

Zur Beurtheilung der Wetterbeständigkeit der Bausteine.

Von Prof. **H. Höfer** in Leoben.

Wie wenig verlässlich bis nun die Beurtheilung eines Gesteines hinsichtlich seiner Wetter- und der hiermit im nahen Zusammenhange stehenden Frostbeständigkeit auf Grund von Laboratoriumsversuchen ist, beweisen am besten mehrere neue Prachtbauten, wie z. B. jener der technischen Hochschule in Charlottenburg-Berlin. In ihnen hat sich die Mangelhaftigkeit unseres heutigen Wissens in der erwähnten Richtung thatsächlich versteinert und sich unsere jetzige Zeit Monumente gesetzt, die der heutigen Materialkenntnis wahrlich nicht zum Ruhme reichen. Wenn ein Volk seine Prachtbauten mit Stolz erfüllt, so hat es auch das lebhafteste Interesse, dieselben bis in die spätesten Zeiten möglichst unversehrt erhalten zu wissen. Dasselbe gilt auch von den Privatpersonen, bei welchen überdies noch die finanzielle Frage, welche von der Dauer der Bausteine beeinflusst wird, erhöhte Bedeutung erlangt.

Es ist somit im allgemeinsten Interesse gelegen, daß wir zur Beurtheilung der Wetter- und Frostbeständigkeit der Bausteine sicherere und verlässlichere Anhaltspunkte gewinnen, als es bisher der Fall war. Und diesen Fortschritt können wir nur durch ein planmäßiges Zusammenwirken aller hierzu berufenen Kreise erreichen; jeder Schritt, der uns dem angestrebten Ziele näher bringt, verdient deshalb die vollste Beachtung und eine entsprechende Förderung.

Herr Werner Bolton*) hat es versucht, einen solchen Schritt nach vorwärts dadurch zu thun, daß er vollständige

*) Ueber die Prüfung der Gesteine auf ihre Wetterbeständigkeit mit besonderer Berücksichtigung der Sandsteine. „Dingler's polyt. Journ.“ 1890, 278, 303. — Die Prüfung klastischer Gesteine auf ihre Verwitterbarkeit. „Dingler's polyt. Journ.“ 1893, 289, 43.

quantitative Analysen der Bausteine und ihrer in Salzsäure löslichen Bestandtheile vornahm, bzw. empfiehlt und sich bemühte, aus diesen Schlüsse auf die Wetterbeständigkeit zu ziehen. Dieser Vorschlag überträgt die seit Langem bei den geologischen Studien über die Verwitterung der Gesteine übliche chemische Methode auf die Bausteine. Wenn auch bei den letzteren heute noch eine ziemliche Unsicherheit in der Deutung der Analysen-Ergebnisse herrscht, wenn auch voraussichtlich die chemische Analyse allein nicht ausreicht, sichere Folgerungen hinsichtlich der Wetterbeständigkeit abzuleiten, und die physikalischen Eigenschaften der Steine ebenfalls in hohem Maße berücksichtigt werden müssen, so verdient dennoch diese Methode volle Beachtung. W. Bolton hat ferner einen Weg betreten, dem ein glücklicher Gedanke zu Grunde liegt und der ebenfalls an die geologischen Studien über die Verwitterung der Gesteine anknüpft; er untersuchte die aus verschiedenen Bauperioden stammenden rothen Sandsteine des Heidelberger Schlosses und den frischen Stein aus der Teufelschlucht, in welcher die Steine für den Schlossbau gebrochen wurden. Aus den Analysen glaubt er den Verwitterungsvorgang ableiten und jene Factoren erkennen zu können, die denselben beeinflussen. Ich halte jedoch dafür, daß dieser Gedanke nicht zutreffend ausgeführt wurde, weshalb ich vor einer unter Umständen sehr wesentlichen Fehlerquelle des Bolton'schen Vorganges warnen will. Jeder Sandstein ändert bankweise seine chemische Zusammensetzung im geringeren oder größeren Grade, je nachdem das Verhältnis zwischen Sand und Bindemittel schwankt; auch letzteres ist in seiner Zusammensetzung nicht vollends gleichbleibend, so daß es gewagt ist, einen Stein aus dem Rudolfsbau (1294), oder aus dem Pulverthurme (1460) mit einem solchen aus dem schönen Thore des Heidelberger Schlosses (1651) oder aus dem jetzigen Steinbruche zu vergleichen. Die Zufälligkeiten in der Zu- und Abnahme eines chemischen Bestandtheiles können nur zu leicht als Gesetz gedeutet werden, während wirkliche Gesetzmäßigkeiten durch die schon ursprüngliche Verschiedenheit der Gesteinsstücke verwischt werden. Brauchbares Analysenmaterial wird man erreichen, wenn man in dem durch Jahrhunderterte der Verwitterung ausgesetzten Bausteine ein Bohrloch bohrt, das Bohrmehl der ersten 5 mm, dann jenes vom 5. bis 10. mm Bohrlochtiefe und schließlich jenes aus der Mitte des Steines sammelt und der Analyse unterwirft. Ist im Gesteine eine Schichtung erkennbar, so muss das Bohrloch in deren Richtung geführt werden, weil innerhalb derselben Schicht in der Entfernung von 10 oder 20 cm die Mengung von Sand und Bindemittel die geringsten Schwankungen erleidet.

Das geschaffene Bohrloch wird dann mit dem zu Kitt angemachten Rest des Bohrmehles wieder geschlossen, so daß der

im Interesse der Wissenschaft zugefügte Schaden verwischt wird. Noch vortheilhafter ist es, einen ganzen Baustein, der Jahrhunderte lang dem Wind und Wetter ausgesetzt war, zu benutzen — was in vielen Fällen, z. B. bei Ruinen, leicht möglich ist — da hiervon nicht bloß Material zur chemischen, sondern auch zur physikalischen Untersuchung beschafft werden kann; diese beiden Methoden müssen Hand in Hand arbeiten, um sicherer und rascher zum gesteckten Ziele zu gelangen.

Man könnte mir einwerfen, daß das Innere des zur Probe gemahlten Bausteines nicht mit seinem ursprünglichen Zustande als Bruchstein übereinstimmt, da der Mörtel möglicherweise einen Theil seiner Bestandtheile an die Gesteinsfeuchtigkeit und durch diese an das Innere des Bausteines abgab. Ich gebe diese Möglichkeit theilweise zu; doch werden hierdurch gewiss geringere Fehlerquellen bedingt als dadurch, daß man Sandsteine, aus verschiedenen Bauten stammend, untereinander vergleicht. Wählt man einen größeren Baustein, so wird unter sonst gleichen Umständen sein Inneres von den Mörtelbestandtheilen weniger beeinflusst sein, als das einer Platte.

Uebrigens wird bei einem großen und insbesondere bei einem porenarmen Stein diese Beeinflussung des Inneren gar nicht stattgefunden haben; ich schließe das aus der Umänderung der Gesteine in der Natur, woselbst die kohlenensäure- und lufthaltigen Atmosphärwasser Jahrtausende einwirkten und selbst bei Sandsteinen eine oft kaum 10 *cm* starke Veränderung bewirkten. Ich habe wiederholt alt- und jungtertiäre Sandsteine, deren Porenvolumen gewöhnlich größer, deren Festigkeit hingegen häufig kleiner als bei den älteren Sandsteinen zu sein pflegt, in der Natur beobachtet, die innen frisch, grau, grünlich oder bläulich waren, ja Schwefelkiesesprengungen führten, und nahe dem Ausbisse von fingerstarken Klüften aus nur 5—10 *cm* verwittert und gebräunt waren. Hier fand doch durch Jahrtausende eine flotte Wassercirculation in den Klüften statt, die quantitativ mit der geringen Feuchtigkeit eines frei dastehenden Bausteines kaum verglichen werden kann, und dennoch ist die Verwitterung, die Zu- und Abfuhr an Bestandtheilen, nicht tief eingedrungen.

Aus diesen Beobachtungen darf gefolgert werden, daß auch bei den größeren Werkstücken nach Jahrhunderten langer Verwendung in einem Baue der Kern auch in chemischer Hinsicht noch vollständig unverändert blieb.

Herr W. Bolton gibt in seinen Analysen die gesammte Schwefelmenge als Schwefelsäure an. Abgesehen davon, daß dies bei den Kiese enthaltenden Gesteinen unrichtig ist, so ist es auch darum zu empfehlen, den Schwefelgehalt der Sulfide und die Schwefelsäuremenge der Sulfate getrennt zu halten, da wir nur dadurch einen klaren Einblick in die Verwitterungsvorgänge und

über den Einfluss der Schwefelsäure gewisser Mörtelarten auf den Stein erhalten können.

Es ist zweifellos, daß viele, ja sehr viele chemische und physikalische Untersuchungen der Bausteine durchgeführt werden müssen, bis man, wahrscheinlich auch nach manchem kleinen Irrwege, an das Ziel gelangt: „Die Wetterbeständigkeit der Bausteine auf Grund von Laboratoriums-Untersuchungen zuverlässig bestimmen zu können.“ Doch diese voraussichtlich großen und vielen Arbeiten, die da bevorstehen, dürfen die Arbeitslust nicht schwächen, da das Ziel wissenschaftlich und technisch die Arbeit lohnt. Welche große Zahl von Gesteinsanalysen wurden unermüdet durchgeführt, die doch gewiss nur den wissenschaftlichen Zweck hatten, die Bestandtheile der Gesteine sicherzustellen oder, u. zw. im geringeren Maße, die Verwitterungsvorgänge klarzulegen! Diese letztere Arbeitsrichtung hat auch schon manch' Werthvolles und Brauchbares für die Beurtheilung der Wetterbeständigkeit der Bausteine geliefert, was eine ausgiebigere Berücksichtigung verdient, wobei ich nicht verkenne, daß der Baustein durch den Einfluss des Mörtels und manchmal auch der an Sulfoxyden u. s. w. reicheren Stadtluft manchmal unter etwas anderen Bedingungen verwittert, als das in der Erde befindliche Gestein.

Unsere wissenschaftlichen Studien über die Wetterbeständigkeit der Bausteine müssen zumeist von alten Gebäulichkeiten ausgehen und hiebei nicht bloß die wetterfesten, sondern auch die wetterweichen Gesteine berücksichtigen. Sie sollten von allen hierzu berufenen Körperschaften gepflegt werden, sei es in den eigenen Laboratorien, sei es durch Preis-Ausschreibungen, wobei es sich vorläufig empfehlen dürfte, nur gewisse Gruppen, z. B. Sandstein oder Kalkstein und Mergelkalk u. s. w., in Betracht zu ziehen.

Der Architekt bringt einem neuen Façadenstein mit Recht Misstrauen entgegen und in um so höherem Grade, als er in seinem ganzen Habitus von den bisher benützten und bewährten Bausteinen abweicht. Dieses in der Unvollkommenheit der dormaligen Untersuchungsmethoden begründete Misstrauen hindert die Einführung mancher ganz vortrefflicher Bausteine, über deren Wetterbeständigkeit der Architekt sich kein sicheres Urtheil zu bilden vermag; er will sein Meisterwerk auch noch späteren Geschlechtern in möglichst gleicher Vollkommenheit und Schönheit überliefern, in welcher er es fertigstellte und zieht den weniger schönen, doch bewährten Stein einem Concurrenten vor, von welchem er nicht weiß, ob er nicht vielleicht schon nach wenigen Jahrzehnten eine Missfarbe annimmt und die scharfen Kanten verloren hat, in dessen Ablätterungen sich nur zu bald eine Vegetation einnisten könnte. Kann man aus dieser Gewissenhaftigkeit einen Vorwurf schmieden? Gewiss nicht. Es hat sich eine empirische

Methode herausgebildet, um die Wetter- und Frostbeständigkeit eines Bausteines zu beurtheilen, die ebenfalls von alten Baulichkeiten ausgeht. Gilt es einen monumentalen Bau irgendwo zu schaffen, so bereist man die weitere Umgebung dieses Ortes, untersucht die Steine der Ruinen, Schlösser, Klöster u. s. f., deren Bauzeitalter festgestellt wird. Gewöhnlich kamen da verschiedene Steine zur Anwendung, wovon der schönste, passendste und wetterfesteste gewählt wird. Der Architekt kann dann beruhigt der Zukunft entgegensehen. Doch ist es manchmal nicht sofort möglich, die von den Alten benützten Brüche aufzufinden, umso schwieriger, wenn dieser gewünschte Stein dereinst von weiterher bezogen wurde; in einem solchen Falle leistet häufig der Geologe gute Dienste, der manchmal auch auf ein Vorkommen desselben Gesteines verweisen kann, das hinsichtlich der Gewinnung und der Zufuhr zum projectirten Bau günstiger als der alte Steinbruch gelegen ist.

Handelt es sich um die Beurtheilung eines Steines, der hinsichtlich seiner Festigkeit, Farbe, Gewinnung und Zufuhr für den gedachten Zweck sehr geeignet wäre, über dessen Wetter- und Frostbeständigkeit die früher erwähnten Erfahrungen an alten Baulichkeiten nicht eingeholt werden können, so empfiehlt es sich, den Ausbiss dieses Gesteinslagers aufzubrechen. Nackte und schwach bedeckte Stellen gestatten einen Schluss auf die Frostbeständigkeit; an Steilabstürzen und in der Nachbarschaft der das aufgebrochene Gestein durchziehenden Spalten erkennt man die Folgen der Verwitterung, wie tief diese in das frische Gestein eingedrungen ist, welche Verfärbung dasselbe erlitt, welche Festigkeit die Verwitterungskruste besitzt, in wie weit an den Kreuzungen der Klüfte noch scharfe Kanten erhalten blieben u. dgl. m. Diese Beobachtungen gestatten wiederholt einen sicheren Schluss auf die Wetterbeständigkeit eines Gesteines, als es die gewöhnlichen Laboratoriumsversuche ermöglichen. In der Regel jedoch empfiehlt es sich, diese zur Ergänzung der geologischen Beobachtungen vorzunehmen.

Wenn ich zum Schlusse wieder auf Herrn W. Bolton's Anregung, von den Bausteinen nach jahrelanger Wetterbeanspruchung eingehende Analysen vorzunehmen, zurückgreife, so geschieht es, um die Möglichkeit anzudeuten, daß es auf Grund dieser fortgesetzten Studien gelingen kann, manche Bausteine, die sich wegen irgend einer Eigenschaft, z. B. der Farbe, für gewisse Zwecke besonders eignen würden, jedoch hinsichtlich ihrer Wetterbeständigkeit Bedenken erregen, durch irgend ein preiswürdiges Mittel wetterfest zu machen, ohne daß dadurch die bevorzugte Eigenschaft beeinträchtigt wird.