

Über Gerölle mit Eindrücken.

Von **Paul Kessler** (z. Z. Tübingen).

Die sogenannten „Gerölle mit Eindrücken“ kommen weit häufiger vor, als meist angenommen wird. Eine Zusammenstellung einiger Vorkommen findet man bei DAUBRÉE¹, bei ROSENBUSCH² und bei NOEGGERATZ³. Außer den dort erwähnten Stellen vermag ich noch anzuführen: Rotliegendes von Saarbrücken⁴, Hauptkonglomerat des Buntsandsteins bei Zabern, Buntsandsteinkonglomerat von Chase Cannock⁵, Eocän von Portofino⁶, Oligocän von Bourgne, Mézéré⁷, vom Bast-Berg und Odratzheimer Horn im Unter-Elsaß⁸, weitere verschiedene Stellen aus der tertiären Nagelfluh der Schweiz (Länfeldingen, Rigi-Rotstock, Roggenkemsen bei Aarau, Zugerberg⁶, Jura-nagelfluh vom Hohenhöwen⁹, dem miocänen Tuffgang von Aichelberg bei Holzmaden¹⁰ und schließlich alluviale Kiese des Rheins bei Straßburg. Ich bin überzeugt, daß bei näherem Nachforschen diese Liste sich nicht nur wesentlich erweitern ließe, sondern daß man wohl in allen Geröllablagerungen, die den noch zu erörternden Bedingungen entsprechen, Gerölle mit Eindrücken fände. Daß sie bisher meines Wissens nicht aus älteren als carbonischen Ablagerungen bekannt geworden sind, halte ich für reinen Zufall. Vielfach wird die Erscheinung, die in starker Ausprägung gewiß sehr auffallend ist, übersehen, wenn die Eindrücke weniger tief oder nur angedeutet sind.

Die Erklärung der auffallenden Erscheinung hat eine, wenn auch nicht große, so doch interessante Literatur erzeugt. LORTET¹¹ war der erste, der Gerölle mit Eindrücken aus der Nagelfluh von St. Saphorin bei Vévey und von Ruti beschrieben und zu erklären versucht hat. Wenn er sich auch nicht völlig klar über eine Deutung ist — er nimmt allerhand Möglichkeiten, auch elektrische Vorgänge an —, so neigt er doch am meisten der Erklärung zu.

¹ Études synthétiques de géologie expérimentale. 1879. p. 382.

² Elemente der Gesteinslehre. 1898. p. 374.

³ Die Gerölle oder Geschiebe mit Eindrücken von solchen. Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. 1853. p. 667 ff.

⁴ CH. E. WEISS, Erl. zu Bl. Heusweiler. p. 12.

⁵ MELLARD READE, Geol. Mag. New ser. Dec. IV. 2. 1895.

⁶ Stücke der Universitätsammlung Straßburg.

⁷ DELBOS und KÜCHLIN-SCHLUMBERGER, Description Géologique et Mineralogique du Dep. du Haut-Rhin. 2. p. 50.

⁸ KESSLER, Die tertiären Küstenkonglomerate in der mittelh. Tiefebene. Mitt. Geol. Landesanst. Elsaß-Lothringen. 1909. 7. p. 200 u. 205.

⁹ Stücke der Universitätsammlung Tübingen.

¹⁰ BRANCO, Schwabens 125 Vulkan-Embryonen. p. 347.

¹¹ N. Jahrb. f. Min. etc. 1836. p. 196 u. 339.

daß das Gestein durch Wärme erweicht, und dann ein Stein in den andern hineingedrückt worden sei. Erweichung unter Einfluß von Wärme bezw. heißem Wasser nehmen auch an M. FAVRE¹ und HÉBERT².

Eine ähnliche Hypothese stellt auch PAILETTE³ auf, nur bringen nach ihm kali- und natronhaltige Wasser, die er aus überlagernden feldpathaltigen Gesteinen herleitet, die Erweichung zustande. Kleinere Vertiefungen mit rauher Oberfläche führt er auf ausschabende Bewegung innerhalb der noch nicht verfestigten Geröllmassen zurück. Vorsichtiger drückt sich ANDREAE⁴ bei Besprechung der Gerölle vom Letzen-Berg bei Türkheim (Ober-Elsaß) aus, wenn er sagt, „daß es den Anschein gewinnt, als ob das eine Gerölle hart, das andere mehr oder minder weich gewesen sei“.

Die Annahme, daß die Erscheinung auf mechanische Vorgänge zurückzuführen sei, würde häufiger anscheinend dadurch bestätigt, daß man Gerölle fand, die von dem Eindruck strahlenförmig ausgehende Risse zeigten. Weit häufiger kommen aber Gerölle mit Eindrücken vor, die sonst durchaus unversehrt sind. Gerade bei denen vom Letzen-Berg, die die tiefsten mir bekannten Eindrücke aufweisen, habe ich niemals Risse bemerkt. Umgekehrt kommen häufig in Konglomeraten stark geborstene Gerölle vor, die keine Spur von Eindrücken aufweisen. Noch 1895 benutzte GRESLEY⁵ ein übrigens losé gefundenes verschlepptes Gerölle, das gleichzeitig Eindruck und Risse aufwies, dazu, die rein mechanische Entstehung zu verfechten, und noch heute behandeln die meisten Lehrbücher der Allgemeinen Geologie Gerölle mit Eindrücken und geborstene Gerölle in demselben Abschnitt.

Nach KAYSER⁶ soll wohl als erster SORBY auf chemische Ursachen hingewiesen und Lösung angenommen haben. Die Stelle ist mir ebensowenig bekannt, wie eine frühere Äußerung DAUBRÉE's⁷ in demselben Sinne. Später⁸ hat DAUBRÉE den Gegenstand ausführlicher besprochen und durch Versuche erläutert. Setzte er sich berührende Kalkgerölle in angesäuertes Wasser, so erhielt er das Gegenteil der beabsichtigten Wirkung. An den Berührungsstellen zeigten die Gerölle keine Vertiefungen, sondern Erhöhungen, da hier der sonst fortgeführte Kalk stehengeblieben war. Eine ähnliche Erfahrung hatten schon früher DELBOS und KÖCHLIN-SCHLUM-

¹ Bull. soc. géol. France. 1849. p. 44.

² Ebenda. p. 42.

³ Bull. soc. géol. France. 1849. p. 42.

⁴ Ein Beitrag zur Kenntnis des Elsässer Tertiär. Abh. Geol. Landesanst. Elsaß-Lothringen. 2. 1884. p. 309.

⁵ Geol. Mag. New ser. Dec. IV. 2. 1895. p. 341.

⁶ Allgemeine Geologie. Aufl. 1918. p. 682.

⁷ Vgl. PAILETTE, a. a. O.

⁸ Études synthétiques. p. 382.

BERGER¹ gemacht, als sie unter 100 kg Druck ein Jaspisgerölle auf einen harten Kalkstein gesetzt und das Ganze dann in ein schwach saures Bad gebracht hatten. Zu ihren Versuchen veranlaßt waren die beiden Forscher durch die Beobachtungen, die sie sowohl an den vorwiegend aus Jurakalken zusammengesetzten tertiären Konglomeraten des Ober-Elsaß und von Bourogne und Méziré gemacht hatten, wie auch an den meist aus Quarziten und Quarzen bestehenden Buntsandsteinkonglomeraten von Gebweiler² und Bühl³. Sie hatten die Vermutung, daß, wenn zwei Gerölle unter hohem Druck sich berühren, das härtere vielleicht einen Teil der Oberfläche des anderen zu Staub zerreiben und so der auflösenden Kraft des zirkulierenden Wassers mit seinen lösenden Beimengungen bessere Angriffspunkte geben könne. Ihr Versuch zur Bestätigung ihrer Vermutung, daß es im wesentlichen ein chemischer Vorgang sei, der die Vertiefungen hervorrufe, konnte ebensowenig wie der erste Versuch von DAUBRÉE Erfolg haben, da ein wichtiger Umstand übersehen war, den anzufinden DAUBRÉE'S Verdienst ist. Ihm gelang nämlich das Experiment, wenn er nicht die ganze Masse in die lösende Flüssigkeit brachte, sondern schwach angesäuertes Wasser nur langsam über die Gerölle tropfen ließ. An den Berührungsstellen wurde die lösende Flüssigkeit kapillar festgehalten und konnte hier ihre Wirkung so stark ausüben, daß der gewünschte Erfolg eintrat. So war der Beweis erbracht, daß auch in der Natur, falls es sich wirklich nur um chemische Vorgänge handelt, die Gerölle mit Eindrücken nur dann entstehen können, wenn sie in einer nicht mit Flüssigkeit, sondern mit Luft erfüllten Schicht liegen, in der nur sehr wenig Wasser zirkuliert. Aber noch häufiger tauchte in der Literatur der Gedanke auf, daß die Eindrücke nicht auf die von DAUBRÉE angegebene Weise zustande kämen, sondern durch mechanische Wirkung. GRESLEY habe ich bereits oben erwähnt. Interessant ist die Entgegnung, die MELLARD READ⁴, ein Anhänger der Theorie über die chemische Entstehung der Gerölle mit Eindrücken, ihm gab, teils weil seine Beweise schlagend sind, teils weil er noch manche für die Entstehung der Eindrücke wichtige Beobachtung mitteilte. Er führt aus, daß, wenn wirklich nur mechanische Einwirkung vorläge, sich doch die weggepreßte Masse irgendwo zeigen müßte, was nicht der Fall ist. Ferner ist der Stein mit Eindruck oft härter als der, der in den Eindruck paßt. Gerölle mit Eindrücken und Sprüngen sind nicht das Normale. Von sechs ihm vorliegenden Stücken zeigte nur ein einziges auch Risse. Für chemische Vorgänge spricht,

¹ Haut-Rhin. 1. p. 233.

² KÖCHLIN-SCHLUMBERGER, Bull. soc. géol. France. 2. XII. 1854. p. 87.

³ Haut-Rhin, a. a. O.

⁴ Geol. Mag. New ser. Dec. IV. 2. 1895.

daß im Innern der Eindrücke die sonst rote Farbe des Gesteins meist in hellgrau umgewandelt ist. Die von ihm beobachteten Gerölle hatten meist die Eindrücke nur auf einer Seite. Schließlich stellte er fest, daß in den meisten Löchern Kieselsäureablagerungen vorhanden sind und schließt daraus auf einen Wechsel von Lösung und Fällung.

Auch DELBOS und KÖCHLIN-SCHLUMBERGER war an den Buntsandsteingeröllen von Bühl diese Quarzabscheidung ebensowenig wie DAUBRÉE überhaupt die Abscheidung von Quarz bzw. Kalk an Geröllen mit Eindrücken als häufige Erscheinung entgangen.

In seinen „Elementen der Gesteinslehre“ erwähnt ROSENBUSCH (p. 375) die DAUBRÉE'schen Versuche. Ihm ist bekannt, daß stets (eine Ausnahme hat TORNQUIST¹ beobachtet) das Geröll mit dem kleinsten Krümmungsradius den Eindruck erzeugt, das mit dem größeren ihn empfängt. Die chemische Natur der Gerölle scheint ihm insofern ohne Einfluß, als Gerölle mit Eindrücken den verschiedensten Gesteinen angehören, Kalksteinen, Graniten, Quarziten usw. Wie sich allerdings diese Gerölle zueinander verhalten, wenn sie in einer Ablagerung zusammen vorkommen oder eines im anderen den Eindruck hervorgerufen hat, gibt er nicht an. Auch die Härte ist nach ihm gleichgültig und kommt nur insofern in Betracht, als an harten Gesteinen die Eindrücke weniger tief zu sein pflegen (nun sind meist aber die härteren Gesteine auch die chemisch schwerer löslichen: DELBOS und KÖCHLIN-SCHLUMBERGER geben aber auch von den sehr harten Geröllen des Buntsandstein-Hauptkonglomerats solche mit Eindrücken bis zu 5 mm Tiefe an). Wohl auf den bereits erwähnten Umstand hauptsächlich, daß an harten Gesteinen auch häufiger Sprünge von der Eindrucksstelle ausstrahlen, gründet ROSENBUSCH seine Anschauung, daß die Vorgänge in der Natur nicht mit dem DAUBRÉE'schen Versuch übereinstimmen, sondern hier andere Ursachen zu suchen seien. Für solche spricht nach ihm auch die Verbreitung im gestörten Gebirge: so liegen z. B. in Vogesen und Schwarzwald die Vorkommen in der Nähe der Hauptverwerfungen.

Auch die von TORNQUIST näher beschriebenen Vorkommen in dem Hauptkonglomerat des Buntsandsteins von Lascemborn² liegen in einem stark zerrütteten Gebiet. TORNQUIST, der für die Entstehung durch chemische Lösung eintritt, schreibt dieser Zerrüttung ein stärkeres Zirkulieren von Wasser und damit stärkere Lösung von Kieselsäure zu, die sich an den Geröllen mit Eindrücken bemerkbar macht. Auf dieselbe Ursache ist es wohl überhaupt zurück-

¹ Beobachtungen an Geröllen im Hauptkonglomerat des Buntsandsteins von Lascemborn in Lothringen. v. KOENEN-Festschrift. 1907.

² Beobachtungen an Geröllen im Hauptkonglomerat des Buntsandsteins von Lascemborn. v. KOENEN-Festschrift 1907.

zuführen, wenn man Gerölle mit Eindrücken hauptsächlich an gestörten Stellen antrifft. So liegen auch die prächtigen Gerölle vom Letzen-Berg in einem stark gestörten Gebiet¹. Die Nähe der Störung wird sich aber an den Geröllen in vielen Fällen nicht nur durch chemische, sondern auch durch mechanische Wirkungen äußern. So erklärt es sich leicht, daß DELBOS und KÖCHLIN-SCHLUMBERGER an vielen Geröllen von Bühl Rutschflächen beobachteten, und daß öfters Gerölle mit Eindrücken, auch die von GRESLEY, ROSEBUSCH und anderen erwähnten, radiale Sprünge zeigen. War einmal der Eindruck eines Gerölles im anderen durch chemische Vorgänge gebildet, so mußte, sobald beide Gerölle durch irgendwelche neu hinzukommenden Kräfte fester aneinandergedreht wurden, notwendigerweise das Geröll mit dem kleineren Krümmungsradius in die Höhlung des mit dem größeren wie ein Keil eingreifen und ihn unter Umständen zersprengen. In unserem Falle wäre die neu hinzukommende Kraft entweder die Kraft der Verschiebung selbst, oder wahrscheinlicher käme der Druck dadurch zustande, daß durch die von der Verwerfung hervorgehende Lockerung des Gefüges eine neue Verteilung des Druckes der überlagernden Gebirgsschichten stattfindet, wobei natürlich die beiden im Eindruck sich berührenden Gerölle besonders betroffen werden. Eine gewisse Bewegung in der ganzen Masse ist überhaupt nötig, damit tiefere Eindrücke entstehen können. Denn sobald die Höhlung so tief gefressen und der Abstand beider Steine so groß ist, daß das lösende Wasser nicht mehr kapillar festgehalten wird, muß die Lösung aufhören und unter Umständen sogar eine Abscheidung stattfinden. In der Tat findet man derartig fest verkittete eindrückende und eingedrückte Gerölle recht häufig. Auch TORNQUIST hat beobachtet, daß an dem Konglomerat von Lascemborn häufig die Eindrücke später wieder durch großkristallinen Quarz ausgefüllt sind, und es darauf zurückgeführt, daß die Gerölle nicht weiter ineinandergeschoben sind. KLÄNN² macht ebenfalls darauf aufmerksam, daß Druck mitgewirkt hat, da sonst die Gerölle nicht ineinandergeschoben seien. Der Druck braucht nun keineswegs groß gewesen zu sein. Bei noch nicht verfestigten oder irgendwie wieder gelockerten Ablagerungen genügt die eigene Schwere des Gerölles. Nicht ohne Bedeutung auch in dieser Beziehung scheinen mir Beobachtungen zu sein, die ich an den verschiedensten jungen Schottern, zuerst an alluvialen Rheinschottern oder wahrscheinlicher alluvial durch die Ill umgelagerten Rheinschottern (sie enthalten vorwiegend alpine Gesteine, liegen aber nahe der Ill) machen konnte. Die Geröll-

¹ Die von TORNQUIST a. a. O. gegebenen Abbildungen der Aufschlüsse am Letzen-Berg finden sich auch in der Mitteilung von VAN WERVEKE: Wie die Umgebung von Gebweiler entstanden ist. Mitteil. d. Philomath. Ges. Elsaß-Lothringen. 3. p. 58—70.

² Die Geologie der Umgebung von Colmar. 1914. p. 87 (u. p. 60).

ablagerungen sind in den Kiesgruben neben dem neuen Straßburger Friedhof zu Straßburg-Ruprechtsan aufgeschlossen. Daß sie ganz jung sind, ist durch das gelegentliche Vorkommen von Backsteingeröllen in den oberen Lagen erwiesen. Bedeckt ist die Geröllablagerung von einer an dieser Stelle meist etwa 30—50 cm mächtigen Schicht des sogen. Schlamm-sandes, eines feinkörnigen glimmerhaltigen graugelben Sandes mit ziemlich hohem Kalkgehalt. Schon in den oberen Lagen der Kiese kann man ziemlich häufig Gerölle finden, die kreisförmige, starke Anätzung zeigen. Gelegentlich steigert sich die Anätzung so, daß sie zum Eindruck wird. In der Tat entsprechen die Ätzstellen stets der Spitze eines an das Geröll anstoßenden anderen Gerölls. Häufig ist um die Ätzstelle kohlen-saurer Kalk ringförmig ausgeschieden, häufiger ist die ganze Seite des Gerölls, die die Eindrücke zeigt, mit Kalk krustenförmig überzogen, so daß die Eindrücke aussehen wie Pockennarben in einer glatten Haut. Eindrücke wie Kalkkrusten zeigen sich fast stets nur auf der Unterseite der Gerölle. Auch MELLARD READE hatte schon das einseitige Auftreten der Eindrücke an seinen Buntsandsteingeröllen festgestellt, aber da er keine Beobachtungen an Ort und Stelle gemacht hatte, irrtümlich angenommen, es handle sich um die Oberseite. Daß sie in der Tat häufig nur an der Unterseite auftreten, konnte ich auch an Geröllen aus dem Hauptkonglomerat des Buntsandsteins von Zabern feststellen, wo auch die sekundären Quarzabscheidungen hauptsächlich an der Unterseite vorkommen. Die Ursache beider Erscheinungen scheint mir, wie ich auch durch Versuch¹ feststellen konnte, dieselbe zu sein. Über den Geröllagen liegt in vielen Fällen Sand. Solange keine Verfestigung eingetreten ist, wird der Sand bei jedem Regenguß und bei jeder anderen Durchfeuchtung der Ablagerung zwischen die Gerölle eingeschwemmt und sammelt sich naturgemäß auf ihrer Oberseite, während unter den Geröllen ein mehr oder minder großer Hohlraum bleibt. Von wesentlichem Einfluß ist dabei die Größe der Sandkörner. GUSTAV WEISS² gibt nach ATTERBERG die obere

¹ Zu dem Versuche benutzte ich Gerölle aus der Ruprechtsauer Kiesgrube, wobei ich auf das Vorhandensein möglichst vieler kalkhaltigen Rücksicht nahm. Die Gerölle wurden in ein unten mit feiner Öffnung versehenes Glasgefäß geschichtet und ziemlich entkalkter Schlamm-sand darüber gebracht. Sodann ließ ich mit etwas Salzsäure versetztes Wasser darüber tropfen. Die kalkigen Gerölle zeigten die erwarteten Ätzstellen. Der Versuch wurde öfters unterbrochen. Es zeigten sich bei dem Zusatz von Schwefelsäure auch die Gipsabscheidungen, genau wie in der Natur die Kalkabscheidungen, meist auf der Unterseite der Gerölle, da der Schlamm-sand ziemlich schnell zwischen die Gerölle eingeschwemmt wurde und auf ihrer Oberseite liegen blieb.

² Verwitterungserscheinungen an Buntsandsteinsedimenten. Jahresber. u. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver. 1916. p. 90.

Grenze der Kapillarität und des Wasserhaltungsvermögens bei 0,2 mm Korngröße an. Bei allen geringeren Korngrößen werden also auch bei nur tropfendem Wasser die Zwischenräume zwischen den einzelnen Sandkörnern völlig mit Wasser gefüllt. Sind die Körner größer, so wird das von oben einsickernde Wasser nur an den Berührungsstellen festgehalten, jedes Körnchen kann also einen Eindruck hinterlassen. Derartige angeraute Gerölle findet man nicht allzu selten. Legt sich dagegen Sand von geringerer Korngröße auf die Gerölle auf, so können sich auf ihrer Oberseite keine Eindrücke bilden, da ja die Flüssigkeit die ganze Masse durchdringt, während auf der freien Unterseite sowohl die Eindrücke entstehen können, wie auch Kalk bzw. Quarz abgeschieden werden kann. Über die Bedingungen der Abscheidung spricht sich G. WEISS des näheren aus. Ich muß mich damit begnügen, auf seine Darstellung, die auch für das vorliegende Thema sehr interessantes bietet, hinzuweisen. In vielen Fällen wird die Lösung an den Berührungsstellen der Abscheidung an den freien Stellen vorangegangen sein, in anderen hat es aber den Anschein, als ob Lösung und Fällung gleichzeitig stattfänden. Bei der Fällung spielt die Verdunstung¹ eine bedeutende Rolle. Sie wirkt natürlich an den freien Stellen stärker als an den Berührungsstellen. Dabei wird das kalk- bzw. kieselensäurehaltige Wasser von den Berührungsstellen an die freien Stellen hingezogen und kann dort den eben aufgenommenen Mineralgehalt wieder abscheiden. Ähnliches deutet auch WEISS² an.

Hängt das Verhältnis von Lösungs- zu Abscheidungsstellen mit der Verdunstung zusammen, so darf der ganze Vorgang sich nur in relativ hoher Lage, jedenfalls über dem Grundwasserspiegel, abspielen. Für die Entstehung sowohl der Eindrücke wie der Mineralabscheidungen kommt, wie ja auch schon aus den DAUBRÉE'schen Versuchen hervorgeht, nur diese Lage in Betracht. Denn alle unter dem Grundwasserspiegel gelegenen Ablagerungen wird das Wasser, wenn es überhaupt Zutritt hat, in der Regel vollkommen erfüllen. Sowohl beim Fehlen des Wassers wie bei der Sättigung mit Wasser sind die Bedingungen für die Bildung der Eindrücke nicht vorhanden. Darans geht hervor, daß man nicht, wie es z. B. auch KAYSER in seinem bekannten Lehrbuch tut, (Tiefen-) Wärme und damit leichtere Löslichkeit annehmen darf. Auch TORNQUIST hat diese Annahme gemacht und als Bildungszeit der Eindrücke in den Geröllen von Lascemborn eine Zeit angenommen, in der unter etwa 1000 m Bedeckung die Temperatur höher gewesen sei und etwa 45° betragen haben könne. Vielmehr entstehen und entstanden die Eindrücke stets in der Nähe der Ober-

¹ WEISS, a. a. O. p. 91.

² a. a. O. p. 92.

fläche, und zwar ebenso wie die Kalk- bzw. Quarzabscheidungen in der Zementationszone. Daraus ergibt sich, daß in den meisten Fällen die Entstehungszeit der Eindrücke entweder dicht der Ablagerung der Gerölle gefolgt ist, oder, was wohl das häufigste ist, in die allerjüngste Zeit fällt. Nur ausnahmsweise werden Geröllagen, nach ihrer Ablagerung bereits zweimal, wie es nötig ist, wenn die Bildung der Eindrücke zwischen erstem und jetzigem Auftreten an der Oberfläche stattgefunden haben soll, in das bezeichnete Niveau gekommen sein, ohne der Vernichtung anheimgefallen zu sein. In manchen Fällen hat man aber Mittel zur Verfügung, die Bildungszeit der Eindrücke festzustellen. Bei dem Konglomerat von Lascemborn muß der Vorgang nach Eintreten der Verwerfungen und nach Herausragen über den Grundwasserspiegel stattgefunden haben. Mit andern Worten, er ist ganz jung. Anders beim Konglomerat des Letzen-Bergs. Dort sind in einzelnen Lagen die Gerölle gar nicht miteinander verbunden, in anderen sind sie zu einem sehr festen Gestein durch ein feinkörniges Bindemittel, das im wesentlichen aus Kalksandstein besteht, verkittet. Die Feinkörnigkeit des Bindemittels schließt aus, daß es schon zur Bildungszeit der prächtigen Eindrücke vorhanden war. Es kann also erst später von oben eingeschwemmt sein. Da nun verkittete mit unverkitteten Lagen wechseln, die Gerölle beider aber Eindrücke aufweisen, kann in die verkittete Bank der Sand nicht erst nach Abschluß der unverkitteten eingeschwemmt sein, vielmehr muß der Vorgang jedesmal unmittelbar nach Ablagerung der betreffenden Schicht stattgefunden haben. Das setzt aber einen steten Wechsel zwischen Hebung und Senkung (oder mindestens Stillstand der Bewegung) an der damaligen Küste voraus, wie wir ihn in der Tat aus anderen Gründen für das elsässische Oligocän annehmen müssen.

Wie in diesem Falle, so werden sich aus dem Auftreten von Geröllern mit Eindrücken wohl noch öfters weitergehende geologische Schlüsse ziehen lassen.

Zur Kenntnis der Stratigraphie und Paläogeographie des Amberger Kreidegebiets.

Von **Walther Klüpfel**.

Im östlichen Frankenjura setzen sich die letzten Juraablagerungen aus marinem Frankendolomit und thitonischen Plattenkalken zusammen. Das Fehlen jeglichen Sandgehalts in diesen Sedimenten deutet auf ein weit östlich gelegenes Ufer hin. Nach der ersten Heraushebung und der Einnuldung des Frankenjura, die mit

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1919

Band/Volume: [1919](#)

Autor(en)/Author(s): Kessler Paul

Artikel/Article: [Über Gerölle mit Eindrücken. 300-307](#)