

Eine „Steinerne Rinne“ auf der Baun-Alm bei Bad Tölz

Von *Wolfgang Voigtländer*, Gröbenzell bei München

Rezente Kalktuffbildung ist immer da anzutreffen, wo kalkhaltige Gewässer vorhanden sind. Es verwundert daher nicht, wenn solche Bildungen auch im kalkalpinen Bereich häufig sind. Der folgende Beitrag soll sich aber mit einer recht eigenartigen Tuffbildung, den Steinernen Rinnen, beschäftigen. Derartige Gebilde sind doch selten und verdienen unsere Aufmerksamkeit, weil man an ihnen recht gut die Tuffbildung qualitativ und quantitativ beobachten kann. Während sonst Tuffe in Form breiter Wölbungen oder als Kaskaden auftreten, haben wir es hier mit einer linearen Erhöhung eines Bauchlaufes zu tun, eben den Steinernen Rinnen.

Zur Bildung von **Kalktuffen** genügt aber nicht allein das Vorhandensein kalkhaltigen Wassers, auch die Mithilfe bestimmter Pflanzen ist erforderlich. Die groben Strukturen dieser Pflanzen lassen sich im Tuff immer noch erkennen. Tuff ist im bergfeuchten Zustand so weich, daß man das Gestein leicht schneiden kann. Ausgetrocknet verliert es stark an Gewicht, dafür wird es aber um so fester. Im Gegensatz zum Tuff ist Sinter, eine andere Form von Kalkabsätzen aus Wasser, bergfeucht schon sehr hart. Ihm fehlen die Poren, die für Tuffe so typisch sind und auch Strukturreste von Pflanzen lassen sich nicht nachweisen. So sind zum Beispiel die Tropfsteine Sinterbildungen. Sie müssen anders als Tuffe entstanden sein.

Auf der Baun-Alm (864 m) bei Bad Tölz befinden sich zwei solche Rinnen, von denen eine hier näher beschrieben sein soll. Die Alm selbst liegt 2,2 km östlich des Zwieselberges (1348 m) und 900 m südsüdöstlich des Heigelkopfes (1205 m). Auf dem Gradabteilungsblatt Bad Tölz (Nr. 8235) ist die Baun-Alm fälschlich als Baum-Alm eingetragen. Die Alm liegt geologisch im Flyschgebirge des Blomberg-Zwiesel westlich von Bad Tölz. Zementmergel der Oberkreide sind unterhalb der Baun-Alm im Tale des Großbach erosiv freigelegt. Der Untergrund der Alm ist stark verlehmt. Oberhalb der Steinernen Rinne ist in einem Hohlweg Lehm mit reichlich kalkalpinen und kristallinen Schottern aufgeschlossen. Es muß sich hier um eine Fernmoräne handeln, die am Südhang des Heigelkopfes zur Vermoorung und Quellbildung Anlaß gibt.

Auf einer kleinen Verebnung, 260 m NW der Baun-Alm liegt in 900 m Meereshöhe dieses eben genannte Quellgebiet. Ein kleines Rinnsal fließt hier nach Süd, um nach 4,5 m Länge bereits die Verebnung zu verlassen und einen 45 Grad geneigten Hang

hinunterzufließen. An dieser Stelle beginnt die eigentliche Rinne, die sich deutlich über den Hang erhoben hat. Sie ist 10 m lang und endet in einem Trog, der als Viehtränke dient. Im oberen Drittel seines Laufs erhebt sich die Rinne bis zu 65 cm über das Hangniveau und bildet dabei zwei langgestreckte Buckel. Im mittleren Drittel hat die Rinne ihr stärkstes Gefälle, nämlich 50 bis 65 Grad, und erreicht erst am Ende dieses Abschnittes wieder die Höhe des Hanges. Das letzte Laufstück hat eine Höhe von 50 bis 70 cm, ist leicht gewellt und endigt, mit einem steilen Bogen abfallend, in dem Trog (Abb. 2). Nach Angaben des Besitzers der Alm wurde vor 70 Jahren an dieser Stelle ein ausgehöhlter Baumstamm als Viehtränke aufgestellt. Heute ist er völlig von Kalktuff eingehüllt und steht nun wörtlich im „gewachsenen“ Fels.

Um die Frage klären zu können, wie es zur Bildung kalkhaltigen Quellwassers und der Ausfällung von Kalk aus solchem Wasser kommt, möge kurz etwas auf den *C h e m i s m u s d e r K a l k f ä l l u n g* eingegangen werden. In ganz geringen Mengen vermag Wasser tatsächlich Kalk zu lösen. Allerdings sind die im Wasser vorhandenen Mengen an Ca-Ionen und CO_3 -Ionen so gering, daß sie für die Tuffbildung praktisch nicht in Frage kommen können. Wird dagegen Wasser mit CO_2 angereichert, das aus der Luft stammen kann, in größeren Mengen aber im Boden durch die Tätigkeit von Mikroorganismen und durch die Atemtätigkeit der Pflanzenwurzeln entsteht, dann steigert sich die Lösungskraft des Wassers um das 200fache! CO_2 bildet mit Wasser die schwache Kohlensäure, die Kalk unter Bildung von Kalziumhydrogenkarbonat zu lösen vermag.

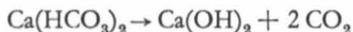


Die Kohlensäure und auch das Kalziumhydrogenkarbonat dissoziieren in Wasser je nach Druck- und Temperaturbedingungen:

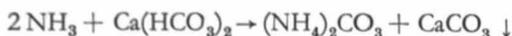


So stellt sich im Quellwasser ein Gleichgewicht zwischen der Kohlensäure und dem Kalziumhydrogenkarbonat einerseits und den Kalzium-, Wasserstoff- und Hydrogenkarbonationen andererseits ein. Da die Menge der in Lösung befindlichen Ionen vom Druck und der Temperatur abhängig sind, genügt eine geringfügige Störung, um Kalk auszufällen. Erwärmung und Druckentlastung des fließenden Wassers, also **physikalische** Faktoren sind für den Ausfall von Kalk aus hydrogenkarbonathaltigem Wasser verantwortlich. Die meisten Tuffe sind auf diese Weise entstanden.

Bei Steinernen Rinnen kommt aber noch eine Ausfällung des Kalkes durch pflanzliche Einwirkung zustande, die **phytogene** Kalkfällung. Besonders Algen sind in der Lage ihre Assimilationskohlenensäure (CO_2) dem umgebenden Wasser zu entziehen. Da der Verlust von CO_2 in hydrogenkarbonathaltigen Wasser zur Fällung von Kalk führt, können Pflanzen tatsächlich direkt zur Tuffbildung beitragen (W a l l n e r 1934). Nach G e s s n e r (1937) sind Pflanzen sogar in der Lage, ihre Assimilationskohlenensäure direkt aus dem Hydrogenkarbonat zu beziehen. Das dabei entstehende Kalziumhydroxid wird von der Pflanze ausgeschieden und reagiert mit dem Hydrogenkarbonat des umgebenden Wassers unter Neutralisation durch Fällung von Kalk und der Bildung von Wasser.



Schließlich sei noch auf eine weitere Möglichkeit phytogener Kalkfällung hingewiesen, die P i a (1933) als bakterielle Verwesungsfällung bezeichnet. Es ist merkwürdig, daß Tuffe, die aus verkrusteten Moospflanzen bestehen, im Inneren häufig keine Reste pflanzlicher Substanz zeigen. Vielmehr ist der Innenraum, den die Moospflanze einnahm, besonders in älteren Tuffen, immer mit dichtem weißen Kalk ausgefüllt. Die Bildung dieses Kalkes ist auf die Tatsache zurückzuführen, daß beim Verwesen pflanzlicher Substanz Ammoniak (NH_3) entsteht. NH_3 reagiert mit Hydrogenkarbonat unter Bildung von löslichem Ammoniumkarbonat und der Fällung von Kalk.



Da Ammoniumkarbonat wasserlöslich ist, bleibt es in die Ionen NH_4^+ und CO_3^{--} gespalten. Die Karbonationen reagieren aber sofort mit den im Wasser befindlichen Ca-Ionen unter Bildung von Kalk.



Folgende Pflanzen, die aktiv oder passiv bei der Tuffbildung eine Rolle spielen, wurden bisher auf der Baun-Alm festgestellt:

CYANOPHYCAE (Blualgen): *Scytonema myochrous*, *Croococcus sp.* und *Lyngbya sp.*

DIATOMAEAE (Kieselalgen): *Cymbella sp.*

CONJUGATAE (Jochalgen): *Zygnema sp.* und *Mougeotia sp.*

DESMIDIACEAE (Schmuckalgen): *Oocardium stratum*

CHLOROPHYCEAE (Grünalgen): *Cladophora sp.*

CHARACEAE (Armleuchteralgen): *Chara foetida*

HEPATICAE (Lebermoose): *Conocephalum conicum*

MUSCI (Laubmoose): *Eucladium verticillatum* und *Cratoneuron commutatum*.

Die Abb. 9 zeigt die Verbreitung dieser Pflanzen auf der Rinne oberhalb der Baun-Alm.

Welche Rolle spielen nun die genannten Pflanzen bei der Tuffbildung? Die Moose fangen reusenartig anorganisch gefällten Kalk auf und verkrusten dadurch. Nur durch beständiges Weiterwachsen entgeht das Moos seinem Panzer und bleibt damit am Leben. Die Abb. 4 zeigt einen typischen Eucladiumtuff im Längsschnitt. Deutlich erkennt man in der Abbildung die Moosblättchen und den dunklen Kalk, der sie überkrustet. Die hellen Hohlräume lassen den porösen Charakter des Gesteins gut erkennen. Trotzdem ist dieser Tuff sehr hart, betragen doch die Durchmesser der Hohlräume im günstigsten Fall nur einen Millimeter! Der abgebildete Tuff ist erst 2 Jahre alt, daher ist die pflanzliche Substanz noch gut zu erkennen und noch nicht durch bakteriellen Verwesungskalk ersetzt.

Ausgesprochen grobporig ist dagegen Cratoneurontuff. Die bis zu 10 cm lang werdenden, verzweigten Moospflanzen verkrusten rasch. Frischer Cratoneurontuff läßt immer die Umrisse der Moospflanze gut erkennen (Abb. 5).

Neben diesen reinen Tuffen sind daher Mischuffe weitaus häufiger. So kommt zusammen mit *Eucladium* immer wieder die Blaualge *Croococcus* vor. Auf frischen Tuff bemerkt man, daß der Kalk zwischen den Moosblättchen grün gefärbt ist. Kratzt man diesen Belag ab, so zeigt das mikroskopische Bild ein Massenvorkommen der genannten Blaualge. Der Kalk, den diese Pflanze bildet, ist phytogen gefällter Kalk. Daher sind solche Tuffe auch dichter und härter.

In den Blattachseln von Cratoneuronmoos kann man gelegentlich schwärzliche, schleimige Massen finden. Das sind Hormogonien der Blaualge *Lyngbya*, die hier ebenfalls phytogenen Kalk entstehen lassen und die Tuffbildung dadurch noch mehr fördern.

Das Gerinne auf dem wachsenden Stein ist von einer weißen Gallerte ausgefüllt, über die beständig das Wasser rinnt. Im Mikroskop erkennt man neben der Blaualge *Croococcus* die Jochalge *Zygnema* (im zeitigen Frühjahr *Mougeotia*) und *Diatomeen*. Besonders fallen Kalkpartikel auf — daher die helle Farbe —, die in den Schleimhüllen der Blaualge *Croococcus* so dicht gelagert sind, daß man die Pflanze fast nicht erkennt. Ein noch eigenartigeres Bild bietet die Alge *Zygnema*. Wie an einer Perlschnur aufgereiht, sitzen an den fädigen Algenhalli kleine Kalzitkristalle. Schließlich finden sich Kieselalgen, vor allem *Cymbella*, die in einem Kalzitkristall stecken. Gelegentlich ist solch ein Kristall winzig klein, aber er kann so groß werden, daß nur noch die Enden des kahnförmigen Einzellers aus dem Kalkrhomboeder heraus schauen.

Die Oberfläche des Tuffdammes ist von schwärzlichen, gerundeten Polstern überdeckt (Abb. 3). Die polsterartigen Erhebungen haben einen Durchmesser von mehreren Zentimetern und werden nur wenige Millimeter hoch. Kratzt man den Belag dieser Oberfläche ab und bringt ihn unter ein Mikroskop, so entdeckt man dichte fädige Lager der Blaualge *Scytonema*. Die einzelnen Algenfäden sind von kleinsten Kalzitkristallen umgeben, die nach unten zu immer größer und dichter werden. Das führt schließlich dazu, daß die Algen unten absterben und nur dadurch am Leben bleiben, weil sie beständig nach oben weiterwachsen. Scytonematuff besteht aus flachen dichten Kalklinsen mit rauher Oberfläche. Verwittert solcher Tuff, so zerfällt er in 2 bis 3 cm große linsenförmige Kalkpartikel.

Die einzellige Schmuckalge *Oocardium* ist gewiß der kleinste Tuffbildner auf der Baun-Alm. Nur bei starker mikroskopischer Vergrößerung entdeckt man die grüne Zelle eingebettet im harten Kalk. In anderen Tuffvorkommen Süddeutschlands (Paterzell, Polling) ist sie der bedeutendste Tuffbildner. Hier kommt sie nur vereinzelt oberhalb der Rinne und häufiger unterhalb der Rinne an einem kleinen Steilhang vor. *Oocardium* bildet dort einen Tuffbuckel, über den das Wasser läuft. Erstmals bei Dunzinger (1938) und später bei Gessner (1959) wird die Steinerne Rinne auf der Baun-Alm als das Werk der Schmuckalge *Oocardium* genannt. Das trifft keineswegs zu. Trotz jahrelangen intensiven Suchens konnte im Bereiche des Tuff-

dammes weder *Oocardium* noch der typische Tuff dieser Pflanze festgestellt werden. Frischer Tuff mit *Chroococcus* kann aber doch bei flüchtiger Betrachtung durchaus als Oocardiumtuff angesprochen werden.

Angaben über den jährlichen **Zuwachs** der Tuffe sind in der Literatur zu finden (Wallner, Stirn, Grüninger). Da aber diese Werte von der Zahl der tuffbildenden Pflanzen und auch von deren Standortsbedingungen abhängig sind, können recht erhebliche Unterschiede in den Messungen auftreten. Daher seien hier nur einige Werte mitgeteilt, die auf der Baun-Alm ermittelt wurden. So ließ dort die Blaualge *Scytonema* jährlich 1,5 bis 2 mm Tuff entstehen. Kalk, durch die Blaualge *Chroococcus* gefällt, zeigte eine jährliche Zunahme von 1 bis 1,5 mm. Ein Mischuff, der aus *Eucladium*, Diatomeen und *Zygnema* gebildet wurde, wuchs jährlich 11 mm.

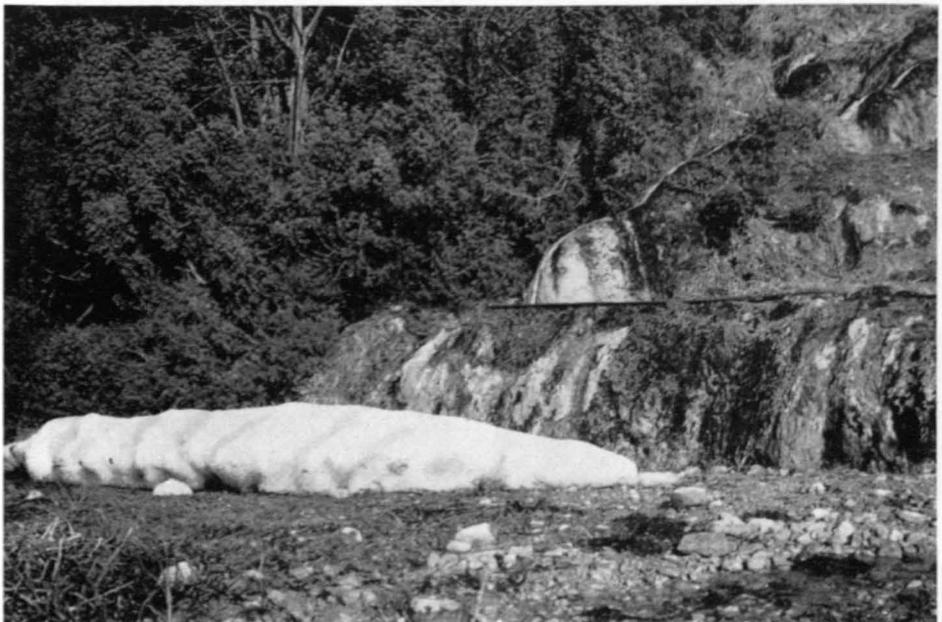
Die Frage, ob die **Assimilation** tatsächlichen Einfluß auf die **Kalkfällung** hat, wird von Wallner (1934) Pia (1926) und Gessner (1937) bejaht. Entsprechende Untersuchungen wurden unter Laborbedingungen durchgeführt. Grüninger (1965) stellte erstmalig im Freien in einer Meßreihe fest, daß Pflanzen keinen meßbaren Einfluß auf die Kalkfällung haben. Dieses Ergebnis läßt sich nicht ohne weiteres auf die Bedingungen bei Steinernen Rinnen übertragen. Das Verhältnis der kalkfällenden Pflanzen zur Wassermenge — ein Problem der Grenzflächen — und auch die Geschwindigkeit des fließenden Wassers sind von entscheidender Bedeutung. Ist, wie bei den Uracher Wasserfällen (das Untersuchungsgebiet von Grüninger), die zur Verfügung stehende Wassermenge gegenüber den Tuffbildnern zu groß, so schlägt sich das auch in den Meßergebnissen nieder. Die Steinerne Rinne auf der Baun-Alm schien zur Klärung dieser Frage geradezu ideal. Von der Quelle bis zum Einlauf in den Trog legt das Wasser einen Weg von 14,5 m zurück. Die Quellschüttung beträgt 3 l/min, die größte Laufgeschwindigkeit in den steilsten Laufstücken beträgt 2 m/sec. Um den natürlichen Pflanzenwuchs auf der Rinne nicht zu stören, blieb die Rinne 1 Jahr lang unangetastet. Neben der Steinernen Rinne wurde eine zweite aus Holz aufgebaut. Über beide Rinnen von gleicher Länge und Neigung wurden die gleichen Wassermengen, etwa 1,5 l/min, aus der gemeinsamen Quelle geleitet. Während der Nacht und während des Tages wurden alle drei Stunden Wasserproben entnommen und auf ihren Gehalt an Kalzium- und Bikarbonationen titriert. Daneben wurden gleichzeitig die Luft- und Wassertemperaturen, die Lichtverhältnisse und der pH-Wert des Wassers gemessen. Alle Wasserproben wurden sofort nach der Entnahme an Ort und Stelle titriert. Folgende Reagenzien fanden für die Einzeluntersuchungen Verwendung: Alkalinitätsbestimmung: n/10 HCL (Merck Titrisol Nr. 9060), Methylorangefärbung 1‰/100 Merck und Phenolphthaleinlösung DIN 8106 Merck. Gesamthärtebestimmung: Titriplex-A-Lösung (Merck 8419), Indikator-Puffertabletten (Merck Nr. 8430) und Ammoniaklösung (Merck Nr. 5432). Die pH-Werte wurden mit einem Batteriegerät mit Glaselektrode ermittelt. Vor und nach jeder Messung wurde die Elektrode mit Puffer Titrisol pH 8,0 (Merck Nr. 9888) überprüft.

Ein Teil der Messung vom 17./18. V. 1966 ist in der Abb. 10 dargestellt. Leider mußte auf die Untersuchung am 18. V. um 16 Uhr verzichtet werden, da ein starkes



Aufn. W. Voigtländer, Gröbenzell/Obb.

Abb. 1 Gesamtansicht der Steinernen Rinne auf der Baun-Alm 1967. Blick nach West.



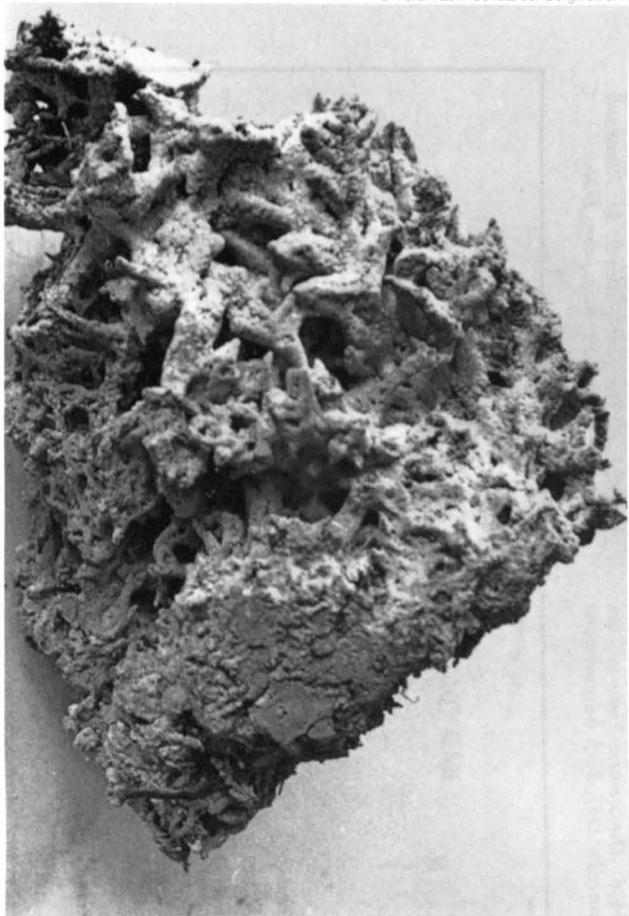
Aufn. W. Voigtländer, Gröbenzell/Obb.

*Abb. 2 Einlauf der Rinne in den Trog, der von Tuff völlig eingehüllt ist.
Vor dem Trog liegt noch Schnee.*

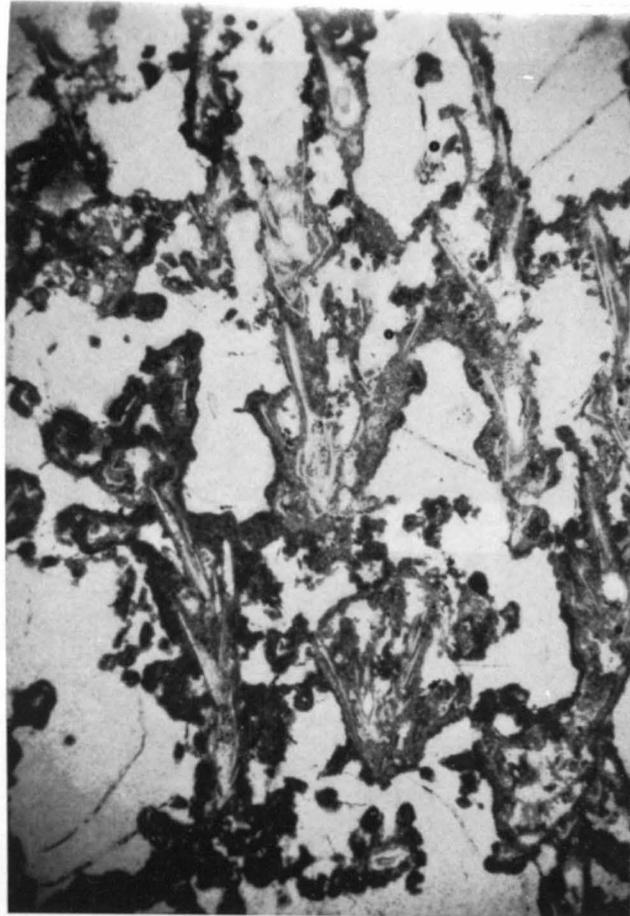


Abb. 3 Oberes Drittel der Steinernen Rinne. Das Wasser läuft diagonal von links oben nach rechts unten. Die dunklen warzenförmigen Erhebungen sind lebende Scytonemapolster.

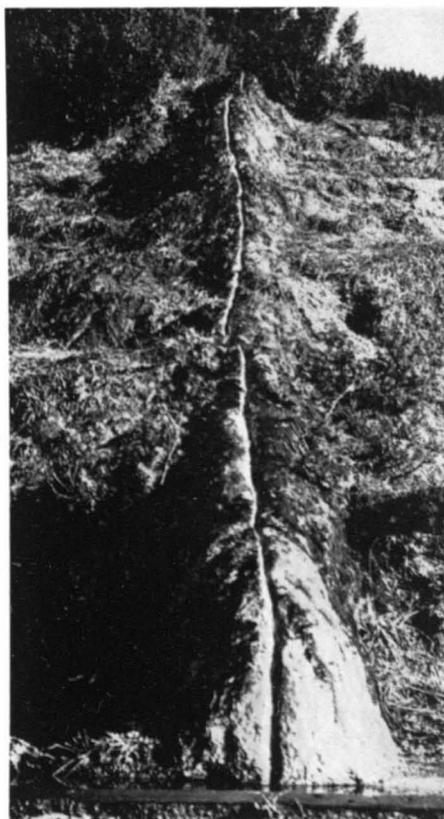
Aufn. Johann Aggstaller, München



Aufn. Alfred Wägelz, München
Abb. 5 Cratoneurontuff in natürlicher Größe.
Erklärung im Text



Aufn. Alfred Selmeier, München
Abb. 4 Dünnschliff durch Eucladiumtuff, 20fach vergrößert.
Erklärung im Text



Aujn. W. Voigtländer, Gröbenzell/Obb.
 Abb. 6 Die Steinere Rinne auf der
 Baun-Alm 1967, Blick hangaufwärts



Aujn. Oskar Berndl †, München
 Abb. 7 Die gleiche Ansicht der Rinne wie
 Abb. 6 aus dem Jahre 1925.

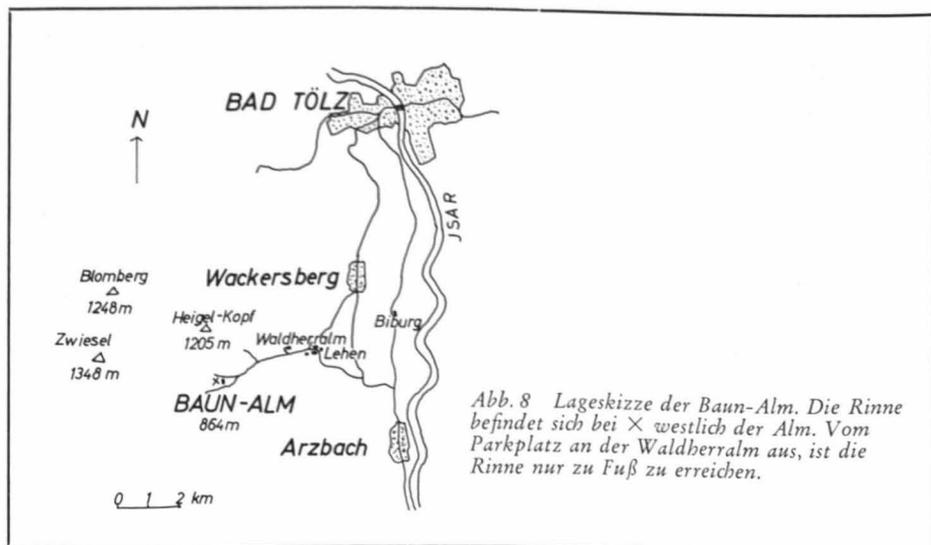


Abb. 8 Lageskizze der Baun-Alm. Die Rinne
 befindet sich bei X westlich der Alm. Vom
 Parkplatz an der Waldherralm aus, ist die
 Rinne nur zu Fuß zu erreichen.

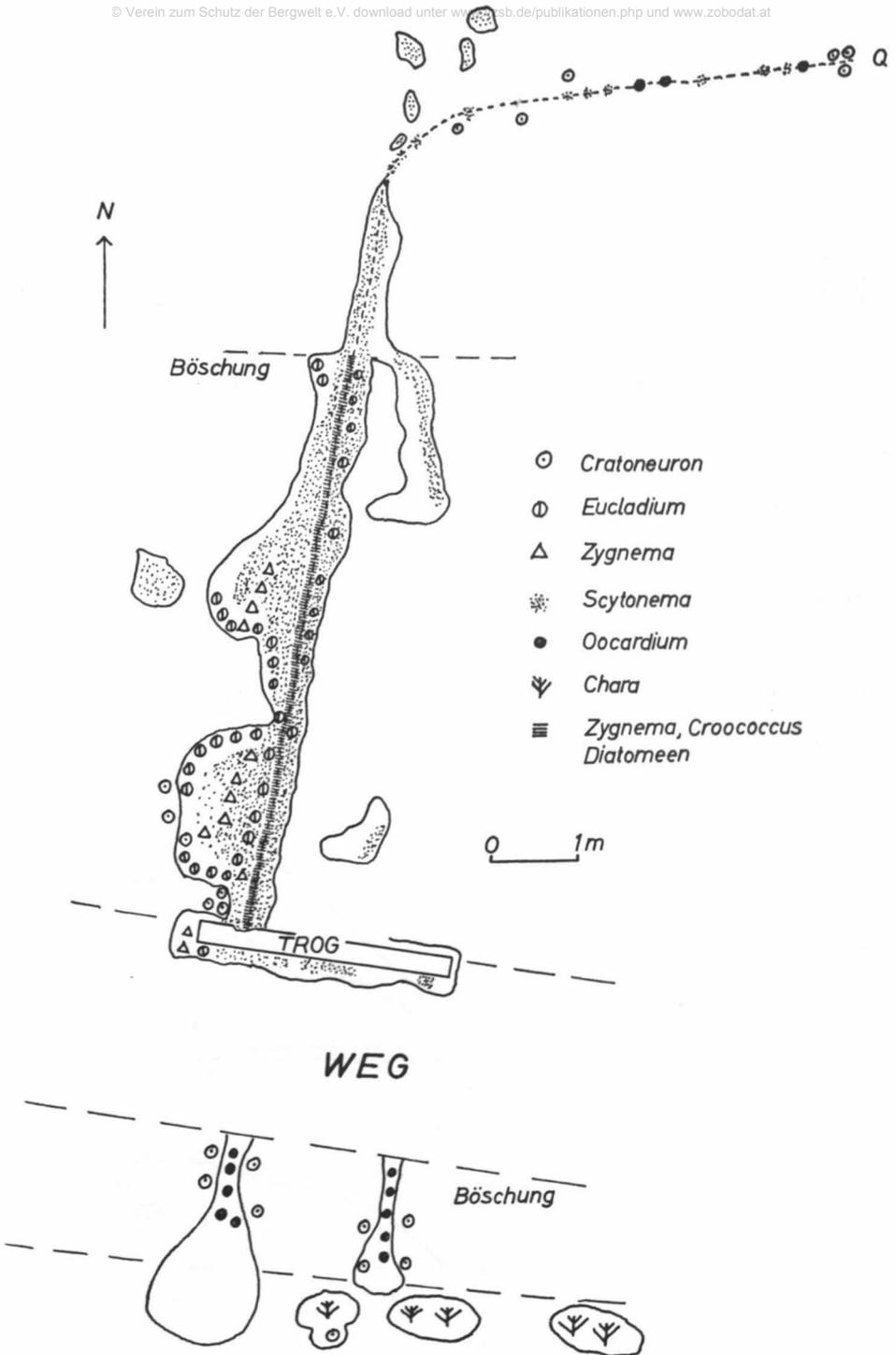


Abb. 9 Steinere Rinne auf der Baun-Alm: Verbreitung der tuftbildenden Pflanzen.

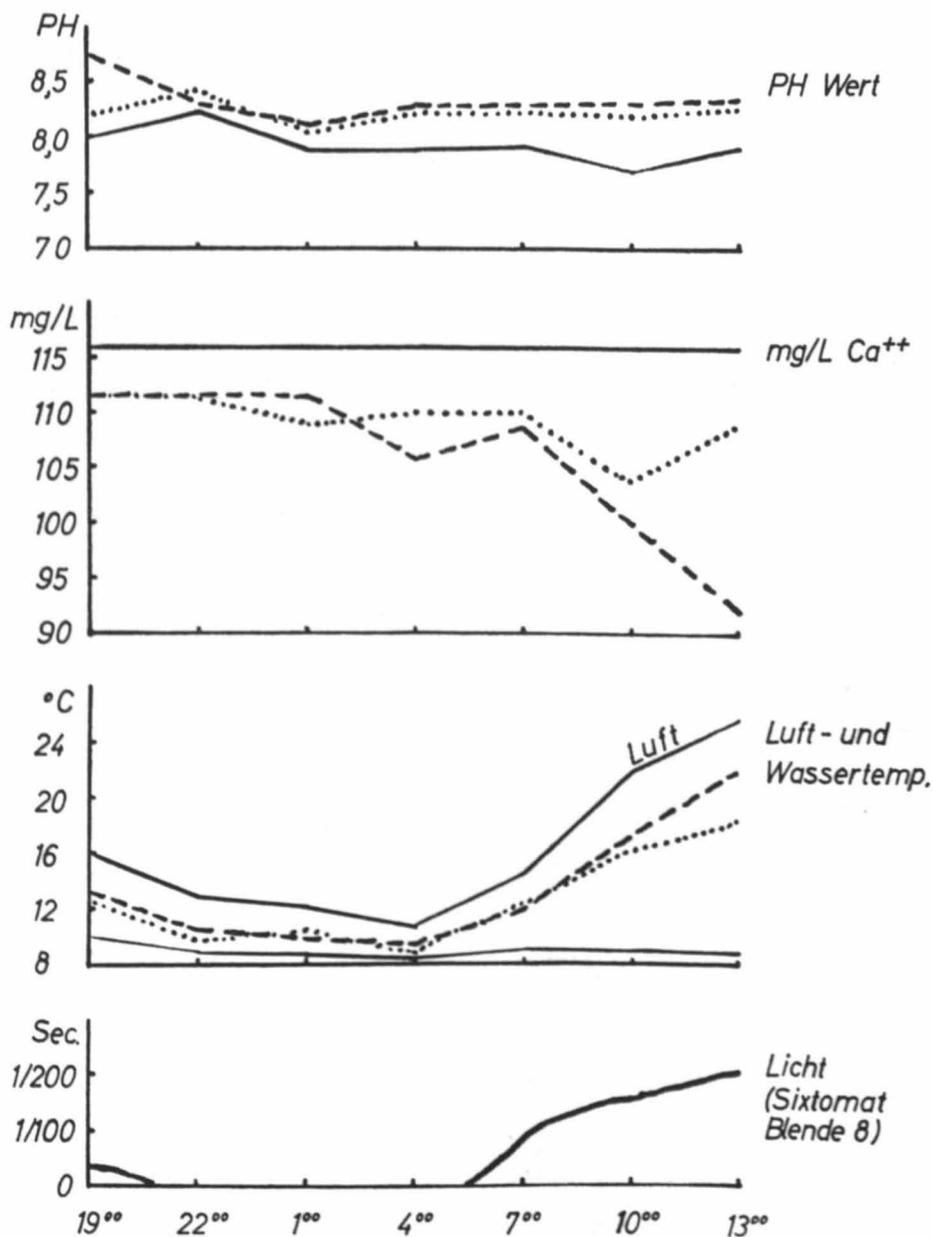


Abb. 10 Meßergebnisse vom 17./18. V. 1966. (Durchgezogene Linie: Quelle; gepunktete Linie: Holzrinne; gestrichelte Linie: Steinerne Rinne.)

Gewitter, das um 15 Uhr begann, diese Messung wertlos gemacht hätte. Wenn die Assimilation Einfluß auf die Kalkfällung hätte, dann müßten die Meßwerte der Steinernen Rinne (mit Pflanzenbewuchs!) zwischen Tag und Nacht tatsächlich deutliche Unterschiede aufweisen. Das Wasser in der künstlichen Rinne dürfte dagegen nicht so große Unterschiede zeigen, da hier fast nur die Temperaturschwankung zwischen Tag und Nacht einen Einfluß auf die Größe der Kalkfällung hat. So verliert das Wasser der Holzrinne von der Quelle bis zum Einlauf in den Trog nachts 7 mg/l Ca^{++} , tagsüber 10 mg/l. Bei der Steinernen Rinne betragen aber diese Werte nachts 7 mg/l und tagsüber 24 mg/l. Der Verlust an Hydrogenkarbonat beträgt in der Holzrinne nachts 23,8 mg/l, tagsüber 37 mg/l. Die Steinerne Rinne zeigt dagegen folgendes Ergebnis: Das Wasser verliert nachts 24,9 mg/l HCO_3^- , am Tage steigt der Wert aber auf 61 mg/l. Fast zu den gleichen Werten führten auch die Messungen des m-Wertes des Wassers (Methylorangealkalität) und der daraus zu errechnenden Gesamthärte des Wassers. Die Kalkfällung ist also in beiden Rinnen nachts etwa gleich groß. Tagsüber ist aber in der Steinernen Rinne ganz deutlich eine verstärkte Kalkfällung zu beobachten, die auf den Einfluß der Assimilation zurückzuführen ist.

Alle bisher untersuchten Steinernen Rinnen (Voigtländer 1965, 1966) haben gemeinsam, daß als Tuffbildner des Dammes in der Hauptsache Moose auftreten. Sie bilden poröse, relativ schnellwüchsige Tuffe. Die Auskleidung des Bachbettes auf dem Damm ist dagegen immer Algen vorbehalten. Sie lassen einen dichten Tuff entstehen, der das Bachbett wirksam gegen den wasserdurchlässigen Moostuff abdichtet. Dadurch kann sich das Bachbett langsam über den Untergrund erheben und mit den Moosen des Dammes das Phänomen der Steinernen Rinnen bilden.

Literaturverzeichnis

- Attenberger, J.: Die Eiben im Wald von Paterzell/Oberbayern. Dieses Jahrbuch, 29, München 1964.
- Dunzinger, G.: Wachsende Steine. In: Umschau, 42, Frankfurt 1938.
- Gessner, F.: Untersuchungen über Assimilation und Atmung submerser Wasserpflanzen. Jb. wiss. Bot., 85, Berlin 1937.
- Hydrobotanik Bd. II. VEB Deut. Verl. d. Wiss. Berlin 1959.
- Grüniger, W.: Rezente Kalktuffbildung im Bereiche der Uracher Wasserfälle. Abh. Karst- u. Höhlenkunde. Reihe E, H. 2, München 1965.
- Pia, J.: Pflanzen als Gesteinsbildner. Berlin 1926.
- Kohlensäure und Kalk. In: Die Binnengewässer, 13, Stuttgart 1933.
- Stirn, A.: Kalktuffvorkommen und Kalktufftypen der Schwäbischen Alb. Abh. Karst- u. Höhlenkunde, Reihe E, H. 1, München 1964.
- Voigtländer, W.: Die „Steinernen Rinnen“ auf der Baun-Alm. Blätter für Naturschutz, 45, München 1965.
- Die „Steinerne Rinne“ bei Wolfsbronn. Geol. Bl. für NO-Bayern, 16, Erlangen 1966.
- Der „Wachsende Stein“ in Usterling. Erscheint im 25. Bericht des Naturwiss. Vereins Landshut.
- Wallner, J.: Die Beteiligung kalkablagernder Pflanzen bei der Tuffbildung in Südbayern. Bibl. Bot., 110, Stuttgart 1934.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere](#)

Jahr/Year: 1967

Band/Volume: [32_1967](#)

Autor(en)/Author(s): Voigtländer Wolfgang

Artikel/Article: [Eine "Steinerne Rinne" auf der Baun-Alm bei Bad Tölz 86-93](#)