

Jochen Götz

Der „Mäanderstein“



Abb. 1: Der Stein an seinem ursprünglichen Aufstellungsort zwischen Weißenburg und Eichstätt. Foto: Christof Groppe (Februar 2006)

Seit Anfang November 2009 steht vor der Norishalle das gewichtigste Exponat des gesamten naturkundlichen Museums der NHG: es handelt sich um einen ca. 7,5 t schweren Block aus sogenanntem „Treuchtlinger Marmor“. Geologisch gesehen handelt es sich dabei allerdings nicht um Marmor, sondern um das vor etwa 150 Millionen Jahren in einem warmen Flachmeer entstandene, verkarstungsfähige Kalkgestein des Malm Delta (Bankfazies der mittleren Kimmeridge-Schichten). Die ursprüngliche Unterseite des Gesteinsblocks ist nun senkrecht gestellt. Sie wird von zwei größeren und zahlreichen kleineren, mäan-

drierenden Kanälen durchzogen. Der Stein wurde ca. 2001 im Steinbruch Lohrmannshof (zwischen Weißenburg und Eichstätt) der Firma Henle (inzwischen: Solnhofen Stone Group) abgebaut und war dann bis 2009 an der Einfahrt in den inzwischen aufgelassenen Steinbruch aufgestellt (Abb. 1).

Solche „Urkanäle“ finden sich des Öfteren auch in den Decken von Höhlenräumen in der Frankenalb; als Beispiel sei der erste Raum des Geißlochs bei Münzinghof (D16) genannt. In der „Elefantenfußhalle“ des Windlochs bei Kauerheim / Alfeld (E11) gibt es ein ganzes Netz solcher Deckenkanäle (Abb. 2).

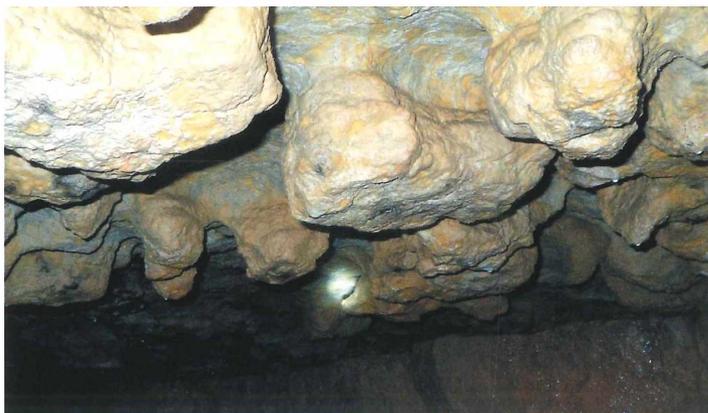


Abb. 2: Anastomosendecke in der Elefantenfußhalle des Windlochs bei Kauerheim (E11). Foto: Andreas Eichner

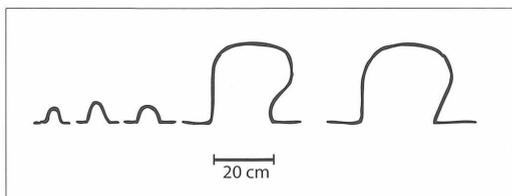


Abb. 3: Querschnitte einiger Kanäle unseres Steins

In jedem Fall waren diese Kanäle ursprünglich über einer Schichtfuge im Gestein entstanden; im Fall der Deckenkanäle in Höhlen ist das darunterliegende Gesteinspaket entweder durch Verbrauchsvorgänge oder infolge weiterer Verkarstungsvorgänge nicht mehr vorhanden.

Der Querschnitt der Kanäle unseres Steins liegt zwischen unter 10 cm^2 für die kleinsten Kanäle und fast schon schlufbaren 7 dm^2 und 6 dm^2 für die beiden großen mäandrierenden Kanäle, also ein Größenunterschied von etwa Faktor 100 (Abb. 3). Der Durchfluss in den Kanälen muss mit mäßiger Geschwindigkeit erfolgt sein: Einerseits gibt es keine Anzeichen für Korrosion in stillstehendem Wasser – wie etwa Ansätze von Laugfacetten oder Laugdecken. Außerdem ist der Querschnitt der Kanäle über die Länge bemerkenswert konstant, und sie weisen deutliche Längsstrukturen in Form kleiner, etwa fingerbreiter Rinnen auf. Andererseits kann die Fließgeschwindigkeit

nicht sehr hoch gewesen sein, denn Merkmale einer erosiven Erweiterung, etwa in Form von Raumerweiterungen infolge erhöhter Abtragung an den Außenseiten der Biegungen, oder etwa Fließfacetten, fehlen ebenfalls.

Zur Entstehung

Es ist in den letzten Jahren gelungen, insbesondere auch mit Hilfe umfangreicher Computersimulationen, den Ablauf der Vorgänge bei der Verkarstung eines Gesteinspaketes zu verstehen (DREYBRODT et al. 2005, KAUFMANN 2002). Angaben zur mathematischen Methodik findet man in SIEMERS (1998). In Abhängigkeit von Parametern wie Kluftweite und Kohlendioxid-Partialdruck des Wassers lässt sich die Entstehung von Karsthohlräumen berechnen. Als ein wesentlicher Schlüssel zum Verständnis erwies sich eine genaue Betrachtung der Kinetik der Kalklösung. Bei stark kalkaggressivem Wasser ist die Lösungsgeschwindigkeit erwartungsgemäß hoch und geht mit zunehmendem Kalkgehalt – und damit abnehmender Kalkaggressivität – zurück. Diese Abnahme ist zunächst linear. Ist dann aber eine etwa 90%ige Kalksättigung eingetreten, ändert sich die Dynamik grundlegend: die Lösungsgeschwindigkeit geht um mehrere Zehnerpotenzen zurück, d.h., die letzten 10% Kalk werden nur noch ganz langsam aufgelöst (Abb. 4). Das bedeutet, dass auch bei einem sehr langen, langsam durchlaufenen Abschnitt über die gesamte Länge Kalk aufgelöst werden kann, mit einer fast konstanten Rate. Wegen des angenommenen geringen Querschnitts – es geht um feine Risse oder wie im Fall unseres „Mäandersteines“ um Schichtfugen im Sub-Millimeter-Bereich – und des damit verbundenen geringen Durchflusses von nur noch wenig kalkaggressivem Wasser nimmt diese Lösungstätigkeit allerdings viel Zeit in

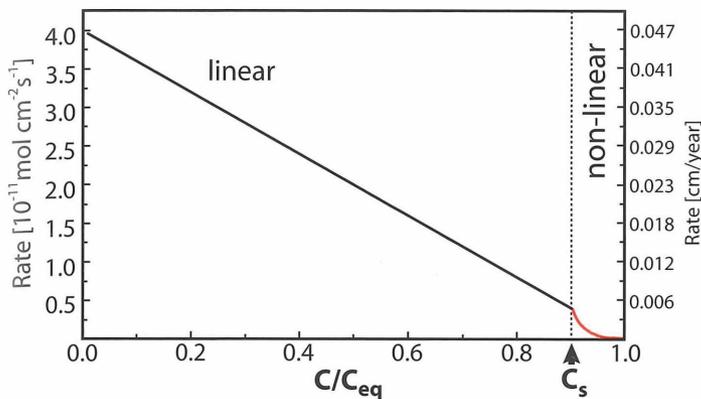


Abb. 4: Die Lösungsgeschwindigkeit von Kalk in kohlendioxidhaltigem Wasser in Abhängigkeit von der bereits gelösten Kalkmenge. Aus DREYBRODT, GABROVSEK & ROMANOV (2005)

Anspruch. Die geringe Lösungsrate bewirkt aber eine fast gleichmäßige Erweiterung des Querschnittes auf der gesamten durchlaufenen Strecke. Als Einstieg in die Thematik sei an dieser Stelle der Beitrag von W. DREYBRODT (2008) empfohlen.

Für die Entstehung von Anastomosen (so werden diese in einer Ebene angelegten Netzwerke ausmäandrierenden Kanälen in der Karstkunde bezeichnet) wie in unserem Stein ist es dabei noch wesentlich, dass eine horizontal oder nur ganz schwach geneigte Schichtfuge im Gestein vorliegt, die eine Zwischenschicht aus schlecht löslichem Material, i.A. Mergel, enthält. Die Abb. 5 soll dies schematisch zeigen. Das von oben oder der Seite zusickernde Wasser wird an dieser Zwischenschicht aufgehalten und muss der Schichtfuge folgen. Anfangs ist dies nur ein Sickersen entlang der gesamten Schichtfläche. Unvermeidlich wird aber die Durchlässigkeit lokal variieren. Das bedeutet, dass sich Bereiche herausbilden, in denen mehr Wasser durchsickern kann – das Wasser sucht sich seine Wege entsprechend dem geringsten (hydraulischen) Widerstand, nicht etwa entlang der geometrisch kürzesten Verbindung. Es entstehen also keine geraden Wege, sondern ein ganzes Netz mit mehr oder weniger durchlässigen Abschnitten. Dort, wo die größten Durchflüsse auftreten, werden

die Querschnitte wegen der Kalkaggressivität des Wassers auch am schnellsten erweitert, so dass die ursprünglichen lokalen Unterschiede in der Wasserdurchlässigkeit verstärkt werden und sich letztlich allmählich Kanäle herausbilden. Diese können sich wegen der unterlagernden, wasserunlöslichen Schicht aber nicht eintiefen, sondern werden rein korrosiv nach oben und zur Seite erweitert. Im Falle unseres Steins erreicht der größte Kanal seine maxi-

male Breite nicht etwa an seiner (ursprünglichen) Basis, sondern etwa auf seiner (ursprünglichen) halben Höhe (Abb. 6).

Es bleibt noch die Frage nach den hydrologischen Bedingungen der Entstehung. Die Meinungen, ob die Entstehung solcher Anastomosen eher im phreatischen Bereich des Karstes oder unter vadosen Bedingungen stattfindet, gehen auseinander. Von Alfred BÖGLI (1978, S.162) wurden sie als phreatische, ausschließlich durch Mischungskorrosion entstandene Formen angesprochen. Neuere Untersuchungen (PALMER 2002, PALMER 2007, FORD & WILLIAMS 2007) sehen diese Möglichkeit, wenn überhaupt, eher als Ausnahme

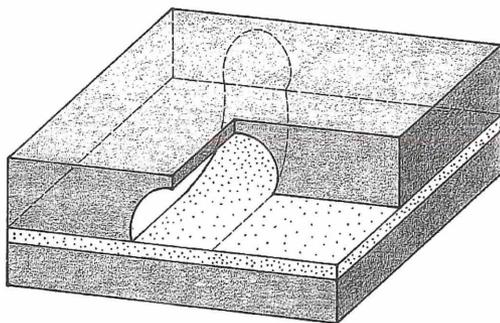


Abb. 5: Zwischen zwei dickbankigen Kalkschichten befindet sich eine Zwischenschicht aus wasserundurchlässigem Mergel. Über dieser Mergelschicht entwickelt sich ein „Urkanal“.

und beschreiben eine Entstehung durch „floodwater“, also insbesondere in der Hochwasserzone des vadosen Bereichs.



Abb. 6: Detailansicht unseres Steins. Foto: Jochen Götz

Literatur:

- BÖGLI, Alfred (1978): Karsthydrographie und physische Speläologie – Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York
- DREYBRODT, Wolfgang (2008): Von der Kluft zum Urkanal – Chemie und Physik der Höhlenentstehung – In: KEMPE, Stephan & ROSENDAHL, Wilfried (Hrsg.): Höhlen – WBG, Darmstadt
- DREYBRODT, Wolfgang, GABROVSEK, Franci, ROMANOV, Douchko (2005): Processes of Speleogenesis: a modeling Approach – ZRC Publishing, Ljubljana
- FORD, Derek & WILLIAMS, Paul (2007): Karst Hydrogeology and Geomorphology – John Wiley and Sons Ltd., Chichester, England
- KAUFMANN, Georg (2002): Karst Conduit Evolution – In: GABROVSEK, Franci (ed.): Evolution of Karst: From Prekarst to Cessation - ZRC Publishing, Ljubljana
- PALMER, Arthur N. (2002): Speleogenesis in Carbonate Rocks – In: GABROVSEK, Franci (ed.): Evolution of Karst: From Prekarst to Cessation - ZRC Publishing, Ljubljana
- PALMER, Arthur N. (2007): Cave Geology – Cave Books, Dayton, Ohio
- SIEMERS, Jörg (1998): Simulation von Karst-Aquiferen – Eine numerische Untersuchung zur Bildung von zweidimensionalen Höhlensystemen durch Verkarstungsprozesse – Abhandlungen zur Karst- und Höhlenkunde, Heft 30 – Verband der deutschen Höhlen- und Karstforscher e.V., München

Glossar:

- 1 Anastomose: in der Karstkunde meint man damit ein in einer Ebene angelegtes Netz mäandrierender (enger) Kanäle.
- 2 Phreatisch: als phreatisch wird der dauerhaft unterhalb des (Karst-)Wasserspiegels befindliche Bereich eines verkarsteten Gesteins bzw. eines Karstwasserkörpers bezeichnet.
- 3 Vados: damit wird der Bereich oberhalb des Karstwasserspiegels bezeichnet. Hier können zwar Still- und Fließgewässer in Hohlräumen vorkommen, aber keine dauerhafte, vollständige Wassererfüllung.
- 4 Korrosion: In der Karstkunde Abtragung eines Gesteins durch die Lösungstätigkeit des Wassers, in unserem Fall die Lösung von Kalkgestein durch kohlenensäurehaltiges Wasser.
- 5 Laugfacette: Damit wird eine etwa 45° einfallende Fläche bezeichnet, die sich in mit stillstehendem Wasser erfüllten Höhlen bilden kann.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Jochen Götz
Effeltricher Str. 33
90411 Nürnberg

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Natur und Mensch - Jahresmitteilungen der naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg e.V.](#)

Jahr/Year: 2009

Band/Volume: [2009](#)

Autor(en)/Author(s): Götz Jochen

Artikel/Article: [Der „Mäanderstein" 79-82](#)