

# **Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

## **Das Experiment in der Geologie**

**Paulcke, Wilhelm**

**Karlsruhe, 1912**

1. Versuche im Gebiet der Mineralogie

[urn:nbn:de:bsz:31-289039](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-289039)

1. Versuche im Gebiete der Mineralogie, und zwar chemische, physikalische und physikalisch-chemische.
2. Versuche im Gebiet der Petrographie.
3. Rein geologische Versuche.

Naturgemäß stehen vielfach Versuche der einen dieser Gruppen mit solchen einer anderen in enger Beziehung.

### 1. Versuche im Gebiet der Mineralogie.

Eine genauere Behandlung dieser Untersuchungen gehört nicht mehr in den Bereich dieser Abhandlung; nur einige Hinweise zur Charakterisierung dieser Versuchsgruppe seien an dieser Stelle angeführt.

Eigentlich gehört hierher ja das ganze große Kapitel der physikalischen und chemischen Mineralogie; besonders die in engstem Zusammenhang mit geologischen Fragen stehenden Untersuchungen über das spezifische Gewicht, Deformation, Elastizität, Festigkeit, Spaltbarkeit, Gleitung, Bruch, Plastizität der Mineralien, sowie über Lösungsfähigkeit, Verwitterung derselben u. s. f. Von besonderem geologischen Interesse ist auf diesem Gebiet experimenteller Untersuchungen die künstliche Herstellung von Mineralien auf synthetischem Wege.

Es sei nur an die künstliche Darstellung von Edelsteinen erinnert; z. B. von Diamant von *H. Moissan*<sup>1)</sup> u. a. — Rubin und Sapphir<sup>2)</sup> durch *Fremy* und *Feil*, sowie *Verneuil*<sup>3)</sup> u. s. f. Die Fabrikation künstlicher Edelsteine<sup>4)</sup> ist schon soweit,

<sup>1)</sup> *Moissan, H.*, Der elektrische Ofen. Deutsche Übersetzung, Berlin 1894.

<sup>2)</sup> *Fremy u. Feil*, Comptes rendus 1877.

<sup>3)</sup> *Fremy u. Verneuil*, Comptes rendus 1890.

<sup>4)</sup> Deutsche Edelsteingesellschaft in Idar. Vergl. Zusammenfassungen und Referate in *C. Doelter*, Handbuch der Mineralchemie, Dresden 1911, sowie *Groth P.*, Chemische Kristallographie, Leipzig 1906—08.

daß sie Steine von guter Qualität und relativ beträchtlicher Größe auf den Markt zu bringen vermag. —

Auch gesteinsbildende Mineralien sind bereits synthetisch dargestellt worden.

Nur einige der wichtigsten seien erwähnt.

Künstliche Herstellung von Quarz gelang zuerst *Schafhäütl*,<sup>1)</sup> sowie *de Sénarmont*<sup>2)</sup> und *Daubrée*,<sup>3)</sup> Feldspäthe,<sup>4)</sup> stellten *Fouqué* und *Michel*<sup>5)</sup> (Albit), sowie *Hautefeuille* dar;<sup>6)</sup> letzterem gelang auch die erste Darstellung von Orthoklasen.<sup>7)</sup>

Von Augiten gelang die erste künstliche Darstellung eines rhombischen Augites, des Enstatit *Ebelmen*,<sup>8)</sup> die von einem monoklinen Augit, dem Diopsid *Daubrée*,<sup>9)</sup> vom Wollastonit *Hussak*.<sup>10)</sup>

Mineralien aus der Glimmergruppe von Art der Muscovite und Biotite stellte u. a. *Doelter*<sup>11)</sup> dar.

Eine überaus große Zahl von Mineralien ist auf synthetischem Wege hergestellt worden; ja die Synthese eines Minerals ist eigentlich ein integrierender Bestandteil der Untersuchungsmethoden zur Erkenntnis seiner Eigenschaften geworden. — Dabei hat sich herausgestellt, daß oft recht verschiedene Wege zum gleichen Endziel führen, und die Mineralsynthese stellt einen überaus wichtigen Zweig experimenteller Forschung zur Klärung petrographisch-geologischer Vorgänge dar.

<sup>1)</sup> *Schafhäütl*, Münchener Gelehrte Anzeigen, 1845.

<sup>2)</sup> *Sénarmont*, Annales chim. physiques 1851 und Comptes rendus 32.

<sup>3)</sup> *A. Daubrée*, Annales des mines 1857. Comptes rendus 45.

<sup>4)</sup> Vergl. Annales des mines 3<sup>e</sup> serie T. VII pg. 503, sowie *Leonhard* und *Bronn*, Jahrbuch 1835 S. 31.

<sup>5)</sup> *Fouqué* u. *Michel*, Comptes rendus 1877. 85.

<sup>6)</sup> *Hautefeuille*, Comptes rendus 1877. 84.

<sup>7)</sup> *Hautefeuille*, Comptes rendus 1877. 85.

<sup>8)</sup> *Ebelmen*, Annales chim. physiques 1851. ders. Chimie etc. Paris 1861.

<sup>9)</sup> *Daubrée, A.*, Comptes rendus 1857. Annales des mines 1857.

<sup>10)</sup> *Hussak*, Verh. naturhist. Vereins Rheinl. Bonn 1887.

<sup>11)</sup> *Doelter*, *Tschermaks mineralog. u. petrogr. Mitt.* 1888. *Vogt*, Arch. of Math. og Naturvid. 1888.

An die Versuche über Mineralsynthese schließt sich die Gruppe von experimentellen Untersuchungen über Lagerstättenbildung, besonders auch der Erzlagerstätten an.

Während man anfangs mit trockenen Substanzen gearbeitet hatte, wendete *Haidinger* 1847 nicht nur Druck und Hitze bei seinen Versuchen an, sondern ließ zum erstenmal gleichzeitig auch Wasser mitwirken. Damit war die überaus wichtige Rolle, die dieses Agens bei Neubildungen, wie metamorphen Umwandlungen in der Natur spielt, richtig erkannt und wurde dem Experiment mit größtem Erfolg dienstbar gemacht.

Als bahnbrechende Versuche über Lagerstättenbildung sind die von *Sénarmont*<sup>1)</sup> zu nennen; ferner die Experimente *Daubrée's* über die Entstehung der Zinnerzlagerstätten.<sup>2)</sup>

Die geologische Hypothese der Entstehung der Kohlenwasserstoffe aus tierischen und pflanzlichen Fetten fand ihre experimentelle Bestätigung durch die klassischen Versuche von *C. Engler*<sup>3)</sup> und die Antiklinalthypothese von *Sterry Hunt* 1859, welcher auf Grund von Beobachtungen zu dem Schluß kam, daß in gefalteten Gegenden das Erdöl sich besonders in den Antiklinalen der Falten angesammelt finde, wurde durch *Lohest* 1905 durch ein sehr instruktives Experiment demonstriert, über das *Potonie*<sup>4)</sup> wie folgt referiert: »*Lohest* hat plastisches Gestein übereinander geschichtet und in seiner Mitte zwei dünne Fettschichten

<sup>1)</sup> *Sénarmont*, Annales de chimie et physique, T. XXVIII pg. 693 und T. XXXII 1851.

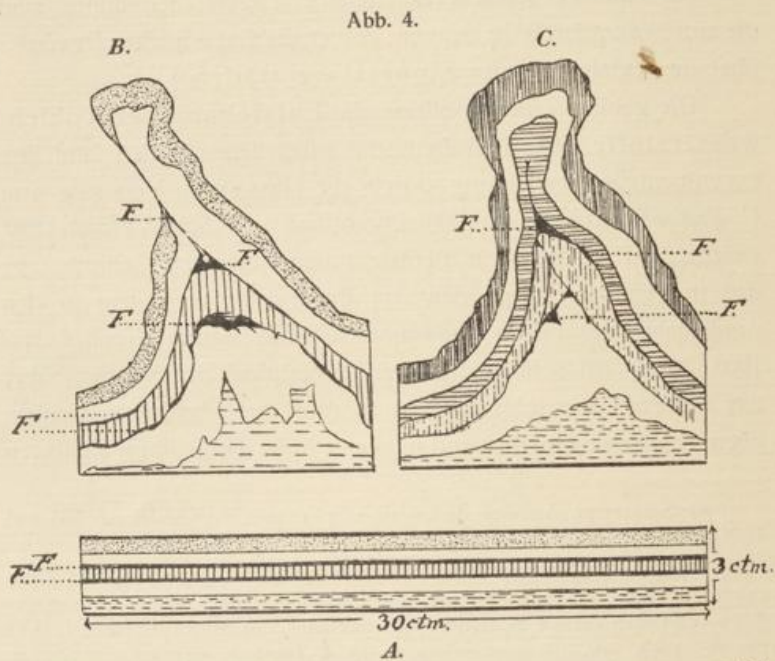
<sup>2)</sup> *Daubrée*, Untersuchungen über die künstliche Darstellung des Zinnoxides, Titanoxides und Quarzes. Beobachtungen über den Ursprung der Titan führenden Gänge in den Alpen. Annales des Mines 4<sup>e</sup> série T. XVI pg. 29. 1849. etc. Zusammenfassung in *A. Daubrée*: Synthetische Studien zur Experimental-Geologie. Deutsche Übersetzung, Braunschweig 1880 S. 19 ff.

<sup>3)</sup> Zusammenfassung in *C. Engler* und *H. Höfer*, das Erdöl, seine Physik, Chemie, Technologie. Bd. 2. 1909.

<sup>4)</sup> *H. Potonie*, Die Entstehung der Steinkohle und der Kaustolithen überhaupt, (sowie des Torfs, der Braunkohle, des Petroleums usw.) Berlin 1910.

(Abb. 4 F) eingeschaltet. Das Ganze kam in ein Behältnis mit beweglichen Wänden und wurde mit Sand bedeckt. Nähert man nun die zwei gegenüberliegenden Wände durch Pressung soweit, daß aus dem Inhalt des Behälters ein Sattel wird, so sieht man, nachdem der Sattel quer durchschnitten wird (C und B), wie das Fett F. nunmehr vornehmlich die Gipfelinie des Sattels einnimmt, wohin es also gewandert ist. Wo sich eine Spalte bildet, ist ebenfalls Fett in ihr vorhanden.»

Das Experiment bestätigt also die Annahme, daß die leicht beweglichen Massen (Fett, Erdöl) von den Stellen stärkerer Kom-



Lohesl's Versuch zur Antiklinalhypothese (aus Potonié Entstehung der Steinkohle).

- A. Ursprünglich horizontal gelagerte plastische Schichten mit 2 Fettlagen F. F. (verkürzt gezeichnet).
- B. Dasselbe nach seitlicher Kompression. Das Fett F ist vorzugsweise in den antiklinalen Scheitel gewandert.
- C. Parallelversuch zu Versuch A—B.

pression weggepreßt werden und in der Richtung der leichtesten Ausweichmöglichkeit (d. i. in den sich emporwölbenden Scheitel der Antiklinalen) wandern. Von Interesse wäre Erweiterung des Versuches durch Einführung von Wasser, welches gleichfalls das auf ihm schwimmende Öl emporheben würde und mit zur Konzentration desselben in die Sättel beitragen dürfte.

Wir wissen, daß die Entstehung unserer Kohle aus Pflanzensubstanz herzuleiten ist. Die durch Entgasungsvorgänge des Magmas der Atmosphäre zugeführte Kohlensäure erfährt durch den Assimilationsprozeß der Pflanzen eine Festlegung in der Cellulose des Pflanzenkörpers. Unter gewissen Umständen werden nun durch verschiedene Vorgänge Holzmassen dem normalen Verwesungsvorgang, bei dem die Kohlensäure der Atmosphäre zurückgegeben wird, entzogen. Es erfolgt dann eine Zersetzung unter mehr oder weniger starkem Luftabschluß und Druck. — Dabei erfolgt mit wachsendem Druck und mit zunehmender Dauer des Vorgangs zunehmende Entziehung von Sauerstoff und Wasserstoff, und es bleibt ein immer reiner werdender Rest von Kohlenstoff in der restierenden Masse übrig. Es ergibt sich in genetischer Folge die Reihe: Holz, resp. Torf — Braunkohle — Steinkohle — Anthrazit — Graphit, und die Beobachtungen in der Natur zeigen, daß in den Gebieten, in denen geringe Druckwirkungen auf Kohlenlager eingewirkt haben, diese Braunkohlenhabitus behielten (Zentral-Rußland), während gleichaltrige oder jüngere Bildungen in Gebieten, die starkem Gebirgsdruck ausgesetzt waren, rein anthrazitische oder gar graphitartige Umwandlung zeigen. — Ein Zufallsexperiment beweist den Einfluß von Druck unter Luftabschluß auf den Verkohlungsprozeß in augenfälligster Weise.

Gelegentlich des Baues der Eisenbahnbrücke bei Breisach in den 70er Jahren wurden große Fichtenstämme in dem Rheinbett eingerammt, wobei ein Stamm trotz intensivster Rammung nicht festgebracht werden konnte, obschon er im Laufe von zirka

1 $\frac{1}{2}$  Stunden etwa 2000 Rammstöße erhalten hatte. Der Stamm wurde wieder herausgenommen, und es zeigte sich, daß er nicht auf Rheinschotter traf, sondern auf festen Boden einer der tertiären Lavaströme des Kaiserstuhles (Tephrit), auf dem das Holz in stärkstem Maße zusammengestaucht worden war. Dabei waren die untersten Teile in Anthrazit (90° C) verwandelt, während das Holz nach oben Braunkohlentypus aufwies, noch höher nur leichte Bräunung zeigte und schließlich normal geblieben war.<sup>1)</sup> — Auch im Laboratoriumsversuch hat neuerdings wieder *Bergius*<sup>2)</sup> unter Einwirkung von Druck und Hitze aus Torf und Cellulose Steinkohle künstlich hergestellt, nachdem schon *Daubrée*<sup>3)</sup> unter Einfluß überhitzten Wassers aus Tannenholz Anthrazit erhalten hatte. Diese kurzen Ausführungen mögen als Hinweise über die ersten Anfänge, wie über einige der neueren Experimente dieses in letzter Zeit weiter ausgebauten Forschungszweiges dienen, dem eine große Zahl von Gelehrten ihre Arbeit widmeten, wobei die Versuche stets dann von besonders gutem Erfolg begleitet waren, wenn ihre Anordnung in möglichste Harmonie mit exakten, zuverlässigen und richtig gedeuteten geologischen Beobachtungen der Vorkommnisse und Bildungsmöglichkeiten in der Natur gesetzt wurde. —

## 2. Versuche im Gebiet der Petrographie.

Eine weitere wichtige Reihe von Versuchen zur Klärung grundlegender geologischer Fragen betrifft die experimentellen Untersuchungen von normalen und von metamorphen

---

<sup>1)</sup> Nach mündlicher Überlieferung und Bericht in *E. Kayser*, Lehrbuch der Allg. Geologie. IV. Aufl. Stuttgart 1912, S. 526. Stücke dieses Stammes liegen in den geolog. Instituten der Technischen Hochschule Karlsruhe und der Universität Freiburg.

<sup>2)</sup> Vortrag, Versammlung des Vereins deutscher Chemiker, Freiburg i. Br. 1912.

<sup>3)</sup> *Daubrée*, Synthet. Studien zur Experimentalgeologie, Braunschweig 1880, S. 137.