

Ettringit

*Nach einem Vortrag von Bernd Ternes/ Mayen-Hausen
am 3.12.2003
vor dem Steinhauerverein Ettringen*

Weshalb halte ich heute hier einen Vortrag über nur ein einziges Mineral? Natürlich weil ich in Ettringen bin, dem Namensgeber für den Ettringit. Aber ansonsten? Nun - es gibt 4000 verschiedene Mineralien auf der Welt, und allein 17 davon wurden im Ettringer Hausvulkan - dem Bellerberg - gefunden. Nebenher ist dies die weltweit klassische Fundstelle für Zementmineralien.

Aber Ettringit ist ein besonderes Mineral.

Keinen anderen Stoff außer Wasser und Luft verwendet die Menschheit so häufig wie Beton.

Was hat das mit dem heutigen Thema zu tun? Wir werden es sehen.

Die Entdeckung

Die Layer hatten im Basalt einen weißen Einschuß gefunden. Farblos klare Kristalle glänzten in der Sonne. Das fällt auf, wenn man den ganzen Tag den grauen Stein bearbeitet. Der Einschuß wurde in die Hütte gelegt, denn ab und zu kam Besuch aus Bonn, der sich für die Steine interessierte, der auch mal was dafür springen ließ.

Das Material wurde in der Universität von Bonn durch Lehmann untersucht. Lehmann war ein Schüler des Herrn von Rath, der ein bekannte Mineraloge seiner Zeit war. Die Mineralogie war damals – vor rund 130 Jahren - noch Lehrfach in der höheren Schule. Lehmann stellte 1874 seine Untersuchungsergebnisse vor. Er hatte ein neues Mineral festgestellt. Es kristallisierte in Form sechsseitiger Prismen mit Pyramide.

Er nannte das Mineral nach seinem Fundort Ettringit.

Er beschrieb die Kalke im Basalt so:

„Kopfgroße Kalkeinschlüsse von schneeweißer Farbe mit einer lederbraunen Schmelzzone und einer zweiten von völlig dunkler Farbe sind zuweilen von unregelmäßigen Hohlräumen durchzogen, auf deren Wandungen in büschelförmigen Gruppen die zierlichen Nadelchen von Ettringit aufgewachsen sind.“

Ettringit kommt in den Gesteinen des Bellerberg Vulkanes vor und ist auch heute dort noch in meist kleinen Kristallen zu finden. Doch die kleinen Mengen taugen nur für Grundlagenforschung und um den Mineraliensammlern eine Freude zu machen.



Ettringit
Sammlung Bernd Ternes
Fotos von Stefan Wolfsried

Die in der Lava mitgeführten Kalksteineinschlüsse waren über lange Zeit großer Hitze ausgesetzt. Dabei liefen Brennprozesse ab, wie man sie aus der Zementindustrie kennt. So finden sich in den Einschlüssen neben Ettringit fast alle Zementmineralien, die man auch aus den Zementlaboratorien kennt.

Der Bellerberg ist damit die klassische Fundstelle für Zementmineralien.

Die Anwendung

In der Anwendung versteht man unter technischem Ettringit eine ganze Gruppe langnadeliger Calcium-Aluminium-Hydrate mit unterschiedlichem Wassergehalt.

Genau 50 Jahre vor der Entdeckung des Ettringit, im Jahre 1824 wurde in England von dem Maurer Joseph Aspdin das Verfahren zur Herstellung von Portlandzement entwickelt. Beton wird überwiegend aus diesem Zement hergestellt. Aspdin vermengte Kalk und Ton, erhitzte das Gemisch bis zur Sintergrenze und mahlte die Masse klein. Das Pulver rührte er mit Wasser an und erhielt einen Kunststein, der aussah, wie der hochgeschätzte Baustein von der Isle of Portland. Aspdin nannte seine Verbindung deshalb Portlandzement. Die innere Wirkungsweise war damals noch nicht bekannt.

Erst 1890 fand der Franzose Candelot in Zementstein ein Mineral und man stellte fest, dass es der schon bekannte Ettringit sei.

1892 wurden von dem Deutschen Michaelis Schäden an Zementstein untersucht. Auch er stellte Ettringit fest und nannte es wegen seiner schädigenden Wirkung auf den Stein Zement-bazillus.

Die komplizierte Beziehung von Ettringit zu Zement wurde in vielen Arbeiten untersucht und ist noch heute Ziel zahlreicher Forschungen.

Zement ist ein Dreistoffsystem auf der Basis von $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ (Calciumaluminat plus Calciumsilikate) und enthält zur Regelung der Erstarrungsvorgänge Gips. Nach dem Anrühren des Zementpulvers mit Wasser geht ein Teil des Tricalciumaluminates und des Gipses in Lösung und reagiert zu Ettringit.

Doch was passiert eigentlich, wenn das Zementpulver mit Wasser in Berührung kommt?

In den ersten 3 Minuten sprießen aus den Zementteilchen winzig kleine faserförmige Ettringit-Kristalle und verwachsen zu einem dichten Gewirr. Ein zu schnelles Erstarren des Zementes wird verhindert. Wärme wird frei.

In der zweiten Phase wachsen lange Ettringit-Kristalle und bilden mit den Silikaten des Zementes ein festes Netzwerk. In der letzten Erhärtungsphase bildet sich Ettringit-Monosulfat.

Diese vereinfachte Darstellung der komplizierten Zementerstarrung zeigt, dass die Ettringitbildung der wesentliche Faktor beim Abbinden von Zement ist.

Also - ohne Ettringit kein Zement und keine Bauwerke aus Beton. Ohne Ettringit kein Pantheon in Rom, keine Oper in Sydney und keine Berliner Mauer – Ettringit mischt einfach überall mit.

Wie gesagt: Nur Wasser und Luft verwendet die Menschheit häufiger als den Kunststein Beton. Zement ist der wesentlicher Bestandteil, die Ettringit-Bildung das Geheimnis für den Erfolg.

Die Herstellung

Ettringit für technische Anwendungen kann auf unterschiedliche Art hergestellt werden. Michaelis brachte 1892 Thonerde in gesättigt erhaltenes Kalkwasser. Heute wird Ettringit auf der Basis von Kalkmilch und Alaunsulfat hergestellt. Man kann Ettringit aber auch auf der Basis von Gips und Aluminiumsalzen herstellen.

Was kann man sonst mit Ettringit machen?

Ettringit kann in reiner Form Zement zugeführt werden, wenn man besonders widerstandsfähige Betonsorten braucht, z. B. für den Bau von Rollfeldern unter Permafrostbedingungen.

Das unbeabsichtigte Entstehen von Ettringit in Beton kann fatale Folgen haben:

Zu „Zementbazillus“ genannten Phänomen kommt es, wenn z. B. alte mit gipshaltigen Steinen oder Mörtel errichtete Gebäude mit modernem Portlandzement ausgebessert werden. Dann bildet sich durch Eindringen sulfathaltiger Wässer aus dem Gips im festen Beton-Verband erneut Ettringit. Dieser sprengt den Verband auseinander und sorgt für massive Bauschäden.

Ettringit ist ein hervorragendes Streichpigment, um Papier zu veredeln und hat in der Papierveredelung den Namen Satinweiß. Man stellt damit Papiere für Prospekte, Zeitschriften und Magazine her. Die Handhabung war aber nicht immer ganz einfach, und so hatte Satinweiß in der Papierindustrie auch den Namen „Teufelsweiß“. Die Verwendung ging aus Kostengründen in den letzten Jahren zurück, ist aber aufgrund der aktuellen Situation wieder in Änderung.

Diese Änderung hat mit den schärferen Umweltgesetzen zu tun. Abwässer müssen vermindert werden. Abfälle sind Rohstoffe am falschen Platz und zur falschen Zeit.

Früher wurden Abwässer aus der Oberflächenbehandlung von Aluminium (klassische Eloxalbäder) verdünnt und verklappt. Heute wird daraus durch geeignete Reaktionsführung Ettringit. Marktführer bei diesem Verfahren ist die Fa. Rethmann aus Lünen, Europas größte Recyclingfirma.

Das Lippewerk in Lünen war ehemals eine der größten Aluminiumhütten in Europa. Doch die Kühe in der Umgebung vertrugen die Abgase nicht. Die Fa. Rethmann übernahm das Werk, das sich in finanziellen Schwierigkeiten befand und richtete es neu auf Recycling aus. Mit der neuen Ausrichtung ist Ettringit in seiner Herstellung viel billiger geworden und kann andere Produkte wieder ersetzen. Recycling und das Vorhalten von Ausgangsmaterial garantieren eine einheitliche Qualität und die gewünschten Mengen.

Dort läuft jetzt eine Pilotanlage und für 2005 ist die Fertigstellung einer Anlage mit 50.000 to Jahreskapazität vorgesehen.

Ettringit kann auch als Weißmineral für Wandfarben eingesetzt werden. Dadurch wird Titandioxid gespart und die Verklappung von Dünnsäure vermieden. Eine Farbe auf dem Profisektor ist seit September 2003 unter dem Namen Super-Titan auf dem Markt.

Nebenher hat der Ettringit auch gute klebende Eigenschaften. Es gibt Patente auf Fliesenkleber. Auch im Fertigputz „KnaufRoyal“ sorgt Ettringit mit seinen Eigenschaften für gutes Kleben und hervorragende Weisse. Spezielle Ettringit-Produkte liessen sich auch im Brandschutz einsetzen, denn der Ettringit hat einen Kristallwassergehalt von 42 %.

Ettringit kann aber auch als Speichermineral für Schadstoffe eingesetzt werden. Schadstoffe werden angeregt, sich mit Ettringit zu verbinden. Die Reaktion verläuft ohne

aufwändige Energiezufuhr und unter atmosphärischen Bedingungen. Anwendung vor Ort ist daher möglich bei Abwasserreinigung, Grundwassersanierung, Deponieabdichtung, Schlammbehandlung oder Gasreinigung. Der entstehende beladene Ettringit ist wiederum Rohstoff.

Zuletzt kann man Ettringit als Quellsprengstoff einsetzen. Das sind nicht-explosive Sprengmittel, die expansiven Ettringit erzeugen. Anwendung in sprödem Material: Löcher bohren – einfüllen – auslösen - Plopp. Es wird über Anwendung in Saudi-Arabien berichtet, wo die ausländischen Arbeiter keinen Zugang zu konventionellen Sprengstoffen bekommen sollen.

Sie haben heute gelernt, dass der Ettringit der gute Geist im Zement ist, ohne den es keinen Beton gibt. Aber wenn man die Ettringit-Bildung falsch steuert, wird er zum schlechten Geist, der Beton zerstören kann.

Zum Abschluß will ich Ihnen noch eine historische Aufnahme der Ettringer Umgebung zeigen, die vor rund 59 Jahren aufgenommen wurde. Gut zu erkennen ist hier eine geologische Besonderheit, wie sie in der Eifel mit ihren rund 700 Vulkanen nur einmal vorhanden war. Im Ringwall kam es nach der Haupteruption noch mal zu einen Ausbruch, einem Zentralkegel im Krater. In der Geologie heißt so etwas Hornito, kommt wie der Begriff Caldera aus dem Spanischen und heißt übersetzt „Öfchen“.



Luftbild vom Dezember 1944 zur Überprüfung der Trefferquote bei den vorhergegangenen Bombenangriffen auf den Raum Mayen.

(siehe auch Topographische Karte 5609, Landesvermessungsamt Rheinland-Pfalz)