

LEHRE-ABDRUCK
AUS DEM
NEUEN JAHRBUCH
FÜR MINERALOGIE, GEOLOGIE UND PALAEONTOLOGIE.
Beilage-Band XIV.
(S. 472—483.)

Edelopal und Opal-Pseudomorphosen von White
Cliffs, Australien.

Von

Georg Gürich, Breslau.

Mit 1 Textfigur.



Stuttgart.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Nägele).

1901.

Edelopal und Opal-Pseudomorphosen von White Cliffs, Australien.

Von

Georg Gürich, Breslau.

Mit 1 Textfigur.

Von dem Edelsteinhändler Herrn KLEIN, welcher für die Firma WAGNER in Idar in Neu-Süd-Wales Opal aufkauft, erhielt ich eine Sammlung sehr instructiver Stücke aus den Opalminen von White Cliffs zur Untersuchung. Herr KLEIN hat mit regem Interesse und mit grossem Verständniss für den wissenschaftlichen Werth seiner Funde eine auserlesene, auch materiell werthvolle Sammlung zusammengebracht, welche mich in den Stand setzt, die in der Überschrift angedeuteten Fragen ihrer Lösung einige Schritte näher zu bringen. Herrn KLEIN spreche ich auch an dieser Stelle für sein Entgegenkommen meinen besten Dank aus.

Die Literatur über die Opalfelder von White Cliffs findet sich zusammengestellt in den Records of the Geological Survey of New South Wales. 4. Part IV. 1900. DUN: Papers on Economic Geology. p. 300 f. Von den australischen Publicationen, deren Liste unten folgt, sind mir nur die in den genannten Records und in den Annual Reports Dept. Mines N. S. W. erschienenen bekannt.

Verzeichniss der Literatur über die Opalfelder von White Cliffs.

- ANDERSON, Notes on the occurrence of Opal in N. S. W. Rec. Geol. Surv. N. S. W. 1892. 3. Part 11. p. 29.
T. COOKSEY, Precious Opal from White Cliffs N. S. W. Rec. Austr. Mus. 1896. 2. No. 7. p. 111.

- R. ETHERIDGE jun., An Australian Sauropterygian: *Cimoliosaurus* converted in Precious Opal. Rec. Austr. Mus. 1897. 3. No. 2.
- GIPPS (F. DE V.), Some Notes on the White Cliffs Opal-fields, Wilcannia. Transact. Austr. Inst. Min. Eng. 2. 1894.
- — The White Cliffs Opal-fields N. S. W. Engin. and Min. Journ. 1895. 59. 437.
- JAQUET, Report on the White Cliffs Opal bearing deposits. Ann. Rep. Dept. Mines N. S. W. for 1892. p. 140.
- SLEE, Rep. on the Opal-fields at White Cliff ibidem, for 1895. p. 83.
- TATE, On two new Cretaceous Bivalves (from White Cliffs Opal-field, preserved in precious Opal). Transact. R. Soc. S. Austr. 1898. 22. 77.
- WEISBACH, Über eine Pseudomorphose von Opal. Dies. Jahrb. 1898. II. 150.
- PELIKAN, Pseudomorphose von Edelopal nach Gyps. TSCHERM. Min. u. petr. Mitth. 19. 1900. p. 336.

Der Edelopal liegt mir in folgenden Formen vor:

1. Als Ausfüllung kleiner Sprünge in verschiedenen Gesteinen, z. Th. sind es Sandstein-, z. Th. Feldspath-reiche, durch die Opalisierung stark veränderte Gesteine.

2. Als Ausfüllung von Sprüngen und Bohrgängen in opalisirtem Holze.

3. Als Bindemittel eines Sandsteins.

4. Als Versteinigungsmittel von Holz, devonischen Crinoidenstielgliedern, devonischen Brachiopoden, jurassischen Zweischalern, einer Schnecke, von Belemniten und von Saurierknochen.

5. In Form von faustgrossen Pseudomorphosen nach radial angeordneten Krystallaggregaten.

Die Gesteine sind zunächst Sandsteine mit mehr oder minder opalisirtem Bindemittel; ein röthliches und ein graues Gesteinsfragment mit dichtem schimmernden Bruch erwiesen sich als devonisch. Das rothe Gestein ist von einer braunen porösen Verwitterungskruste überzogen. Zahlreiche Hohlräume in derselben deuten an, dass das Gestein von organischen Resten erfüllt war; im compacten unverwitterten Gestein fallen aber nur die Crinoidenstielglieder auf, von denen weiter unten die Rede ist. Der Sandstein besteht aus gleichmässig feinkörnigen Quarzkörnchen, welche eng aneinandergesprengt sind und mit ihren Vorsprüngen in die Lücken der Nachbarn hereingreifen. Feldspathfragmente sind noch erkennbar; in ihrer Nachbarschaft finden sich auch die Brauneisenpartikel, welche die Färbung des Gesteins bedingen. Zer-

setzte Glimmeraggregate gestatten eben noch eine Deutung; zuweilen erscheinen einzelne Quarzkörnchen von sericitartigen Schüppchen umsäumt. Epidotkörnchen, völlig gerundet, ca. $\frac{1}{4}$ so lang als die Quarzkörnchen, finden sich zahlreich; auch ein Turmalinfragment wurde beobachtet. Es ist dies also das gewöhnliche Bild von Sandsteinen ähnlichen Alters. Der Opal tritt nun häufig im Bindemittel auf — aber ohne Farbenspiel.

Ferner liegt eine förmliche Edelopal-Lumachelle vor; ein grauer compacter Opalsandstein ist erfüllt von Zweischalern und *Spirifer*-Fragmenten. Für die Altersbestimmung ist ein deutlicher Tentaculit maassgebend.

Ein drittes Stückchen grauen, compacten Opalsandsteins leuchtet auf der gesammten Bruchfläche von kleinsten Edelopalglimmerchen auf; der Edelopal theiligt sich somit auch an dem Cäment.

Die Handstücke devonischen Sandsteins, welche die für die Altersbestimmung wichtigen Fossilien enthalten, sind frei von Edelopal.

In einer zweiten Art von Gesteinen sind die mesozoischen Versteinerungen eingeschlossen. Den Hölzern z. B. haftet ein gleichmässig dichtes mattes Gestein von hellgelblicher Farbe an, das wohl ebenfalls aus Opal besteht, aber von feinsten Kaolintheilchen getrübt ist. Es erhält dadurch ein porcellanähnliches Aussehen. Quarzkörnchen treten darin zerstreut auf. An den Zweischalern haftet ein mildes thoniges Gestein; in diesem fanden sich vereinzelt erbsen- bis nuss-grosse runde Gerölle quarziger Gesteine. Von einem ähnlichen Gestein ohne Fossilien wurde ein Dünnschliff untersucht. Der porcellanähnliche Kern ist graulich, von feinen Edelopalschnüren unregelmässig durchsetzt. Umschlossen ist er von einer matten kaolinähnlichen Verwitterungskruste. In dem inneren Kern fallen zahlreiche verhältnissmässig grössere Feldspathfragmente auf, die mit Quarzkörnern eng verknüpft in einen opalreichen Cäment eingebettet liegen. Aggregate feinsten Glimmerschüppchen sind ebenfalls zu erkennen. Von Kalknatronfeldspath findet man keine Spur.

Der Edelopal in compacteren Stücken, z. B. als Versteinerungsmittel der Belemniten, in den Pseudomorphosen oder in den Teredinen-Bohrhöhlen zeigt einen hohen Grad

von Durchscheintheit; er ist fast klar durchsichtig. Im durchfallenden Lichte zeigen solche Stücke bei Betrachtung mit blossem Auge eine röthlichgelb leuchtende aber schwache Farbe, und im auffallenden Licht zumeist ein Farbenspiel in reinem Blau ohne weitere Abwechslung; metallischgrüne Streifen treten nur untergeordnet auf. In sehr vielen Fällen zeigt aber klarer Opal — wie übrigens auch die anderen Varietäten — ein deutlich nach Feldern abwechselndes Farbenspiel mit blauen und grünen Farben. Diese Felder grenzen in charakteristischer Weise aneinander; besonders in den grün leuchtenden Feldern ist eine feine Parallelstreifung sehr deutlich, die an die Zwillingsstreifung beim Kalkspath erinnert. Die grünen streifigen Partien lassen sich ihrer Wirkung nach etwa mit den feinen metallisch glänzenden Federn der Kolibris vergleichen. Diese Streifung ist keine Oberflächenerscheinung, sondern muss in der Structur des Opals begründet sein. Opalpartien dieser Art gewähren bei einiger Vergrößerung genau das Bild wie ein Aggregat von Kalkspathkörnern. Zuweilen bemerkt man, dass dasselbe Feld bei bestimmter seitlicher Incidenz grün, bei anderem Einfallswinkel des Lichtes blau aufleuchtet.

Es liegt nun der Gedanke nahe, dass der Edelopal in dieser Art der Ausbildung eine Pseudomorphose nach Kalkspath darstellt und dass die Structur des Kalkspathes die Ursache zu der Inhomogenität des Edelopals giebt, welche eben das Farbenspiel veranlasst. Einige Belemniten, welche dieselbe Art des Farbenspiels zeigen, müssen also zuerst in körnigen Kalkspath und dann in Opal umgewandelt sein. Wahrscheinlich bildet auch bei anderen Edelopalvorkommnissen derselbe Vorgang der Verdrängung von Kalkspath durch die Opalsubstanz die Ursache des Farbenspiels ab. Seltener konnte ich andere Farben beobachten. Ein leuchtendes Violett erschien namentlich dort, wo der grüne Farbenton in den blauen übergeht. Kleinere, feurig leuchtende hellrothe Flimmerchen liessen sich namentlich am Opal mit trüber Grundsubstanz beobachten. Die pseudomorphe Bildung nach Kalkspath braucht nicht allein die Ursache der Herausbildung des farbenspielenden Edelopals zu sein. Sehr wohl mag mitunter die faserige Beschaffenheit der Bivalvenschalen oder die Structur

der Gastropodengehäuse die Ursache gewesen sein. Einige Belemniten zeigen stellenweise die ursprüngliche radialfaserige Structur in der Vertheilung des Farbenspiels angedeutet. Auch die in Edelopal umgewandelten Saurierknochen zeigen einen wallenden grünen Lichtschein, welcher der feineren Structur der Knochensubstanz seine Entstehung verdanken dürfte. Diese bunten Farben sehen etwas verschieden aus, je nachdem sie in fast weinklarem Opal oder in weissem, milchartig trüben Opal auftreten. Besonders in diesen liessen sich zahlreichere röthliche Flimmerchen beobachten.

Eine eigenthümliche Erscheinung möge hier erwähnt werden; manche Belemniten sind von streng parallel abwechselnden Lagen verschiedenartigen Opals durchsetzt. Immer gehen diese Lagen parallel mit der Längsaxe; es liess sich aber nicht constatiren, dass diese Bänderung mit der Structur der Belemniten im Zusammenhang stände, also etwa parallel mit der Symmetrieebene hindurchginge.

Betrachtet man den Opal im Dünnschliff, so bemerkt man wohl, dass die Substanz nicht klar wie ein Glas ist, es scheint mir aber schwer möglich, die Art der Inhomogenität zu charakterisiren. Es ist, als ob in einem dickflüssigen Glase kugelförmige und etwas länger gestreckte, unregelmässig gekrümmte Schlieren ganz regellos aneinandergedrückt wären. Dieses „Relieff“ des mikroskopischen Bildes ist aber sehr schwach und es ist nur der optische Ausdruck von Spannungsdifferenzen in der amorphen Masse. Eine Art von Wabenstructur (BÜTSCHLI) ist dabei nicht wahrzunehmen; bei einer Wabenstructur würde eine Art von Regelmässigkeit in der Anordnung dieser Erscheinung erkennbar sein.

In einem Knochenschliff liess sich bei schwacher Vergrösserung deutlich ein Opalstreifen ohne Farbenspiel parallel mit der Oberfläche des Knochens quer durch den farbenspielenden Opal hindurchsetzend beobachten. Unter der stärksten Vergrösserung verschwindet die Grenze vollständig, der Opal mit Farbenspiel zeigt dasselbe eben geschilderte „Relieff“ wie derjenige ohne Farbenspiel.

Auch im Dünnschliff erkennt man übrigens noch das schöne Farbenspiel, wenn man nur im auffallenden Lichte beobachtet oder auch nur schwach durchfallendes Licht zu-

lässt, selbstverständlich ebenfalls, wenn man den oberen Nicol vorschiebt. Im durchfallenden Lichte zeigen farbenspielende Opaltheile die Complementärfarbe, allerdings nur sehr schwach. Die mit violettbläulichem Lichte aufleuchtenden Stellen erscheinen grünlich im durchfallenden Lichte. Bei der Drehung des Tisches um 360° erscheint diese Farbe sowohl wie das Farbenspiel nur bei einer bestimmten Stellung. Stellen, deren Farbenspiel metallischgrün ist, sind im durchfallenden Licht hellröthlichgelb. Diese Beobachtungen lassen sich z. B. mit Objectiv 4 noch anstellen; rückt das Objectiv zu nahe an das Präparat, so dass das auffallende Licht abgehalten wird, so verschwinden Farbenspiel und die Färbung des Opals im durchfallenden Lichte.

Bei Schliffen der Hölzer kann man zuweilen erkennen, dass die Ausfüllung einer Tracheide aus Edelopal besteht, die benachbarte aber kein Farbenspiel zeigt. In einigen Fällen, wo weitere Hohlräume im Holze mit Opal erfüllt sind, lässt sich erkennen, dass der Opal aus scharf aneinander-grenzenden Theilen von verschieden gerichteter Structur besteht; auch hier wieder lassen sich die feinen parallelen Streifen erkennen, die wie Plagioklasstreifung aussehen, und welche ich oben auf Kalkspathzwillingsbildung zurückgeführt habe. Daraus ist zu folgern, dass auch in diesen Hölzern zuerst Kalkspath auf den Klüften gebildet wurde und erst dann die Opalisierung vor sich ging. Die eigenthümliche Erhaltung des Holzes erinnert an verkalkte Hölzer, indem bei diesen auch zuweilen knollige Partien des Holzes von concretionärem Kalkspath umschlossen, bessere Erhaltung der unverdrückten Zellen zeigen, während zwischen den Knollen die Zellen verdrückt und ihre Structur verwischt ist.

Ich glaube also nachgewiesen zu haben, dass das Farbenspiel des Edelopals veranlasst ist durch die Inhomogenität der Opalsubstanz, und dass diese selbst bei der pseudomorphen Entstehungsweise des Opals sich herausbildete, sobald die primäre Substanz eine faserige, blätterige oder sonst irgendwie lamelläre Structur besitzt. Was ich von anderweitigen Opalvorkommnissen gesehen habe, scheint mir einer Verallgemeinerung der eben geäußerten Annahme nicht zu widersprechen. Der wabenförmige Bau, welchen BÜTSCHLI für den

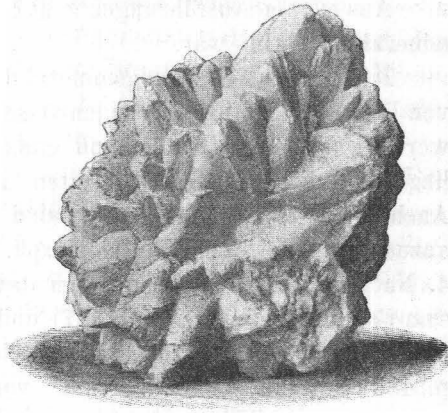
Opal überhaupt, also wohl auch für den nicht farbenspielenden Opal annimmt, müsste sich also auf die noch feinere Structur innerhalb jener Blättchen, Fäserchen etc. beziehen, und es ist bislang technisch unmöglich, denselben sichtbar zu machen. Was nun endlich die Herkunft der Kieselsäuremasse anlangt, welche als Opal das Gestein durchtränkt, so ist allgemein die Annahme geäußert worden, dass kieselsäurereiche Thermen dieselbe geliefert haben mögen, und dass diese Thermen in Zusammenhang gebracht werden mit der Thätigkeit der erloschenen, vermuthlich postcretaceischen Vulcane Australiens. Diese Annahme ist durch specielle Beobachtungen oder Gründe, soviel ich von der Literatur sehen konnte, nie gestützt worden. Jedenfalls kann man nur auf Grund einer Untersuchung an Ort und Stelle ein maassgebenderes Urtheil hierüber fällen. Aus meinen Handstücken würde sich ergeben, dass die Kieselsäure auch auf die Zersetzung von Silicaten zurückgeführt werden könnte. Ich erinnere hier nur an das häufige Vorkommen von Opalen in Serpentin und von Hyalit auf der Oberfläche der Serpentinfelsen, ein Vorkommen, das in den schlesischen Serpentinegebieten ganz verbreitet ist.

Auf die weitere Frage, wann die Opalisierung jener Gesteine stattgefunden hat, kann hier nicht eingegangen werden. Soviel ist nach den Fundberichten sicher, dass opalführende Gesteine in horizontaler Schichtung bis 50' tief anstehen. Aus diesem Gestein habe ich, wie weiter unten ausgeführt wird, devonische Gesteinsbrocken, nach *DUN* Gerölle im jüngeren Gebirge, und Handstücke mit jurassischen Fossilien untersuchen können. Um das Alter der Opalbildung festzustellen, müsste man also an Ort und Stelle die jüngeren lockeren Bildungen von *White Cliffs* beziehungsweise auch an anderen Opalfundorten Australiens untersuchen.

Pseudomorphosen.

Die strahlig angeordneten Krystalle bilden bis faustgrosse Kugeln; es liegen mir drei Kugeln dieser Art von 7—9 cm Durchmesser vor. Die Krystallenden ragen 10—20 mm lang allseitig frei heraus und sind theils unregelmässig, theils durch subparalleles Aneinanderlehnen kammförmig angeordnet. Die Form der Krystallenden ist spitzpyramidal; die Winkel sind

sehr unbeständig und reichen deswegen zu einer krystallographischen Bestimmung nicht aus. Bei näherer Betrachtung findet man, dass von den vier Endkanten immer nur die eine deutliche Einkerbungen zeigt, also wohl Spuren einer Spaltbarkeit; es können diese Einkerbungen aber auch auf unvollständige Raumerfüllung der Krystalle des primären Minerals bei ihrer Entstehung zurückgeführt werden. In jedem Falle deutet das constante Auftreten dieser Kerbung nur an einer Endkante auf eine monokline Krystallform. Durch die gekerbte Kante ist die Symmetrieebene bestimmt; hat man dieselbe erst einmal festgelegt, so kann man in den meisten Fällen feststellen, dass die beiden seitlichen Kanten angenähert gleich scharf, die gekerbten etwas schärfer (etwa $80-90^\circ$) und die vierte Kante etwas stumpfer (etwa 110 bis 120°) ist. Am leichtesten lassen sich die Winkel bestimmen, welche gegenüberliegende Endkanten über die Endecke miteinander bilden. Der Winkel der vorderen und hinteren



Opal-Pseudomorphose von White Cliffs, Australien.
 $\frac{1}{4}$ der natürlichen Grösse.

Endkante ist um $4-8^\circ$ stumpfer als der der beiden seitlichen Kanten, für welchen ich $58-63^\circ$ feststellen konnte. Andere Flächen wurden nur vereinzelt beobachtet. Stellt man die gekerbte Endkante nach vorn, so liess sich zweimal hinten eine seitliche steilere Fläche beobachten, deren Combinationskante mit der hinteren Fläche parallel der hinteren Endkante verläuft. Eine Streifung auf dem vorderen Flächenpaar geht parallel den seitlichen Endkanten. Auf dem hinteren Flächenpaare ist die Streifung weniger bestimmt; sie scheint der hinteren Endkante parallel zu verlaufen.

WEISBACH (dies. Jahrb. 1898. II. p. 150) hat diese Pseudomorphosen zuerst beschrieben; die Winkel, die er gemessen