

Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br.	82/83	S. 11-18	2 Abb.	2 Taf.	Freiburg 1994
-----------------------------------	-------	----------	--------	--------	---------------

Veränderungen an Geröllen in der ungesättigten Zone quartärer Rhein-Kiese

von

Klaus Bitzer, Freiburg i. Br.

Zusammenfassung

Gerölle aus quartären Ablagerungen des Rheintales bei Freiburg zeigen Veränderungen, die auf chemische Prozesse oberhalb des Grundwasserspiegels in der ungesättigten Zone zurückgehen. Vor allem drei Veränderungen sind typisch und häufig anzutreffen:

systematisch angeordnete Hell-Dunkelzonen auf der Oberfläche vorwiegend kalkiger Gerölle entlang kleiner Klüfte, die das Geröll durchziehen,

Anlösungsgruben mit zentralem Kegel auf der nach oben orientierten Seite kalkiger und sandiger Gerölle,

Kalzitkrusten auf der nach unten orientierten Seite von Geröllen.

Merkmale und Bildungsbedingungen der drei Phänomene werden beschrieben.

Kalkige Gerölle mit Eisenausschlägen

Ein oft zu beobachtendes Merkmal vor allem der als „gelbe Kalke“ in Analysen bezeichneten alpinen Geröllkomponenten im Oberrheingebiet (e.g. VERDERBER 1992) sind systematische Färbungsveränderungen an der Oberfläche, die erstmals von SPITZ (1925) beschrieben und erklärt wurden. Auszählungen in Kiesgruben im Rheintal zwischen Müllheim und Breisach zeigen, daß oft mehr als 1 % aller Gerölle derartige Veränderungen in unterschiedlicher Intensität aufweisen. Auffallend ist die regelmäßige Anordnung der Färbungsveränderungen. Die Gerölle werden von zahlreichen feinen Klüften durchzogen, die die Geröllaußenseite in unterschiedlichen Winkeln schneiden. Auf dem spitzwinklig von der Kluft geschnittenen Geröllteil ist am Kontakt zur Kluft eine auffällige Aufhellung der Gerölloberfläche zu beobachten, während der stumpfwinklig

Anschrift des Verfassers:

Dr. KLAUS BITZER, Geologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität, Albertstraße 23 b, 79104 Freiburg i. Br.

geschnittene Geröllteil eine Abdunkelung zeigt. Dieser Kontrast ist unmittelbar an der Kluft am stärksten und nimmt mit zunehmender Entfernung von ihr ab. Der Kontrast ist besonders stark, wenn der Winkel zwischen Kluft und Geröllaußenseite sehr spitz ist. Bei Überschneidungen mehrerer Klüfte verstärken sich die Färbungskontraste (Tafel 1). Es handelt sich dabei um eine ausgeprägte Gesetzmäßigkeit, von der nur selten Ausnahmen beobachtet werden. Die dabei entstehenden Strukturen wirken optisch sehr ansprechend und erinnerten bereits SPITZ (1925) an kubistische Kunst.

Die Anordnung der Klüfte zeigt ebenfalls eine gewisse, jedoch wesentlich schwächer ausgeprägte Regelmäßigkeit. Die Normalen der Kluftflächen liegen oft mehr oder weniger auf einer Fläche, so daß zwei gegenüber liegende Geröllseiten nur von wenigen Klüften durchzogen werden. Die dadurch bedingte Abwesenheit der Färbungsunterschiede bewirkt, daß diese Geröllseiten oft als dunklere und kontrastarme Zonen entwickelt sind. Vor allem größere kugelförmige Gerölle weisen eine solche Anordnung auf. Im frischen Bruch zeigt sich, daß die Färbungsunterschiede nur oberflächlich sind und sich schon nach wenigen Millimetern im Geröll verlieren. An manchen Bruchflächen wird eine Ähnlichkeit dieser Strukturen mit Dendriten erkennbar, wo sich die Dunkelfärbung sichtbar in das Geröllinnere verästelt. Manche Gerölle zeigen einen schichtungsbedingten Wechsel von kalkig-mergeligem Material zu sandigem bis mikrokonglomeratischem Material, an dem die Farbänderung endet. Die Größe der Farbpigmente ist vom Gefüge abhängig. Gerölle mit einem dichten Gefüge weisen oft eine sehr feine Pigmentierung auf, die besonders kontinuierliche Färbungsunterschiede hervorruft. Gröberporige Gerölle zeigen dagegen oft eine gröbere Pigmentierung, die optisch manchmal sehr ansprechend ist. Das Auftreten der Farbänderungen auf den Geröllern ist insgesamt an einen sehr einheitlichen Gesteinstypus mit feinkörnig kalkig-mergeligem Material gebunden. Eine Abhängigkeit von der Geröllform oder Größe ist dagegen nicht zu beobachten.

Dünnschliffe zeigen, daß einzelne Mikroklüfte häufig aus mehreren parallel verlaufenden, sich verzweigenden und wieder zusammenlaufenden Kluftscharen bestehen, auf denen sich Kalzit abgesetzt hat. Neben der kalkig-mergeligen Grundmasse sind verschiedentlich kleine Bruchstücke aus eines metamorphen Gesteins sowie Pyrit zu beobachten. Das verschiedentliche Auftreten planktonischer Foraminiferen belegt eine Ablagerung des ursprünglichen Gesteins unter marinen Verhältnissen, ohne daß jedoch eine stratigraphische Einordnung möglich wäre (frdl. Mittlg. Frau Dr. Leppig, Geologisches Institut der Universität Freiburg). Eine genaue Bestimmung der Herkunft des Gesteins ist daher nicht möglich. Sie kann lediglich auf den Einzugsbereich des Rheingletschers eingeschränkt werden.

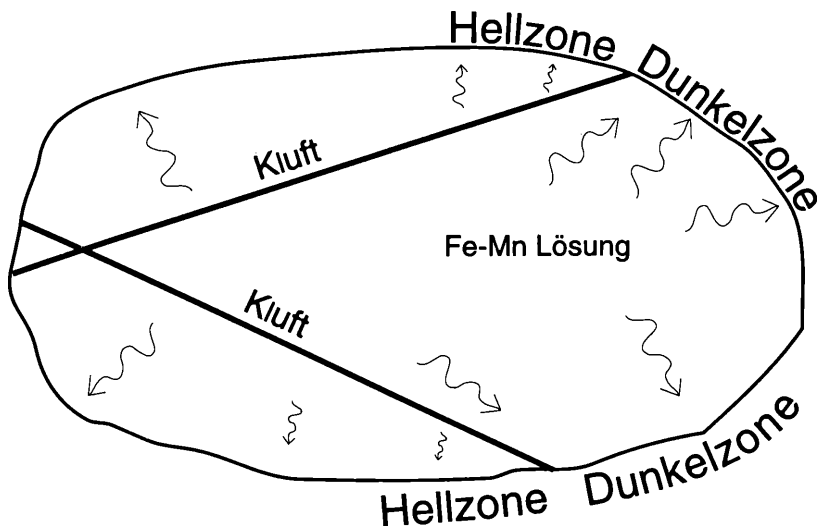


Abb. 1: Schematischer Schnitt durch ein Geröll mit Anordnung der Hell- und Dunkelzonen in Abhängigkeit von der Anordnung der Klüfte im Geröll.

Deutung

Es ist offensichtlich, daß die Farbänderungen erst nach der Ablagerung entstehen können, da beim Transport das Abrollen der Gerölle ein Verschwinden der Strukturen zur Folge haben müßte. Nach SPITZ (1925) entstehen die Farbänderungen nach der Ablagerung in der ungesättigten Zone oberhalb des Grundwasserspiegels. Die Dunkelfärbung an der Geröllaußenseite wird durch Eisen-Mangan-Verbindungen hervorgerufen. Bei einer Durchfeuchtung des Gerölls etwa infolge erhöhter Niederschläge wird im Inneren des Gerölls Eisen aus dem feinverteilten Pyrit in Lösung gebracht und wandert bei abnehmender Feuchtigkeit, beispielsweise während einer Trockenperiode, zur Geröllaußenseite, wo es sich erneut absetzt. Bei der Mobilisierung der Eisen-Mangan-Lösungen wirken die zahlreichen mit Kalzit verheilten Mikroklüfte als undurchlässige Bereiche, die den Weg der Eisen-Mangan-Lösungen im Geröll umlenken. Dies hat zur Folge, daß die spitzwinkelig angeschnittenen Geröllseiten gewissermaßen ein kleineres „Einzugsgebiet“ haben als die stumpfwinkligen (Abb. 1). Dadurch kommt es auf der einen Seite der Kluft zu einem Mangel an Pigmenten und auf der anderen Seite der Kluft zu einer hohen Konzentration von Pigmenten. Überschneiden sich mehrere Klüfte, so wird der Weg der Eisen-Mangan-Lösungen in entspre-

chender Weise umgelenkt und es kommt zur Verstärkung der Kontraste an der Überschneidung der Klüfte.

Anlösungsgruben und Calcitkrusten auf Geröllen

Ein weiteres auf die ungesättigte Zone beschränktes Phänomen ist die Bildung von Anlösungsgruben mit zentralem Kegel in kalkigen und sandigen Geröllen. Im Oberrhein-Gebiet weisen vor allem Kiesgruben aus dem Bereich der Hochterasse bei Mulhouse (Elsaß) in großer Zahl Gerölle mit derartigen Strukturen auf. Die in Tafel 2 gezeigten Handstücke entstammen der Kiesgrube Zienken, ca. 15 km südwestlich von Freiburg, wo sich die Verbreitung der Gerölle auf den oberflächennahen nordwestlichen Abbaubereich beschränkt. Während des Abbaus im Jahr 1992 war hier im Kies ein nur schwach vermoderter Baumstamm im Kies aufgeschlossen, der zeigt, daß die Kiese sehr jungen Alters sind. Die Strukturen treten vor allem in gut sortierten Kiesen mit geringer Sand- und Tonfraktion auf.

Auf den ersten Blick erscheinen die Strukturen wie Drucklösungserscheinungen, doch wird durch das geringe Alter des Kiesel und das Fehlen hoher Auflastdrücke klar, daß die Anlösungsgruben nicht als Drucklösungserscheinung im Sinne SORBYS (1863) zu verstehen sind. Ungewöhnlich für normale Drucklösungserscheinungen ist auch der zentrale Kegel in der Anlösungsgrube (Abb. 2). Auffallend ist, daß in situ genommene Gerölle solche Anlösungsgruben mit zentralem Kegel immer nur auf der nach oben gerichteten Geröllseite aufweisen, während die nach unten gerichtete Seite keinen oder nur einen schwachen Eindruck aufweist. Oft treten Anlösungsgruben in Verbindung mit Kalzitkrusten auf, die sich bevorzugt auf den Geröllunterseiten befinden. Die Oberfläche der Krusten ist oft unregelmäßig rau und erinnert an stalagmitenartige Gebilde. Die Anlösungsgruben sind vor allem bei mergeligen Geröllen manchmal mit tonigem Material gefüllt (Tafel 2).

Deutung

Bereits im 19. Jahrhundert wurde die Entstehung von Drucklösungserscheinungen intensiv untersucht. Bei KUMM (1919) werden bereits 112 Veröffentlichungen genannt, die sich mit der Bildung von Eindrücken an Geröllen befassen. Das Prinzip der Drucklösung (SORBY, 1863) bot zwar für einen großen Teil der Gerölleindrücke eine überzeugende Erklärung, doch war die Frage nach der Bedeutung des Druckes für die Entstehung der Strukturen immer wieder Anlaß für kontroverse Diskussionen (KEGEL, 1920, KUMM, 1922). In experimentellen Untersuchungen konnte bereits DAUBRÉE (1857) zeigen, daß bei einer Benet-

zung der Druckstellen mit einem schwachen Lösungsmittel ein ringförmiger Lösungssaum entsteht, der unmittelbare Kontaktbereich jedoch nicht angegriffen wird. Am Berührungspunkt bleibt ein zentraler Kegel erhalten. KUMM (1919, 1925) führte die experimentellen Untersuchungen DAUBRÉES weiter und konnte zeigen, daß Anlösungsgruben mit zentralem Kegel an die Bedingungen in der ungesättigten Zone oberhalb des Grundwasserspiegels gebunden sind. Rund um die Berührungspunkte der Gerölle kommt es bei der Durchfeuchtung des Kiesel mit meteorischen untersättigten Wässern zur Bildung eines kapillar gebundenen Wassersaums, in dem vor allem Kalzit in Lösung geht. Der Berührungspunkt selber bleibt von der Anlösung ausgeschlossen und bildet den zentralen Kegel der Anlösungsgrube. Weitere Durchfeuchtung, etwa infolge weiterer Niederschläge, spült den nunmehr gesättigten kapillar gebundenen Wassersaum fort, bis mit dem Nachlassen der Durchfeuchtung wiederum ein Saum kapillar gebundenen, zunächst untersättigten Wassers um den Berührungspunkt zurückbleibt, der mit zunehmender Anlösung des Gerölls gesättigt wird.

Die Entstehung der Kalkkrusten, die man bevorzugt an den Unterseiten der Gerölle beobachtet, steht in engem Zusammenhang mit diesem Prozeß und wurde von AVIAS (1956) beschrieben. Die gesättigten Wässer sinken durch die Sickerwasserzone ab und bleiben bei nachlassender Feuchtigkeit an den Geröllunterseiten hängen, wo sie tropfsteinartig die zuvor gelösten Minerale abscheiden, vorhandene Hohlräume ausfüllen und den Prozeß beenden können (Abb. 2).

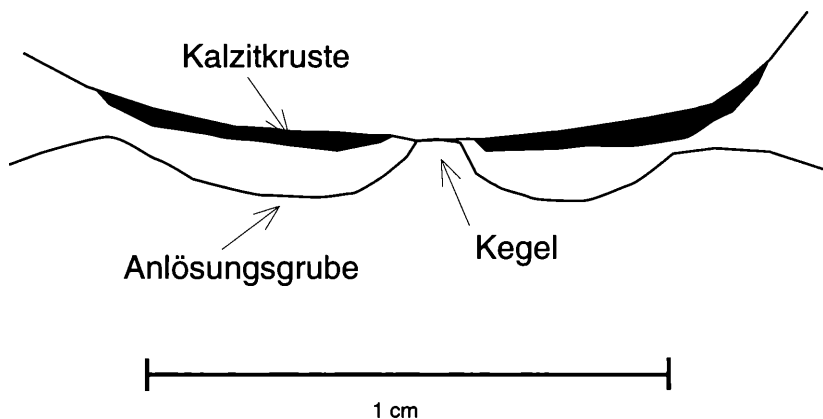


Abb. 2: Schematischer Schnitt durch den Kontakt benachbarter Gerölle mit Anlösungsgrube und zentralem Kegel auf der Oberseite des liegenden Gerölls und Kalzitkruste auf der Unterseite des hangenden Gerölls.

Diskussion

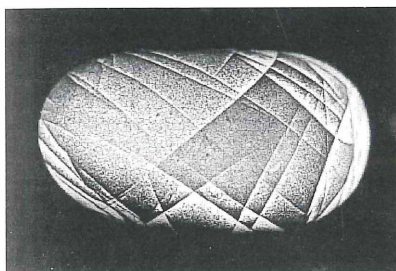
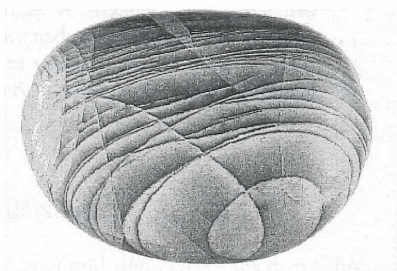
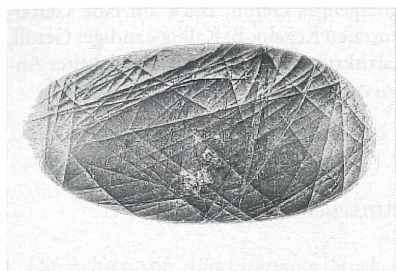
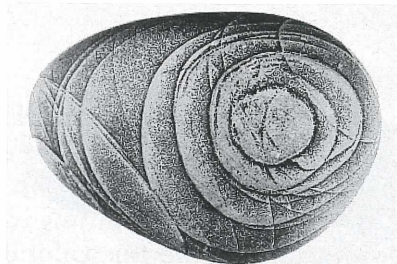
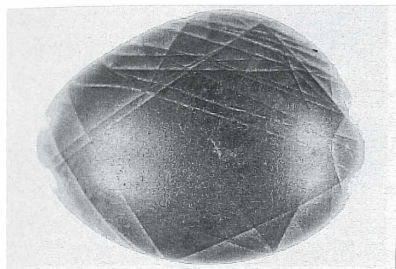
In der ungesättigten Zone oberhalb des Grundwasserspiegels können Gerölle durch den Wechsel zwischen Durchfeuchtung und Austrocknung innerhalb geologisch sehr kurzer Zeit verändert werden. Die dabei entstehenden Strukturen können insofern als fossile Anzeiger für den Grundwasserstand verwendet werden, da sie belegen, daß die Gerölle nach der Ablagerung für eine gewisse Zeit oberhalb des Grundwasserspiegels gelegen haben. Obwohl die Erklärungen von SPITZ (1925) für die Entstehung der Färbungsveränderungen auf Geröllen und die Erklärung von KUMM (1919, 1925) für die Entstehung von Anlösungsgruben mit zentralem Kegel überzeugen, ist überraschend, daß Kiese mit vergleichbaren Komponenten und ähnlicher Position, beispielsweise in quartären Ablagerungen des Ebro in Nordspanien, keinerlei Anzeichen für derartige Veränderungen aufweisen. Möglicherweise sind diese Phänomene eng an klimatische Verhältnisse (Menge des Niederschlags, Länge der Niederschlags- und Trockenperioden) gebunden.

Danksagung

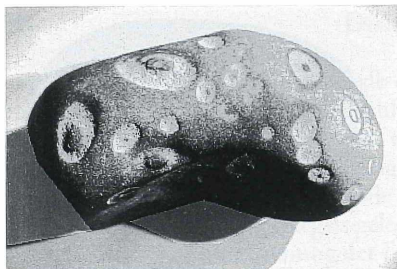
Ich danke Herrn Prof. Dr. PFLUG, der mein Interesse an den Strukturen geweckt hat, Herrn Prof. Dr. SCHREINER für Literaturhinweise und Herrn GRÄF für die Anfertigung der Photos.

Literatur

- AVIAS, J. (1956): Sur des phénomènes de corrosion et de concrétionnement polarisés de galets des formations alluviales et de calcaires en plaquettes de l'est de la France. – Bull. Soc. Géol. France, **6**, 1–3, S. 275–288.
- DAUBRÉE, A. (1857): Expériences démontrant la cause de la pénétration mutuelle de galets calcaires ou quartzeux dans les poudingues des divers terrains. – (extrakt.): N. Jb. f. Min., **1858**, S. 106.
- KEGEL, W. (1921): Über Gerölle mit Eindrücken. – Centralblatt f. Min., S. 83–94.
- KUMM, A. (1919): Die Entstehung von Eindrücken an Geröllen. – Geol. Rdsch., **10**, S. 183–233.
- KUMM, A. (1925): Über die Entstehungszeit der Eindrücke und ihre geologische Bedeutung unter besonderer Berücksichtigung oolithischer Gesteine. – Geol. Rdsch., **16**, S. 178–189.
- SORBY, H. C. (1863): On the direct correlation of mechanical and chemical forces. – Proc. R. Soc., **12**, S. 538–550.
- SPITZ, W. (1925): Über Eisenausschlüge auf Geröllen. – Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz, N.F. Bd. **1**, 16/17. S. 358–364.
- VERDERBER, R. (1992): Quartärgeologische Untersuchungen im Hochrheingebiet zwischen Schaffhausen und Basel. – Dissertation Geol. Inst. Universität Freiburg, 169 S.



Tafel 1: Färbungsunterschiede auf Geröllen (Fundort: Kiesgrube Burkheim, Kaiserstuhl).
A: Geröll mit feiner Pigmentierung mit Blick auf den dunklen Zentralbereich, der nur durch \pm senkrecht zur Gerölloberfläche verlaufende Klüfte geschnitten wird. B: Geröll mit hoher Kluftdichte und deutlicher Überlagerung der Färbungsunterschiede bei sich schneidenden Klüften. C: Geröll mit grober Pigmentierung mit zentraler Dunkelzone. D: Geröll mit grober Pigmentierung und angedeuteter dendritischer Struktur. E: Geröll mit sehr feiner Pigmentierung und kontinuierlichen Schattierungswechseln.



Tafel 2: Gerölle mit Anlösungsgruben und zentralem Kegel sowie Kalzitkrusten (Fundort: Kiesgrube Zienken). A: Kalkig-mergeliges Geröll, Blick auf eine Gerölloberseite mit Anlösungsgruben und zentralen Kegeln. B: Kalkig-sandiges Geröll, Blick auf eine Geröllunterseite mit Kalzitkruste und schwach entwickelter Anlösungsgrube.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 1992/1993

Band/Volume: [82-83](#)

Autor(en)/Author(s): Bitzer Klaus

Artikel/Article: [Veränderungen an Gerollen in der ungesättigten Zone quartärer Rhein-Kiese 11-18](#)