unter-

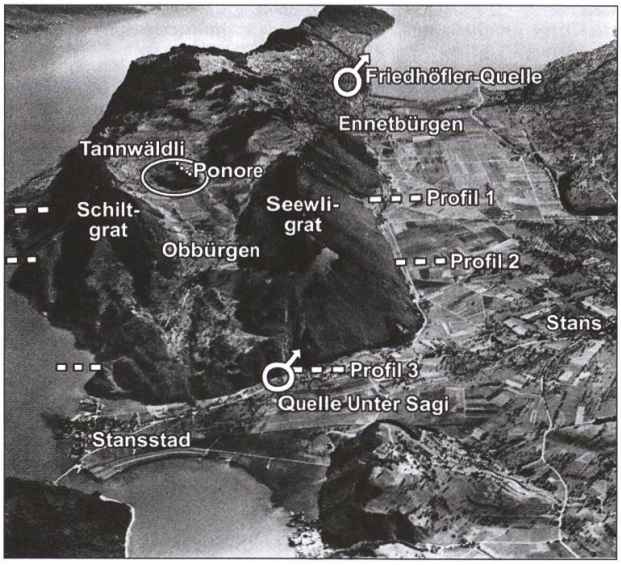

Abb. 1

Abb. 2
Bei starken oder langanhaltenden Regenereignissen bilden sich über den Schlucklöchern – wie hier über dem Ponor 1 an der südöstlichen Ecke des Tannwäldli – kleine Tümpel. (Foto: Fidel Hendry)

Abb. 3
Geologische Profilschnitte durch den westlichen Bürgenberg (nach **Buxtorf** *1910, neu eingefärbt); Einfärbung der Gesteinsformationen analog zu Abb. 4, Verlauf der Profilspuren siehe Abb. 1 und Abb. 10.*

Abb. 2

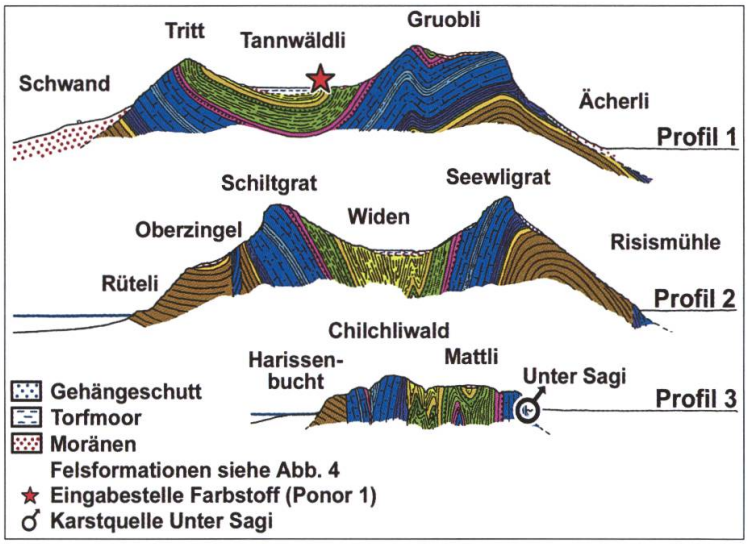

Abb. 3

irdischer Wasserwegsamkeiten abzuklären (siehe auch die Beiträge zur Karstwassermarkierung Engelberg und zur Grundwassererforschung im Sarneraatal in diesem Band). Das Prinzip ist einfach: der Farbstoff wird an einer Stelle in das Wasser gegeben und an den Austrittsstellen durch Probenahmen wieder eingefangen. Aufgrund der Farbstoffnachweise sowie dem Verlauf der Farbstoffkonzentrationen können Aussagen über die Fliessverbindungen unter den herrschenden meteorologischen Bedingungen gemacht werden.

Geologie und Hydrogeologie des Bürgenberges

Der Bürgenberg gehört zur Randkette des helvetischen Überschiebungsgürtels und bildet südlich des Vierwaldstättersees den Nordrand der Alpen. Die Gesteine des Helvetikums wurden ursprünglich vor 200 bis 35 Millionen Jahren am Nordufer des Urmittelmeeres Tethys zwischen der europäischen und der afrikanischen Kontinentalplatte abgelagert. Durch den Zusammenschub der Kontinente wurden die Sedimentstapel von ihrer Unterlage abgeschert, aus dem Meer gehoben, nach Norden verlagert und schliesslich verformt. Heute besteht der östliche Teil des Bürgenberges aus zwei stehenden Falten (Antiklinalen), welche im Norden den Schiltgrat und im Süden den Seewligrat bilden (Abb. 1, 3). Zwischen ihnen liegt ein Trog (Synklinale), in welchem das Dorf Obbürgen sowie das Tannwäldli liegen. Gegen Westen sind die Gesteinsformationen stärker zusammengeschoben. Dadurch stehen sie steiler als im Osten. Die Faltenachse der Synklinale verläuft parallel zum Trog und fällt gegen Westsüdwest ein.

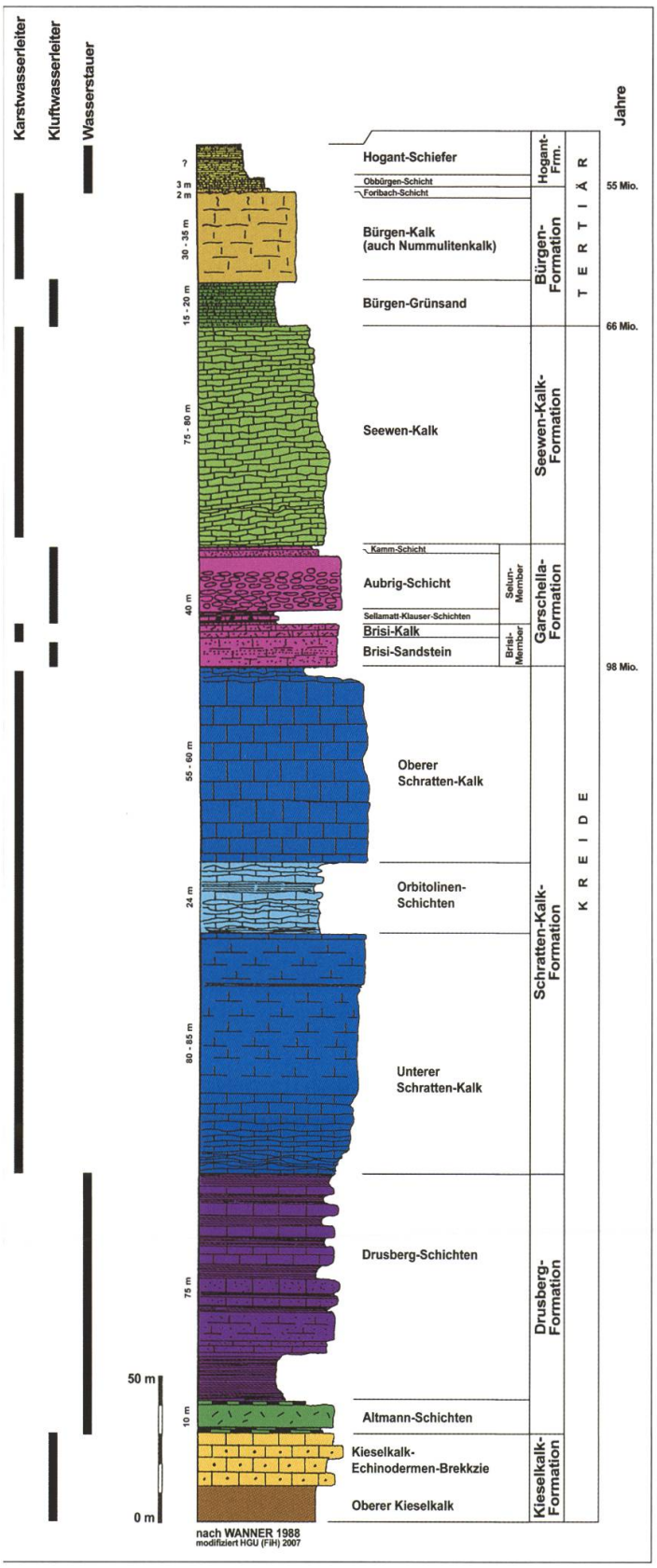

Abb. 4

Abb. 4
Stratigrafisches Profil des Bürgenberges (nach **Wanner** *1987, ergänzt und neu eingefärbt).*

Abb. 5
Engstelle in Kleinhöhle Ponor 2.
(Foto: Jost Bircher)

Abb. 6
Über Eisentritte gelangt man zum Boden der kleinen Eingangshalle des Ponor 1, von wo die Höhle sich in einem sehr engen Gang in den Untergrund schlängelt.
(Foto: Fidel Hendry)

Von den Gesteinen des Bürgenberges sind der Nummulitenkalk, die Seewen-Formation sowie die Schrattenkalk-Formation verkarstungsfähig (Abb. 4). In diesen können sich durch Lösungsprozesse Hohlräume bilden, durch welche das Wasser zirkulieren kann. Die dazwischenliegenden Gesteine sind eher schlecht wasserdurchlässig oder wirken sogar als Wasserstauer. Entlang von Brüchen, welche während der Alpenfaltung entstanden sind, kann das Wasser auch bei schlechter Gesteinsdurchlässigkeit schnell fliessen. Auf diese Weise kann das Wasser von einer verkarsteten Gesteinsformation in eine andere gelangen.

Das Tannwäldli und sein Karst

Das Tannwäldli liegt in der Talsenke östlich von Obbürgen. Ursprünglich war es ein Hochmoor, welches mit einer standortgerechten Waldgesellschaft aus Föhren-Birkenbruchwald und Seggen-Schwarzerlen-Bruchwald bestockt war (**Baggenstos** 2010). Während des 2. Weltkrieges wurde von Einheimischen zusammen mit polnischen Internierten Torf abgebaut. Dafür wurden tiefe Gräben

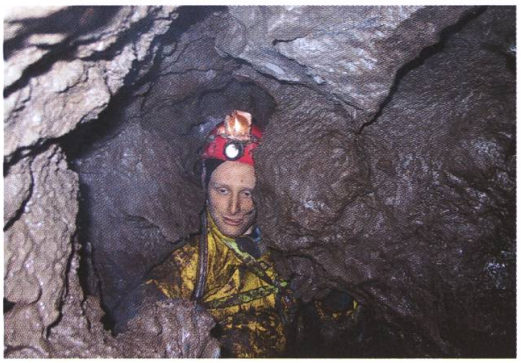

Abb. 5

Abb. 6

angelegt, durch welche das Tannwäldli heute noch entwässert wird. Dadurch wurde das Hochmoor stark beeinträchtigt und teilweise zerstört. Ausserdem wurden die heute noch bestehenden, standortfremden Fichten gepflanzt.

Der eigentliche Karst tritt landschaftlich nicht in Erscheinung, da er mit quartären Ablagerungen überdeckt und mit Vegetation überwachsen ist. Am südlichen Rand des Waldes befinden sich mehrere natürliche Schlucklöcher, welche für die künstliche Entwässerung weiter ausgebaut worden sind. Auffallend ist, dass die sogenannten Ponore alle in einer Reihe liegen. Dies hängt damit zusammen, dass genau darunter wie ein schmales Band die steilstehenden Schichten des Nummulitenkalkes liegen. Aufgrund seiner Verkarstungsfähigkeit kann der Nummulitenkalk das Wasser aufnehmen und in den Untergrund ableiten.

Die den Ponoren anschliessenden Höhlengänge sind häufig sehr eng, was deren Erforschung stark erschwert (Abb. 5). Einzig das südöstlichste Schluckloch, der Ponor 1, verfügt über eine grössere Eingangshalle (Abb. 6) mit einer Fortsetzung in einen zwar ebenfalls sehr engen und verwinkelten, aber immerhin passierbaren Höhlengang. Durch das moorige Einzugsgebiet sowie die langsamen Fliessgeschwindigkeiten wird in der Höhle viel Feinsediment abgelagert, wodurch die Höhlentour zu einer sehr dreckigen Angelegenheit wird. Ausserdem findet man nicht selten von der Oberfläche eingeschwemmte Kleintiere.

Vorbereitung und Verlauf der Wasserfärbung

Vor der Durchführung einer Wasserfärbung müssen zahlreiche Vorkehrungen getroffen werden. Insbesondere müssen die möglichen Austrittsstellen bestimmt und für die Probenahme vorbereitet werden. Aufgrund des Faltenbaus schien eine Hauptentwässerung des Tannwäldli-Karstes in Richtung der Quelle bzw. in den unterirdischen Talgrundwasserleiter bei der Unter Sagi in Stansstad als wahrscheinlich. Eine allfällige, vermutlich eher untergeordnete Entwässerung in Richtung Ennetbürgen konnte aber aus geologischer Sicht nicht ausgeschlossen werden. Als Untersuchungsgebiet für den Markierversuch wurde deshalb der ganze Bürgenberg gewählt.

Bei Unter Sagi in Stansstad besteht die Talflanke des Bürgenberges aus einem breiten Felsband der Schrattenkalk-Formation. Am südlichen Ende dieses Felsrückens befindet sich auf Höhe des Talbodens eine Karstquelle, welche in den unmittelbar daneben liegenden Mühlebach entwässert (Abb. 7). Die Quelle ist nur bei längeren Trockenperioden oder im Winter bei tiefen Temperaturen trocken. Bei Hochwasser tritt das Karstwasser nicht nur bei der eigentlichen Quelle, sondern auch in den nahegelegenen Klüften aus. Aufgrund der hohen Wahrscheinlichkeit für eine Fliessverbindung aus dem Tannwäldli wurde geplant, bei der Quelle Unter Sagi in Abständen von wenigen Stunden Wasserproben zu entnehmen. Dadurch kann im Labor analytisch bestimmt werden, wann welche Farbstoffkonzentration aus der Quelle geflossen ist.

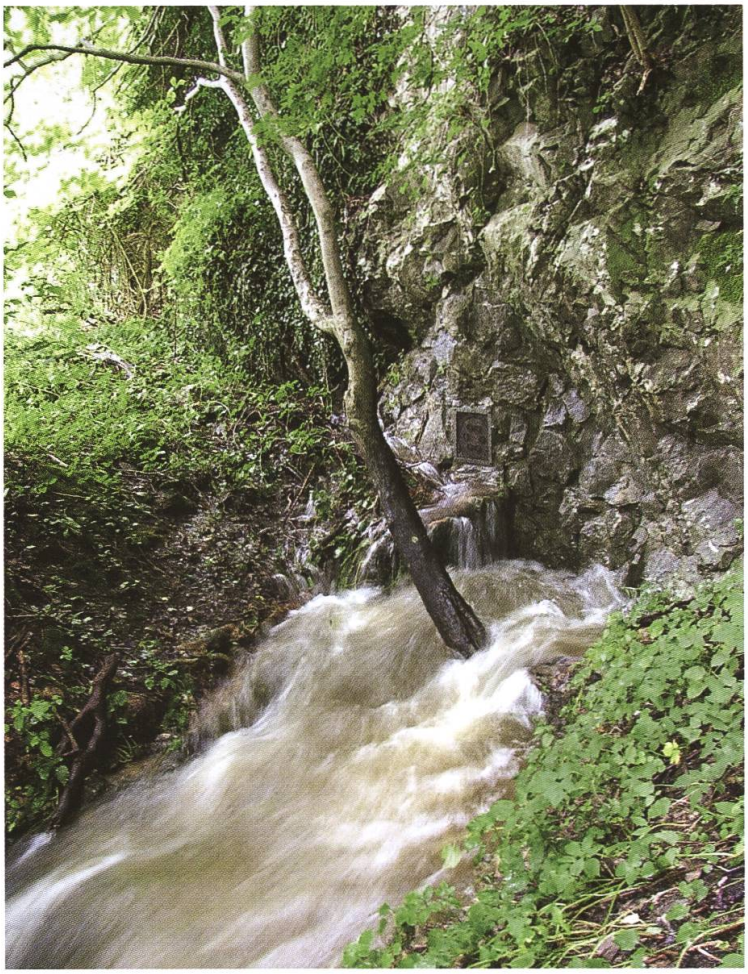

Abb. 7

Abb. 7
Karstquelle Unter Sagi in Stansstad.
(Foto: Beat Niederberger)

Bei allen weiteren potentiellen Austrittsstellen von Wasser aus dem Tannwäldli wurde in Stoffsäckchen eingenähte Aktivkohle hinterlegt (Abb. 8). Diese hat die Eigenschaft, Farbstoff aufzunehmen. Später kann der Farbstoff im Labor wieder aus der Aktivkohle gelöst und analysiert werden. So ist zwar keine Aussage bezüglich des Zeitpunkts eines Farbstoffaustrittes wie bei den Wasserproben möglich. Immerhin ist aber der Nachweis einer Fliessverbindung erbracht. Als Probenahmestellen wurden die wenigen bekannten Quellen und die Grundwasserbohrungen am Hangfuss des Bürgenberges sowie die etwas erhöht über dem Talboden gelegene Quelle der Friedhöflerhöhle ausgewählt. Im Weiteren wurden der Mühlebach zwischen Stans und Stansstad sowie der Giesslibach von Obbürgen nach Stansstad abschnittsweise beprobt. Im See wurde bei einzelnen vermuteten Wasseraufstössen aus dem Untergrund ebenfalls Aktivkohle deponiert.

Nach kurzen, aber heftigen Niederschlägen in der Nacht vom 15. auf den 16. Juli 2002 von 11 Litern pro m² entstand am Boden der Eingangshalle im Ponor 1 ein kleiner Höhlenbach, welcher weiter in den engen Höhlengang floss. Aufgrund der für die kommenden Tage angekündigten ausgedehnten Niederschläge waren die Bedingungen für die Wasserfärbung erfüllt. Wichtig ist dabei insbesondere, dass der gesamte Farbstoff schnell und vollständig weggespült wird. Am 16. Juli 2002 wurden morgens um 7.00 Uhr 1,1 kg gelöstes Uranin direkt in den Höhlenbach eingegeben (Abb. 9). Zum Zeitpunkt der Einspeisung wurde der Quelle Unter Sagi bereits das erste Mal Wasser entnommen. Die anschliessende Probenahmephase dauerte etwas mehr als drei Tage.

Nachdem der 16. Juli 2002 relativ trocken verlief, fielen an den beiden darauffolgenden Tagen gemäss der kantonalen Messstelle des Amtes für Umwelt an der Engelbergstrasse 34 in Stans rund 65 Liter Regen pro m². Aufgrund dieser grossen Niederschlagsmengen bildeten sich über den Ponoren im Tannwäldli die eingangs beschriebenen Tümpel. Dabei konnte beobachtet werden, dass der Wasserspiegel der kleinen Seelein schneller ansteigt als dies durch die Zuflüsse aus den Entwässerungsgräben des Tannwäldli überhaupt möglich war. Das Wasser wurde richtiggehend aus dem Untergrund an die Oberfläche gedrückt.

Abb. 8
Die Säckchen mit eingenähter Aktivkohle werden bei den Beprobungsstellen zum Nachweis von Farbstoffaustritten befestigt. (Foto: Fidel Hendry)

Abb. 9
Einspeisung von Uranin in den kleinen Höhlenbach in der Eingangshalle des Ponor 1. (Foto: Fidel Hendry)

Abb. 8

Dies deutet darauf hin, dass die Abflusskapazität der Karstwasserwege im Untergrund des Bürgenberges talwärts zumindest lokal eingeschränkt ist, wodurch es zu einem Rückstau kommt. Damit das Wasser sogar an die Oberfläche hochgedrückt werden kann, muss sich das Wassereinzugsgebiet teilweise über noch höher gelegene Bereiche des Bürgenberges erstrecken.

Nachgewiesene Fliessverbindungen

Die Wasser- und Aktivkohleproben sind im Auftrag der Höhlengruppe Hergiswil durch das Zentrum für Hydrogeologie der Universität Neuenburg analysiert worden. Der Farbstoff konnte einzig in den Proben der Quelle Unter Sagi und ihren Nebenausflüssen sowie dem stromabwärts liegenden Abschnitt des Mühlebaches nachgewiesen werden (Abb. 10). Die Aktivkohle der Quelle bei der Friedhöflerhöhle zeigte zwar Hinweise auf Farbstoff, welche jedoch unter der Nachweisgrenze lagen und somit nicht gesichert sind. Die restlichen Proben zeigten keine Anzeichen für Farbstoffaustritte.

Abb. 9

Der Farbstoff konnte erstmals in der Probe vom 17. Juli 2002 um 11 Uhr, also 28 Stunden nach der Eingabe, detektiert werden (Abb. 11). Daraus lässt sich eine maximale Abstandsgeschwindigkeit von rund 105 Meter pro Stunde ableiten. Rund sechs Stunden später begann die Konzentration stark anzusteigen, bis sie am 18. Juli 2002 um 3:00 Uhr (44 Stunden nach Eingabe) ihr Maximum erreichte. Die dominierende Fliessgeschwindigkeit des Karstwassers aus dem Tannwäldli betrug somit zirka 65 m/h. In der Folge begann die Farbstoffkonzentration bis 50 Stunden nach der Eingabe schnell zu sinken. Anschliessend lief die Durchgangskurve langsam aus.

Durch die Wasserfärbung ist belegt, dass das im Tannwäldli einsickernde Wasser innerhalb einer relativ kurzen Zeit in Richtung der Faltenachse gegen Westen zur Quelle Unter Sagi entwässert (Abb. 10). Als weiteres Einzugsgebiet der Quelle dienen vermutlich weitere Bereiche der Talsenke von Obbürgen sowie die angrenzenden Flanken des Seewli- und Schiltgrates und die Geländestufe östlich des Tannwäldli unterhalb Trogen. Im Tannwäldli fliesst das Wasser in den Nummulitenkalk, tritt bei der Unteren Säge aber innerhalb der Schrattenkalk-Formation zu Tage. Dies bedeutet, dass vermutlich auch schlecht durchlässige Gesteinsschichten entlang von Störzonen durchflossen werden. Die Fliessgeschwindigkeiten

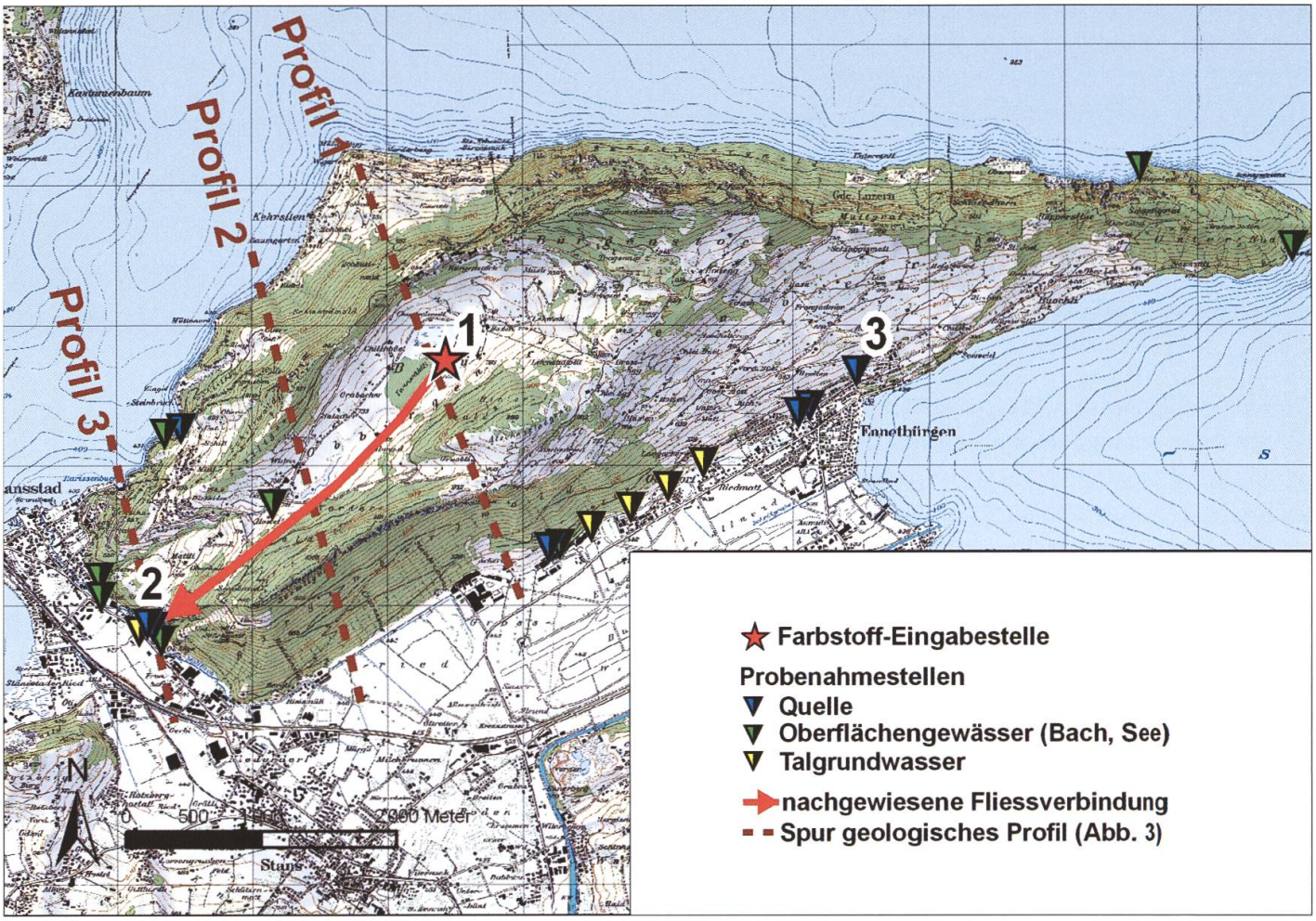

Abb. 10

des Wassers hängen im vorliegenden Fall vermutlich besonders stark von den meteorologischen Bedingungen ab. Bei geringen Niederschlagsmengen ist die Kapazität der Karsthohlräume für eine ungehinderte Wasserzirkulation ausreichend. Bei ausgedehnten oder starken Niederschlägen wird der Abfluss des Wassers durch einen Rückstau verzögert. Im Rahmen der Wasserfärbung wurde der Farbstoff wesentlich (22 Stunden) vor den grossen Niederschlägen, welche die Schlucklöcher des Tannwäldli überschwemmten, eingespeist. Dadurch konnte der Farbstoff bereits weit in den Karstwasserleiter eindringen und wurde durch die nachfolgenden Niederschläge vermutlich eher zusätzlich weggespült als verzögert. Die ermittelten Fliessgeschwindigkeiten sind also eher als Maximal- denn als Normalwerte anzusehen.

Der bei der Quelle der Friedhöflerhöhle mutmasslich detektierte Farbstoff kann nicht als Nachweis gewertet werden. Eine Fliessverbindung vom Tannwäldli in Richtung Ennetbürgen ist insbesondere bei Hochwasser aufgrund der geologischen Kenntnisse nicht ganz auszuschliessen, insgesamt aber doch eher als unwahrscheinlich zu bewerten.

Literatur

Baggenstos, M. (2010). Waldgesellschaften in Nidwalden. – Naturforschende Gesellschaft Obwalden und Nidwalden, Grafenort. Band 4 (2010), Naturforschung in Obwalden und Nidwalden.

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

Abb. 10
Karte mit Farbstoff-Eingabestelle, Beprobungsstellen und nachgewiesener Fliessverbindung. Eingabestelle: Ponor 1 im Tannwäldli (1), Quellen: Unter Sagi (2), Friedhöfler (3). (Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo [BA100395]).

Abb. 11
Durchgangskurve der Farbstoffkonzentration bei der Karstquelle Unter Sagi (ppm = mg/kg) sowie Niederschläge vor und während der Wasserfärbung (Messstelle Amt für Umwelt, Engelbergstrasse 34, Stans)

Kaufmann, F.J. (1877). Kalkstein- und Schifergebirge der Kantone Schwyz und Zug und des Bürgenstockes bei Szanz. – Beitr. Geol.K.d. Schweiz, Bern.
Sandfuchs, U. (1997). Die Friedhöfler-Höhle mit ihrer intermittierenden Quelle, Ennetbürgen NW. – Naturforschende Gesellschaft Obwalden und Nidwalden, Grafenort. Band 1 (1997), Karst- und Höhlenforschung in Obwalden und Nidwalden.
Wanner, M. (1987): Geologie des westlichen Bürgenstocks – unter besonderer Berücksichtigung der Garschella Formation, des Seewerkalks und des Tertärs. Diplomarbeit an der phil. Fakultät II der Universität Zürich, 204 S.

Adresse des Autors:
Fidel Hendry
dipl. Hydrogeologe ETH
Hangstrasse 12
6373 Ennetbürgen

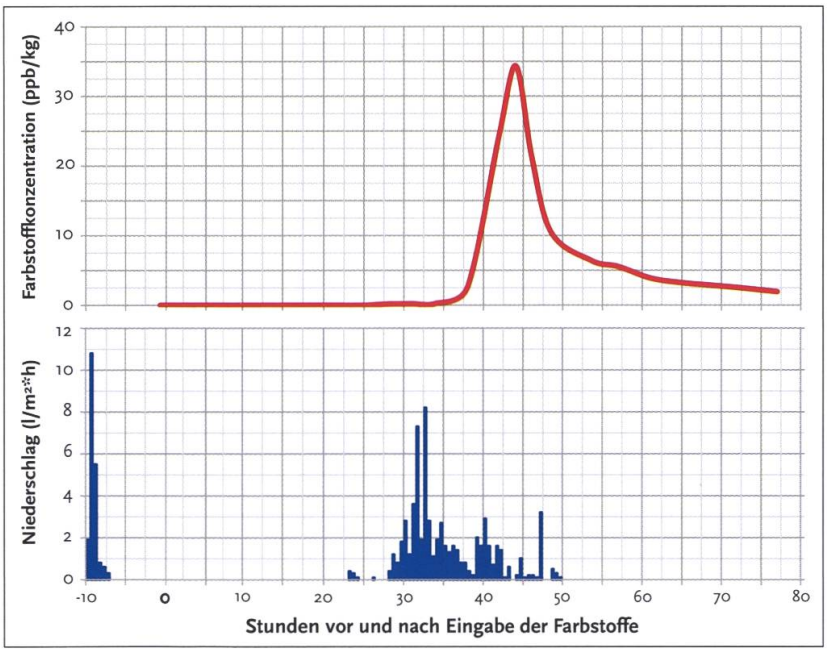

Abb. 11