

# Zeitschrift für angewandte Chemie

und

## Zentralblatt für technische Chemie.

XXII. Jahrgang.

Heft 4.

22. Januar 1909.

### Beitrag zur Kenntnis der Zersetzung des Feldspats durch Wasser.

Von W. FUNK-Meissen.

(Eingeg. d. 31. 12. 1908.)

Es ist allgemein bekannt, daß nicht nur künstlich erzeugte Silicate, wie z. B. die Gläser, sondern auch viele in der Natur vorkommende Silicate von Wasser angegriffen werden. Der Grad dieser Zersetzung ist aber, wie vor einiger Zeit C u s h m a n n<sup>1)</sup> hervorhob, häufig deshalb unterschätzt worden, weil man ihn nur nach der Menge des frei in Lösung gehenden Materials gemessen hat. Zum Beweise gibt C u s h m a n n an, daß beispielsweise beim Feinmahlen von Feldspat in Wasser letzteres nur 0,03% des in dem Mineral enthaltenen Alkali aufnahm, daß es aber durch abwechselndes Mahlen und Elektrolysernen unter geeigneten Verhältnissen (bei Anwendung einer Tonzelle als Diaphragma und 110 Volt Spannung) gelang, ca. 4% Alkali, berechnet in Prozenten K<sub>2</sub>O, in die wässrige Lösung überzuführen. C u s h m a n n fügt hinzu, daß kein Grund bestehe, die völlige Zersetzung des Feldspats auf diesem Wege zu bezweifeln; er erklärt die Wirkung des elektrischen Stromes so, daß zwar keine Zersetzung des Silicats hervorgerufen, wohl aber die Absorption des Alkalies durch die kolloidalen Zersetzungprodukte des Feldspats abgeschwächt oder aufgehoben werde<sup>2)</sup>.

Durch C u s h m a n n s Versuche angeregt, habe ich mich ebenfalls mit der Zersetzung des Feldspats durch Wasser beschäftigt, und ich möchte in folgendem darauf hinweisen, daß auch ohne besondere Hilfsmittel Wasser, in einigen Fällen unterstützt durch Kohlendioxyd, sowohl in verschiedenem Maße als auch auf verschiedene Weise auf Feldspat einwirken kann, je nach der Wahl der Versuchsbedingungen. Suspendiert man auf trockenem Wege gemahlenen Feldspat<sup>3)</sup> in Wasser und überläßt dann die Suspension sich selbst, so sinken die größeren Partikel zwar ziemlich rasch zu Boden, die feineren aber bleiben nicht nur tage-, sondern wochenlang im Wasser schweben. Es entstehen allmählich oberste opalisierende Schichten von verschiedener Farbe und Klarheit im auffallenden und durchfallenden Lichte, — kurz gesagt: es zeigen sich ganz ähnliche Erscheinungen, wie sie F. Föriester<sup>4)</sup> so treffend von Tonaufschwemmungen be-

<sup>1)</sup> Transact. of the Amer. Ceram. Soc. 8, 1906; Ref. i. Sprechsaal 40, 581—584 [1907]; diese Z. 21, 834 (1908).

<sup>2)</sup> Auf die von C u s h m a n n angeregte Verwendung der fein pulverisierten, feldspathhaltigen Gesteine als Kalidüngemittel sei hier nur des Interesses halber hingewiesen.

<sup>3)</sup> Der aber immerhin so fein zerkleinert worden war, daß die größten Teilchen des Pulvers durch ein Sieb mit 800 Maschen pro 1 qcm gingen.

<sup>4)</sup> Chem. Industr. 28, Heft 24, S. 1 (1905).

schrieben hat. Wenn wir nun einerseits auch als Hauptgrund für das verschiedene Verhalten der größeren und feineren Mineralpartikel ihren ungleichen Grad der Zerteilung ansehen müssen, so möchte ich doch auch andererseits als aus meinen Untersuchungen hervorgehend konstatieren, daß diese obersten Schichten gar nicht oder doch nur zum Teile kolloidalen Feldspat, sondern schon kolloidale Zersetzungprodukte desselben enthalten. Eine Untersuchung der isolierten und bei 120° getrockneten Kolloide ergab eine durchschnittliche Zusammensetzung aus

5—15% H<sub>2</sub>O,  
40—60% SiO<sub>2</sub>,  
11—18% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,  
17—22% K<sub>2</sub>O.

Der Wassergehalt zeigt, daß wir es wirklich mit Zersetzungprodukten zu tun haben; ob neben letzteren wirklich noch sehr fein verteilter Feldspat vorhanden war, konnte nicht ermittelt werden; ferner ist zweifelhaft, daß hier wirklich homogene chemische Verbindungen vorliegen. Es ist vielmehr anzunehmen, daß es sich um Gemische von Silicaten und vielleicht auch von Kieselsäuren handelt. Auch eine Schicht, in der etwa der Übergang vom kolloidalen Zersetzungprodukt zum Feldspatteilchen nachzuweisen war, dürfte sich ohne besondere, vor allem geeignete mikroskopische Hilfsmittel nicht feststellen lassen. — Das genannte in der Suspension sichtbare Hydrosol gehörte einem negativen Kolloid an. Es ließ sich durch Zusatz kleiner Mengen Säure in einen lockeren, flockigen, weißen Körper überführen, der sich leicht zu Boden setzte, schwerer lagelang dies durch Kochen der Lösung.

Natürlich war außerdem auch in die den Feldspat suspendiert enthaltende Flüssigkeit selbst Alkali übergegangen, etwa 0,1—0,2% der im Feldspat enthaltenen Gesamtmenge<sup>5)</sup>, während Tonerde und Kieselsäure nur in Spuren nachzuweisen waren. Auch bei den Versuchen von D a u b r é<sup>6)</sup> gingen bei 192ständigem Naßmahlen des Feldspats nur 0,002% SiO<sub>2</sub> und 0,003% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> der im Feldspat vorhandenen Mengen in Lösung.

Daß nicht nur die feinsten schwebenden Teilchen des Feldspats zersetzt waren, sondern z. T. auch schon die größeren zu Boden gesunkenen, konnte mittels der kürzlich von H u n d e s h a g e n<sup>7)</sup> empfohlenen diagnostischen Fär bemethode nachgewiesen werden. Nach der Färbung mit Methylenblau und sorgfältigem Auswaschen zeigte Feldspatpulver, das lange mit Wasser in Berührung gewesen war, an den fein verteilten Partikeln unter dem Mikroskop helle blaue Zonen um einen ungefärbten

<sup>5)</sup> Benutzt wurde ein norweg. Feldspat mit 12,8% K<sub>2</sub>O und 2,3% Na<sub>2</sub>O.

<sup>6)</sup> Vgl. B i s c h o f, Die feuerfesten Tone, 2. Aufl., S. 15.

<sup>7)</sup> Diese Z. 21, 2405 (1908).

Kern herum der krystallisierte Feldspat hatte keine Farbe angenommen; die amorphen Zersetzungssprodukte zeigten Chromatophilie.

Die leichte Extrahierbarkeit eines Teiles des Alkali aus feingepulvertem Feldspat läßt sich übrigens leicht und schnell demonstrieren: Man braucht nur etwa 100 g Feldspatpulver in ein Becherglas mit Wasser zu schütten und einige Male umzurühren, um dann auf Zusatz von Phenolphthalein sofort eine gut sichtbare Rötung zu erhalten. Neutralisiert man die Flüssigkeit mit einigen Tropfen Säure, so zeigt die wenige Stunden sich selbst überlassene Suspension, ohne daß man umzurühren brauchte, bald wieder den Umschlag in Rot, ein Zeichen für die immerhin rasche Zersetzung. — Am größten ist die Zersetzungsgeschwindigkeit von vorher geschmolzenem Feldspat<sup>8)</sup>.

Leitete man in eine wässrige Suspension von trocken fein gemahlenem Feldspat, die sich in einem verschlossenen Gefäß, etwa einem größeren Pulverglas mit Glasstopfen befindet, einige Stunden lang Kohlendioxyd ein und setzte dies längere Zeit unter häufigem Umschütteln täglich fort, so erhielt man, wenn auch nicht in den ersten Tagen, so doch später, wenn man die Flüssigkeit der Ruhe überließ, keine trüben Lösungen. Vielmehr setzten sich auch die feinsten Teilchen zu Boden. Das vom Wasser absorbierte Kohlendioxyd verhindert also die Bildung von Kolloiden durch, wie man annehmen muß, chemische Einwirkungen. Ausgeschlossen scheint aber auch nicht eine mechanische Wirkung beim Einleiten des Gases, durch welche die Adhäsion des Wassers an den feinen Feldspateilchen aufgehoben wird. Letztere Annahme wird bestärkt durch die Beobachtung in der Praxis, daß auch Feldspat, der zuerst grob zerkleinert, dann aber 12 Stunden lang mit Wasser feingemahlen wurde, sich ebenfalls klar und sogar ziemlich rasch zu Boden setzt, ohne trübe Suspensionen feinster Teilchen zu bilden. Daß kohlensäurehaltiges Wasser den Feldspat in erhöhtem Maße angreift, konnte von neuem bestätigt werden: Die Untersuchung der völlig klaren Lösung durch Zusatz von überschüssiger  $1/100\text{-n}$ . Schwefelsäure, Kochen und Rücktitrieren mit  $1/100\text{-n}$ . Lauge ergab, daß 0,7% des im Feldspat vorhandenen Alkalies, ausgedrückt in Prozenten  $\text{K}_2\text{O}$ , in Lösung gegangen waren. Bei geschmolzenem, in gleicher Weise behandeltem Feldspat betrug die gelöste Alkalimenge 1,1%. — Überhaupt waren die ermittelten, in die wässrige Lösung übergegangenen Alkalimengen, auch vor allem oben bei den Versuchen ohne Kohlendioxyd, im allgemeinen größer als  $\text{Cu sh man n}$  (a. a. O.) angibt. Die extrahierbare Alkalimenge hängt eben von der Größe der Berührungsfläche und der Dauer der Einwirkung ab. Hinzufügen möchte ich noch, daß in stark kohlensäurehaltigem Wasser viel weniger ein „Zusammenbacken“ des Feldspatpulvers zu beobachten war als in reinem Wasser, daß in ersterem Falle der Feldspat nicht, wie dies unliebsamerweise sonst oft zu beobachten ist, sich am Boden des Gefäßes festsetzt, gewissermaßen unter Wasser halb erhärtet, sondern daß hier die Teilchen leicht beweglich und aufschwembar blieben.

<sup>8)</sup> Hierauf mich hinzuweisen, hatte Herr Bergrat Dr. K. Förster die Güte.

Die Versuchsbedingungen, welche beim Studium des Verhaltens des Feldspats gegen Wasser innegehalten wurden, sind andere, als den Vorgängen bei der Gesteinszersetzung in der Natur zugrunde liegen. Bei letzteren herrschen kompliziertere Verhältnisse; die in Frage kommenden Faktoren wechseln nach Art und Grad der Einwirkung. Aber da wir diese Vorgänge in der Natur gar nicht oder nur in unvollkommener Weise nachahmen können, so müssen wir uns eben durch Einzelversuche mit dem Verhalten der natürlichen Silicate gegen physikalische und chemische Einflüsse bekannt machen. Denn nur durch experimentelles Studium aller derjenigen Einwirkungen auf den Feldspat, die nach den noch heute sich widersprechenden Theorien der Geologen der Kaolinbildung in der Natur zugrunde liegen, dürfte es möglich sein, allmählich völlige Klarheit über die Genesis jener sekundären Naturprodukte zu schaffen, die für alle Zweige der Keranik die wertvollsten Rohstoffe bilden<sup>9)</sup>.

Vielelleicht kann auch die Bildung kolloidalen Zersetzungssprodukte aus dem Feldspat als ein tatsächlich in der Natur primär sich abspielender Vorgang angesehen werden. Nur muß man notwendigerweise annehmen, daß diese kolloidalen Zersetzungssprodukte sofort wieder in andere umgewandelt werden, so daß Tonerdesilicat zurückbleibt und nur Alkali und Kieselsäure vom Wasser fortgeführt werden, entsprechend der Tatsache, daß sich im Kaolin,  $\text{Al}_2\text{H}_4\text{Si}_2\text{O}_9$ , sämtliche Tonerde des Feldspats wiederfindet.

Laboratorium der Kgl. Porzellanmanufaktur Meißen.

## Bericht des Internationalen Atomgewichts-Ausschusses für 1909.

Seit der Veröffentlichung unseres letzten Berichtes<sup>1)</sup> sind mehrere wichtige Abhandlungen über Atomgewichte erschienen, welche Daten von grundlegender Bedeutung enthalten. Sie lassen sich folgendergestalt zusammenfassen.

Wasserstoff f. W. A. Noyes<sup>2)</sup> hat fünf Reihen vollständiger Synthesen des Wassers gemacht. Die erste erwies sich als fehlerhaft und ist deshalb vom Verf. nicht mitgeteilt worden. Die vier brauchbaren Reihen ergeben  $H = 1,007\ 87$  im Mittel, während Morley 1,007 62 erhalten hatte. Das allgemeine Mittel dieser Bestimmung unter Berücksichtigung aller älteren zuverlässigen Daten ist 1,007 79. Daher ist der abgerundete Wert 1,008 in der Tabelle beibehalten worden.

Chlor. Noyes und Weber<sup>3)</sup> haben die Synthese des Chlorwasserstoffs durchgeführt, indem sie den Wasserstoff in Palladium, das Chlor in

<sup>8)</sup> Betreffs der schematischen, chemischen Formulierung des Prozesses der Feldspatzersetzung bestehen ja nach den Arbeiten von Groth, Ramelsberg, Biedermann, Kosmann, Clarke u. a. viel weniger Unsicherheiten als hinsichtlich der wirklichen geologischen Ursachen der Zersetzung.

<sup>1)</sup> Diese Z. 21, 17 (1908).

<sup>2)</sup> J. Am. Chem. Soc. 29, 1718; d. Z. 21, 307 (1908).

<sup>3)</sup> J. Am. Chem. Soc. 30, 13.