

Vom „Unbrauchbaren“ – Letten und Lettenlöcher

Vielleicht begegnet dem einen oder anderen von Euch irgendwann mal ein Mensch, der sich ein wenig wunderlich verhält. Zum Beispiel, indem ein Stück Dreck vom Boden aufklaubt, es in den Mund steckt und darauf herum kaut. Bitte begegnet ihm mit Verständnis. Es könnte sein, daß es sich dabei um einen Geologen handelt, der die „Knirschprobe“ macht. Das ist ein Schnelltest, um im Gelände herauszufinden, ob sich in einem feinkörnigen Gestein oder Boden ein Anteil von Sand versteckt.



Es soll diesmal um Feinkörniges gehen, um **Letten**. Der Begriff „Lettenloch“ ist ja jedem geläufig, der in der Pfalz klettert: kleine Briefkastenschlitze im Sandstein, die entweder die Finger aufnehmen, oder willkommene Placements für mobiles Sicherungsgerät bieten (Abb. 1). Über diese rein praktischen Aspekte der Lettenlöcher hinaus ist es jedoch nicht ganz leicht, herauszufinden, wie sie eigentlich ins Gestein gekommen sind. Im Kletterfachbegriff-Glossar auf onsight.de lesen wir zum Beispiel folgendes:



„Lettenlöcher sind für Buntsandstein charakteristisch. Sie sind besonders dort gut zu erkennen, wo sich relativ junge Abbruchflächen gebildet haben [...] Lettenlöcher sind meist flache und ungefähr horizontal verlaufende Löcher von oft beachtlicher Größe und Tiefe. Lettenlöcher entstehen selbst nicht durch Erosion, sondern sind im Gestein selbst vorhanden. Sie unterscheiden sich von anderen, durch die Erosion entstandenen Felslöchern vor allem durch ihre glatten und meist ungefähr parallel verlaufenden Flächen des „Bodens“ und der „Decke“.“

Abb. 1: Oben: Boris findet Halt in Form eines Lettenlochs („Spidermove“, Frohndellpfeiler). Unten: erfreulich auch als Sicherungspunkt. Der Cam liegt sauber zwischen den parallelen Flächen eines Lettenlochs an den Schafsfelsen. Fotos: Thomas Schaub.

Das ist ja schon mal eine Beschreibung. Allerdings keine, die so recht überzeugt. Für den kleinen Geologen, der - da bin ich sicher - in uns allen schlummert, lässt sie ein paar Wünsche offen. Was sind eigentlich „Letten“? Fragen wir mal das Geologische Wörterbuch¹:

„Der Letten ist ein oft schluffiger bis sandiger Ton mit geringer Beimengung von Kalk. Das Sediment ist von grauer Farbe, andere Färbungen sind jedoch möglich. Das Wort ist eine Bezeichnung für schwach verfestigte Schiefertone aus dem späten Paläozoikum und dem Mesozoikum. [...] „Letten“, „Lett“ oder „Lätt“ stammt aus der Umgangssprache und hat in Süddeutschland die Bedeutung „unbrauchbares Gestein“.“

Na bitte. Letten sind also sehr feinkörnige schwach verfestigte Gesteine (Abb. 2). Für uns Kletterer das Zeug, an dem man nicht gescheit klettern kann und an dem man auf dem Weg zu den anständigen Felsen achtlos vorbeimarschiert. Kein Wunder, denn Letten sind unscheinbar. Sie sind viel weicher als Sandsteine und verwittern schnell. Wo sie im Untergrund anstehen, können sich keine steilen Felsen bilden, die Boden- decke ist dicker, die Hänge flach und mit Wald, Wiesen oder Feldern bedeckt. Kurz gesagt: Obwohl in der Pfalz durchaus viele Tonsteinschichten zwischen den Sandsteinen vorkommen, sieht man sie kaum.

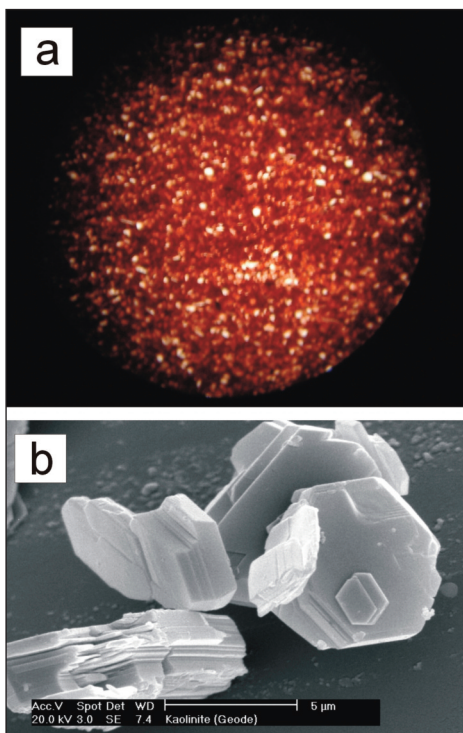


Abb. 2: (a) Spektakulär sieht so ein Pfälzer Letten (hier ein feinsandiger Tonstein vom Zustieg zum Büttelfels) im Dünnschliff nicht aus. Außer ein paar winzigen Quarzkörnchen sieht man nur eine undefinierbare feinkörnige Masse. Bildbreite ca. 3 mm. (b) Um Tonminerale anständig untersuchen zu können, braucht es schweres Geschütz: Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme von Kaolinit-Kristallen. Zur Einordnung: ein menschliches Haar ist etwa dreimal so dick wie der gesamte Bildausschnitt. REM-Aufnahme m. Gen. von M. Roe (Images of Clay Archive, www.minersoc.org/gallery.php?id=2.)

¹ Murawski, H. & Meyer, W. (2004): Geologisches Wörterbuch. 11. Auflage - Spektrum Akademischer Verlag, 262 S..



Abb. 3: Lettenloch „to go“, aufgesammelt an den Drei Felsen. Beachte die im Vergleich zum Sandstein glatt wirkende Oberfläche. Sie ergibt sich aus der Feinkörnigkeit des ehemaligen Inhalts, von dem noch ein kleiner Rest als Belag verblieben ist.

So weit zu den Letten als Gesteinsschichten. Aber wie kommen die „Lettenlöcher“ denn nun in den Sandstein? Nun, auf dem Weg vom lose hingeschütteten Sandhaufen zum anständigen Sandstein passiert so einiges. Wenn ein Sediment sich verfestigt – zum Beispiel durch den Auflastdruck darüber liegender Schichten – wird es zunächst verdichtet. Gäbe es in diesem Stadium der „Gesteinswerdung“ größere Hohlräume, würden diese sich sofort schließen. Es kann also nicht sein, daß unsere Löcher die ganze Zeit schon da waren. Es muß etwas drin gewesen sein. Mit etwas Glück kann man einen Blick in so eine Struktur werfen und erkennt, daß es sich um etwas Feinkörniges gehandelt haben muß (Abb. 3). Dieses feinkörnige Zeug muß mindestens so lange vorhanden gewesen sein, bis der umgebende Sand sich verfestigt hat.

Im vorletzten PK-Jahrbuch schrieb ich bereits einiges über die Umweltbedingungen in der Zeit, als der Buntsandstein entstand: Eine weite Fluss- und

Schwemmebene, kaum bewachsen. Das alles in trockenem Klima. In diese Ebene wurden Unmengen von Abtragungsschutt aus den naheliegenden Hochgebieten geschüttet, von Flüssen, vom Wind und gelegentlich durch starke Schichtfluten². Dabei wurde hauptsächlich Sand abgelagert, und wenn größere Bereiche zur Ruhe kamen (in Tümpeln oder Totarmen), lagerte sich auch feines Material ab, wie zum Beispiel Ton. Je stärker die Strömung im Fluß oder in der Schichtflut, desto größere Partikel konnte sie bewegen. Kieselsteine zum Beispiel. Oder Matschklumpen. Oder Tonscherben.

Ganz recht, Tonscherben. Nein, keine alten Blumentöpfe oder Dachpfannen. Für solche Sachen sind wir eine knappe Viertelmilliarde Jahre zu früh dran. Aber trotzdem gibt es Möglichkeiten, auf ganz natürliche Weise kantige Ton- oder Tonsteinplatten zu „machen“. Spielen wir einmal ein paar Szenarien durch:

² Starke Flutereignisse sind auch in heutigen Wüsten durchaus möglich. Es gilt zum Beispiel allgemein als weise, nicht mitten in einem Wadi zu übernachten. Ein Starkregen 100 Kilometer entfernt im Gebirge kann sonst sehr plötzliche und unangenehme Folgen haben.

Die eine Möglichkeit ist simpel: es könnten feste Tonsteinbrocken sein, also sehr fein parallel geschichtete Gesteine, wie sie auch damals schon in der Gegend vorkamen. Sie sind meist geklüftet und damit flach und kantig. Das Szenario ist einfach: ein Fluß gräbt sich in eine Tonsteinschicht, löst immer mal wieder ein Stück heraus, transportiert es weiter und lagert es irgendwo zusammen mit Sand wieder ab.

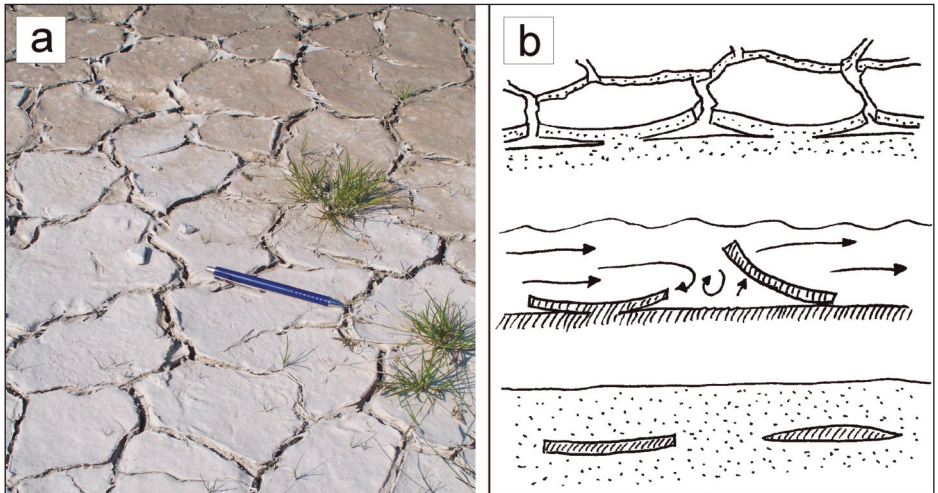


Abb. 4: (a) Trockenrisse am Rand eines Tümpels in einem alten Steinbruch. (b) So werden Trockenrisse zu Letten-Einschlüssen: Oben: durch ungleichmäßiges Austrocknen biegen sich die Ränder von Trockenriss-Platten nach oben. Mitte: Strömendes Wasser greift unter die Platten und hebt sie heraus. Unten: Je nachdem, wie schnell alles geht und wie fest der Ton war, bleibt die kantige Form erhalten oder der Ton wird an den Rändern platt gedrückt und formt eine Linse.

Häufiger dürfte aber eine andere Variante vorkommen. Sie beginnt mit einem Selbstorganisationsphänomen der Natur, das jeder kennt: Trockenrisse. Immer dann, wenn ein Tümpel oder sonst ein stehendes Gewässer austrocknet, trocknet am Ende auch der feine Schlamm an seinem Boden. Dabei verliert Ton einiges an Volumen – er schrumpft. Daher reißt seine Oberfläche auf und es bilden sich die typischen polygonalen Trockenriss-Muster, die wir alle kennen (Abb. 4a). Und es geht noch weiter: Der Ton trocknet nahe der Oberfläche schneller als etwas weiter unten. Das Ergebnis: die einzelnen Trockenriss-Platten biegen sich an ihren Rändern hoch und formen so etwas wie flache Schüsseln. Perfekte Angriffspunkte für das turbulente Wasser einer Schichtflut. Es hebt die Tonplatte heraus, transportiert sie weg und lagert sie woanders wieder ab (Abb. 4b).

Von der Geologie ist man ja gewohnt, daß alles sehr langsam geht. Aber nicht alles in der Geologie ist Langsamkeit. In diesem Fall ist es sogar sehr wichtig, daß all das, was ich oben beschrieben habe, so flott wie möglich passiert. Ob Matschkugel, halbverfestigte Trockenrissplatte oder Tonsteinbrocken: sie alle sind physikalisch nichts weiter als Gerölle. Beim Transport in Wasser verhalten sie sich im Wesentlichen genau wie ein Kieselstein vergleichbarer Größe und Form. Mit dem kleinen Unterschied, daß sie sich natürlich schnell auflösen können. Darum lautet das Zauberwort „schnelle Sedimentation“. Hat der Ton die Gelegenheit, wieder aufzuweichen, wird eine an den Rändern plattgequetschte Ton-„Linse“ entstehen. Dauert der Transport im Wasser noch länger, löst sich der Klumpen vollständig in feine Partikel auf und wird gar nicht erst abgelagert. Darum ist ein plötzliches Ereignis wie eine Schichtflut ein guter Kandidat für die Entstehung von Ton- oder Tonstein-Einschlüssen in Sandsteinen. Das Wasser kommt schnell, reißt alles mit, versickert schnell in der steppenhaften Trockenheit und hinterläßt eine ordentliche Schicht Sand mit allem möglichen Zeug drin.

Jetzt muß nur noch eins passieren, damit wir endlich das freundliche Lettenloch vorfinden, welches uns das Leben am Fels erleichtert. Der Ton muß weg. Und zwar idealerweise erst dann, wenn sich rundherum der Sand schon so stark verfestigt hat, daß er nicht mehr in neu entstandene Hohlräume nachsacken kann.

Bei der Verfestigung des Sandsteins durften die tonigen Einschlüsse nicht mitspielen. So ein Ton (oder Tonstein) ist ziemlich dicht. Das Material ist so feinkörnig, daß praktisch keine Poren existieren, in die Wasser eindringen kann. Und ohne Wasser können auch keine gelösten Minerale herantransportiert werden, so wie es in dem grobporigen Sandstein passiert ist. In den Poren zwischen den Sandkörnern konnte Wasser frei zirkulieren, es konnte sich Kieselsäure ablagern und die Körner miteinander verkleben. Diese Verkittung mit Kieselsäure hat den Sandstein in der Pfalz so hart gemacht. Die eingeschlossenen Tonsteingerölle hingegen konnten nicht verkieseln und blieben damit relativ weich. In einigen Tonen könnte auch ein mehr oder weniger großer Anteil von Kalk stecken. Dann hieße er „Tonmergel“ oder „Mergel“ und hätte eine besondere Eigenschaft: Säureempfindlichkeit. So ein Zeug kann prinzipiell komplett im leicht sauren Porenwasser eines entstehenden Sandsteins aufgelöst werden. Die tonigen Anteile sind so feinkörnig, daß sie durch die Poren des umgebenden Sandsteins hindurch passen und abtransportiert werden können. So kann mitten im Fels ohne ersichtlichen Kontakt zur Oberfläche ein Letteneinschluß zum Lettenloch werden.

Schneller geht das Ausräumen des Tones oder Tonsteins natürlich an der Felsoberfläche, dort wo Wind und Wetter erheblich effizienter angreifen können. Ist ein Tonstein-Einschluß durch Erosion oder Felssturz erst einmal freigelegt, geht es ruckzuck. Je nachdem, wie stark die frische Felsoberfläche dem Regen ausgesetzt ist (und wie stark verfestigt

der Tonstein ist), wird das feinkörnige Material innerhalb von Wochen bis Jahrhunderten³ heraus gespült, und endlich ist das Lettenloch komplett.

Bleibt nur noch zu sagen, daß die Pfälzer Lettenlöcher gar nicht so einmalig sind, auch wenn sie hier besonders auffallen. Ähnliche Strukturen gibt es nicht nur im Buntsandstein, meist heißen sie einfach anders. Da gibt es zum Beispiel den „Blasensandstein“ in Bayern; manchmal liest man von „Sandstein mit Tongallen“, und auch mein heimischer Osningsandstein im Teuto (mit 130 Millionen Jahren gerade mal halb so alt wie der Buntsandstein) enthält in einigen Schichten Tongerölle, die herauswittern und Löcher unterschiedlicher Größe hinterlassen.

Bei der Bildung von Gesteinen ist deren Alter also zweitrangig. Wichtig ist der beteiligte Prozess: Letztlich ist jedes Gestein das Ergebnis seiner Ablagerungsbedingungen. Und wenn diese andernorts und zu anderen Zeiten ähnlich sind, werden auch ähnliche Strukturen entstehen. Wir können also heute ablaufende Prozesse beobachten und übertragen sie auf Strukturen, die wir in uralten Gesteinen wiederfinden können. Ursache – Wirkung⁴. Dieser Zusammenhang galt vor 250 Millionen Jahren genauso wie heute. Das ist das Prinzip des Aktualismus, ohne das in der modernen Geologie gar nichts geht. Die Naturgesetze geben die klare Linie vor, und auch wenn gerade wir Kletterer es manchmal – besonders im Falle der Gravitation – gern anders hätten: Da kann man nichts machen.

Mark Keiter, Naturkunde-Museum Bielefeld

³ So ist das in der Geologie. Da muß man manchmal Zeitspannen angeben wie „Wochen bis Jahrhunderte“.

An gut geschützten Stellen können es von mir aus auch mal Jahrtausende sein. Verglichen mit dem Alter des Gesteins ist das alles innerhalb derselben Größenordnung: Kinkerlitzen.

⁴ Harald Lesch umschrieb das Ursache-Wirkungs-Prinzip in einer Alpha Centauri-Episode treffend: „*Erst kommt die Faust, dann kommt der Schmerz*“. Leider konnte ich nicht herausfinden, welche Folge es war. Aber bei dem Versuch, sie zu finden, hatte ich zwei Stunden Spaß. Wissenschaft ist geil.



[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]