

35
II 1285/109

Die Ausblühungen des Mauerwerks,

ihre Entstehung und Bekämpfung

von

Dr. H. Mäckler.

Zusammengestellt im Auftrage des Deutschen Vereins
für Thon-, Cement- und Kalkindustrie.



BERLIN 1901.

Verlag der Thonindustrie-Zeitung.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300042

xxx
812

53

Die Ausblühungen des Mauerwerks,

ihre Entstehung und Bekämpfung

von

Dr. H. Mäckler.



Zusammengestellt im Auftrage des Deutschen Vereins
für Thon-, Cement- und Kalkindustrie.



I 204.

BERLIN 1901.

Verlag der Thonindustrie-Zeitung.

xxx
812

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

II 31111

Akc. Nr. 1896/49

Das Vorkommen der Ausblühungen (zu Unrecht häufig Salpeter bezeichnet) an ausgeführtem Mauerwerk, die Ursache für das Entstehen und die möglichste Beseitigung derselben haben schon vor einer Reihe von Jahren den Verband deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine veranlasst, sich mit dieser Frage eingehend zu beschäftigen, ohne dass es ihm gelungen wäre, zweifelsfrei die Ursache der Ausblühungen festzulegen. Um ein Scherflein zur Lösung der die Baukreise im höchsten Maasse interessirenden Frage beizutragen, fühlten sich die zunächst beteiligten, Ziegel erzeugenden Kreise gedrungen, die Sache im Auge zu behalten und auf diesem Gebiete weiter zu arbeiten, zumal sich des öfteren erwies, dass gerade ihren Erzeugnissen Erscheinungen zum Vorwurf gemacht worden sind, an denen sie vollständig unschuldig waren.

Die mit dieser Aufgabe betrauten Fachleute haben sich deshalb eine Reihe Fragen, welche aus ihrem Betriebe hervorgegangen sind, vorgelegt und sich bestrebt, diese Fragen wissenschaftlich durchzuarbeiten und zu ergründen; sie hoffen, in der Veröffentlichung derselben den Bauverwaltungen, den Bauleitern und den Zieglern damit eine nützliche Vorlage zu bieten, die, weit entfernt, sich schon als abgeschlossen anzusehen, immerhin geeignet sein dürfte, zu weiteren Beobachtungen und Forschungen anzuregen und für deren Nutzbarmachung den Weg zu ebnen.

Die nachstehenden Zeilen haben den Zweck, in Form von Fragen und Antworten Aufklärung über die Ausblühungen zu geben.

1. Was versteht man unter Ausblühungen?

Unter Ausblühungen versteht man in Baukreisen allgemein diejenigen Erscheinungen, welche sich in Gestalt eines meist weissen, aber auch gefärbten Ausschlages (Ueberzuges) auf den Mauerflächen bei Bauwerken zeigen. Sie treten nicht nur an Ziegeln, an Sand- und Kalksteinen, selbst an Hartgestein wie Granit u. dergl. auf, sondern auch auf den Mörtelfugen und auf dem Verputz.

In der Regel werden sie kurzer Hand mit Salpeter oder Mauersalpeter bezeichnet, jedoch fälschlicherweise, denn Salpeter hat sich bisher nur an Ställen und Mauern in der Nähe von Dunggruben oder an deren Wänden selbst nachweisen lassen, wo seine Bildung auf die Anwesenheit von verwesenden organischen Substanzen (Harn und Excrementen) in Gegenwart von Kalk (Mörtel) zurückzuführen ist. Das Auftreten desselben am Mauerwerk ist mithin stets nur äusseren örtlichen Einflüssen zuzuschreiben.

2. Woraus bestehen die Ausblühungen?

Die Ausblühungen sind in Wasser lösliche Salze und bestehen ihrer chemischen Natur nach hauptsächlich aus Sulfaten (schwefelsauren Salzen) und Carbonaten (kohlen-sauren Salzen), in vereinzelt Fällen auch aus Vanadinen. Die Sulfate und Carbonate treten als weisse schimmel-artige krystallinische Ausschläge in Erscheinung, während die Vanadinate als gelbe oder grüne Färbungen an einzelnen Ziegeln sich bemerkbar machen.

Beispiele: Nach einer Untersuchung des Chemischen Laboratoriums für Thonindustrie, Prof. Dr. H. Seger & E. Cramer (Thonindustrie-Zeitung 1887, S. 231), bestanden die Salzauswitterungen aus dem aus gelben Ziegeln hergestellten Sockel der Königlichen Glasmalerei in Charlottenburg aus:

Unlösliches	1,22 %
Schwefelsaurer Kalk	18,88 %
Schwefelsaure Magnesia	70,56 %
Feuchtigkeit und Organisches	9,34 %
	<hr/>
	100,00 %

Nach Feichtinger bestand ein weisser krystallinischer fächer- oder bartförmiger Ausschlag im wesentlichen aus Glaubersalz (Natriumsulfat).

Die Analyse ergab folgende Zahlen:

Natron	41,12 %
Kali	0,84 %
Magnesia	Spur
Kalk	1,02 %
Schwefelsäure	51,98 %
Kohlensäure	Spur
Chlor	Spur
Unlösliches	4,88 %
	<hr/>
	99,84 %

Nach der Untersuchung des Chemischen Laboratoriums für Thonindustrie Prof. Dr. H. Seger & E. Cramer bestand eine Auswitterung an der Umfassungsmauer des Gefängnisses in Plötzensee (Thonindustrie-Zeitung 1893, S. 1168) aus:

Schwefelsaures Natron	63,05 %
Schwefelsaures Kali	35,18 %
Schwefelsaure Magnesia	1,14 %
Kalk (CaO)	0,96 %
	<hr/>
	100,33 %

Diese Ausblüfung rührte, wie der Augenschein lehrte, nicht aus den Ziegelsteinen, sondern aus dem verwandten Mörtel her.

Günther (Thonind.-Ztg. 1896, S. 583 und 648) untersuchte eine Ausblüfung an einem Mauerwerke, welches aus gewöhnlichen roten Ziegeln (aus Thon von Lohbrügge in der Nähe von Hamburg) hergestellt war, und fand dieselben zusammengesetzt aus:

Schwefelsaures Natron	27,60 %
Schwefelsaures Kali	70,34 %
Schwefelsaurer Kalk	0,85 %
Unlösliches	1,01 %
	<hr/>
	99,80 %

Der gleiche Forscher fand bei einer anderen Auswitterung folgende Zusammensetzung:

Schwefelsaure Magnesia	76,28 %
Wasser	19,56 %
Verunreinigungen	4 16 %
	<hr/>
	100,00 %

Der Kölner Architekten-Verein liess einen weissen Ausschlag auf Ziegelmauerwerk in Kalkmörtel untersuchen und konnte folgende Zusammensetzung feststellen:

Schwefelsaurer Kalk	31,4 %
Schwefelsaures Natron	42 0 %
Kohlensaures Natron	7,0 %
Sand	19,5 %
	<hr/>
	99,9 %

Der Danziger Architekten-Verein giebt für eine Ausblüfung an einem Ziegelsteinmauerwerk folgende Zusammensetzung an:

Schwefelsaures Natron	43,60 %
Kohlensaure Kalkerde	15,40 %
Schwefelsaure Kalkerde	12 72 %
Salpetersaure Kalkerde	0,28 %
Chlornatrium	1,52 %
Kohlensaure Magnesia	0,62 %
Erdige Bestandteile	25,80 %
	<hr/>
	99,94 %

Die von den Fugen des vorstehend erwähnten Ziegelmauerwerks entnommenen Ausblühungen enthielten:

Schwefelsaures Natron	6,68 %
Kohlensaure Kalkerde	76,27 %
Salpetersaure Kalkerde	0,21 %
Chlornatrium	2,32 %
Kohlensaure Magnesia	1,19 %
Kohlensaures Natron	0,47 %
Erdige Bestandteile	12,86 %
	<hr/>
	100,00 %

Die Cementfugen der Sandsteinfassade an der technischen Hochschule in Charlottenburg zeigten Ausblühungen von:

Unlösliches	40,19 %
Schwefelsaures Kali	32,38 %
Schwefelsaures Natron	26,83 %
Schwefelsaurer Kalk	0,60 %
	<hr/>
	100,00 %

Prof. Dr. Otto N. Witt (Thonindustrie-Zeitung 1896, S. 73) machte gelegentlich eines Besuches der Insel San Giorgio Maggiore bei Venedig die Beobachtung, dass im Innern des gegen Ende des 16. Jahrhunderts erbauten Glockenthurmes der dortigen Kirche grosse Flächen des Mauerwerkes mit einer weissen Auswitterung bedeckt waren, welche die Steine in ziemlich dicker Schicht überzog und sich infolge ihrer lockeren Beschaffenheit mit Leichtigkeit abheben liess.

Die chemische Untersuchung ergab:

Natron	39,4 %
Kohlensäure	35,7 %
Wasser (Diff.)	24,9 %
	<hr/>
	100,0 %

Seger fand für gelbe Ausblühungen folgende Zusammensetzung:

Vanadinsaures Kali	44,38 %
Schwefelsaures Kali	9,01 %
Schwefelsaurer Kalk	7,97 %
Schwefelsaure Bittererde	10,02 %
Molybdänsaures Natron	1,62 %
Kochsalz	4,47 %
Lösliche kieselsaure Salze	3,82 %
Wasser	18,25 %
Unlösliches	0,46 %
	<hr/>
	100,00 %

3. Wie entstehen die Ausblühungen?

Die Ausblühungen entstehen durch das Austrocknen des von der Witterung oder vom Mörtelwasser durchfeuchteten, fertigen Mauerwerks. Hierbei zieht sich das in dem Mauerwerk enthaltene Wasser, welches die löslichen Salze enthält, nach den Aussenflächen, verdunstet und

lässt die Salze in Gestalt eines Ueberzuges auf den Mauerflächen zurück. Die löslichen Salze können in den Baustoffen bereits vorhanden sein oder aber durch Wechselwirkung gebildet werden. Die Entstehung der Ausblühungen ist an das Feuchtwerden des Mauerwerkes geknüpft. Bei völlig trockenen Bauteilen treten Ausblühungen nicht auf.

Eine Erscheinung, die weniger hierher gehört, sind die tropfsteinartigen Gebilde an Gewölben, wie Bahnunterführungen, welche von atmosphärischen oder anderen Niederschlägen getroffen werden. Beim Durchsickern von Wasser bei Gegenwart der Kohlensäure in der Luft wird aus den Mörtelfugen oder der kalkhaltigen Abdeckung der Gewölbe Kalk gelöst in Form von löslichem saurem kohlen-saurem Kalk, der sich unterhalb oder seitlich vom Gewölbe absetzt, häufig in Form von Tropfstein als mehr oder minder lange zapfenartige Gebilde.

Eine eigenartige Entstehung löslicher Salze erwähnen Geh. Regierungsrat Prof. Dr. O. N. Witt und Dr. Otto Ernst, welche es für wahrscheinlich halten, dass die vorerwähnte Ausblühung des Campanile von San Giorgio auf den Kochsalzgehalt des Meerwassers zurückzuführen ist.

4. Wann zeigen sich gewöhnlich die Ausblühungen?

Häufig schon während der Ausführung des Bauwerkes, sei es in Ziegeln oder Natursteinen hergestellt; in der Regel aber zeigt sich im ersten Frühjahr nach Vollendung des Baues, wenn scharfe Winde und Sonnenschein das Mauerwerk auszutrocknen beginnen, auf der Oberfläche desselben, sowohl auf den Steinen, als auch auf Kalk- und Cementfugen oder auf den Putzflächen, im Inneren und Aeusseren des Bauwerkes ein weisser Ausschlag. Der Ausschlag verschwindet meist bei anhaltendem Regenwetter und wird bei Trockenheit und Sonnenschein wieder sichtbar. Diese Erscheinung wiederholt sich in den ersten Jahren immer wieder, tritt jedoch in immer geringerem Umfange auf und verschwindet nach vollständiger Austrocknung des Mauerwerkes schliesslich ganz, vorausgesetzt, dass das ausgetrocknete Mauerwerk vor weiterer Durchnässung geschützt ist. Bei anhaltender Durchnässung zeigt sich der weissliche Ausschlag häufig am stärksten am Rande der feuchten Stellen, wo die Ansaugung und das Aufsteigen der Feuchtigkeit aufhört, die Lösung sich also staut und

eine stärkere und bleibende fortwährende Verdunstung eingetreten ist.

5. Was ist für die Ausblühungen verantwortlich zu machen?

Alle zum Bauen verwandten Materialien, welche lösliche Salze oder solche Stoffe enthalten, welche die Bildung löslicher Salze veranlassen können. Lösliche Salze können in Ziegeln wie in Natursteinen, auch in allen Mörtelmaterialien wie Kalk, Gips, Cement, Sand und Wasser enthalten sein; ebenso können sie durch das angrenzende Erdreich, namentlich wenn es Aschen- und Schlackenaufschüttungen enthält, in das Mauerwerk gelangen und zu Ausschlägen Veranlassung geben.

6. Welcher Stoff erscheint in der Regel als Urheber der Ausblühungen?

Scheinbar der Ziegel, weil die Austrocknung des Mauerwerkes durch die Poren der Ziegel erfolgt und die Feuchtigkeit alle aus anderen Materialien ausgelaugten Salze mit sich nimmt und an der Aussenfläche der Ziegel zur Erscheinung bringt. Aus diesem Grunde ist das am meisten für die Ausblühungen verantwortlich gemachte Material der Ziegel, indessen mit Unrecht, denn lösliche Salze können ebenso gut im Wasser wie in den Mörteln vorhanden sein, welche zum Bauwerk verwandt sind. Es ist nicht einmal möglich, zu unterscheiden, ob bei Verblendsteinbauten die Salze aus den Verblendern oder aus der Hintermauerung stammen. Ausschläge können aber auch durch äussere Einflüsse auf das Mauerwerk übertragen werden.

Prof. Dr. Otto N. Witt und Dr. O. Ernst sagen (Thonindustrie - Zeitung 1896, S. 74) ungefähr Folgendes: Die Salze können entweder schon im Thon enthalten gewesen sein, aus dem man die Ziegel formte, oder sie sind durch das Wasser, den Mörtel oder den Cement zugeführt worden. Enthielt das zur Bereitung des Mörtels und zum Befeuchten der Steine benutzte Wasser die Stoffe gelöst, so werden die Ausblühungen nicht so bedeutend sein und in der Regel nach ihrer Entfernung nicht mehr wiederkehren; entstammen sie jedoch mangels

genügender Isolierung des Bauwerkes der Bodenfeuchtigkeit, dem Grundwasser oder den dem Wetter ausgesetzten Anschüttungen gegen das Mauerwerk bzw. Aufschüttungen auf gemauerten Gewölben, so werden stets neue Quantitäten vermöge der Kapillarität des Mauerwerkes durch dasselbe hindurchgeführt und gelangen an freiliegenden Stellen durch Verdunsten des Wassers zur Ausscheidung.

Beispiele: Auf einem schlesischen Verblendsteinwerk, welches nie Klagen über salzhaltige Steine hatte, wurde mit diesen Steinen auf dem eigenen Grundstück eine Bildhauerwerkstatt und eine Ausstellungshalle gebaut, an einer Stelle, wo in früheren Jahren die Aschenabfälle hingeworfen wurden. Auch nach der Fertigstellung der Bauten wurde hinter diesen stets die Asche abgestürzt. Schon nach kurzer Zeit, als der Bau noch nicht trocken war, zeigten die Wände weisse Wucherungen, die auf den ersten Blick als Pilze angesprochen wurden. Später ergab sich jedoch, dass die Wucherungen ein Gemisch von Glaubersalz und Bittersalz waren, herstammend aus den Aschenabfällen. Die Salze waren also von der Asche in das Bauwerk übergegangen.

Emil Glück berichtet auf der Generalversammlung des Deutschen Vereins für Thon-, Cement- und Kalkindustrie vom Jahre 1900, dass zu zwei verschiedenen Bauwerken Steine gleicher Herkunft geliefert worden waren und dass auf einem Bau Ausblühungen auftraten, während der andere frei davon blieb. Ausführliche Untersuchungen haben zweifelsfrei dargethan, dass die Ursache auf den zum Mörtel verwandten Sand zurückzuführen war. Zu dem erst angeführten Bauwerk war Sand aus den Gruben vor dem Stralauer Thor, zu dem letztgenannten, rein gebliebenen, Sand aus den Gruben bei Rixdorf benutzt worden.

Kreismaurermeister Conrad Dauer erwähnte in gleicher Versammlung (Thonindustrie-Zeitung 1900, S. 855), dass er in den Jahren 1896/97 Steine gleicher Qualität für zwei Bauten lieferte. Der eine wurde in Kalkmörtel, der andere in Cementmörtel ausgeführt. Ersterer blieb ausschlagfrei, während der in Cementmörtel ausgeführte erhebliche Ausblühungen zeigte.

7. Wie ist zu ermitteln, welches Baumaterial für die Ausblühungen verantwortlich ist?

Solche Ermittlungen lassen sich an fertigem Mauerwerk nicht mehr vornehmen, sondern nur an den unverarbeiteten Materialien, weil das Wasser als Träger der Ausblühungen die schon in ihm enthaltenen oder aus dem Mörtel ausgelaugten Salze durch das ganze Mauerwerk, also auch durch die Ziegel verbreitet. Ziegel oder Mörtel können auf das Vorhandensein löslicher Salze durch folgendes einfache Verfahren, wie dasselbe im Chemischen Laboratorium für Thonindustrie in Berlin zur Anwendung kommt, geprüft werden:

a. Ziegel. Man füllt eine weithalsige Flasche (Glas-cylinder) mit destilliertem Wasser und stülpt sie mit der Oeffnung auf den zu prüfenden Stein. Das Umstülpen geschieht am einfachsten in folgender Weise:

Man fasst die gefüllte Flasche mit der linken Hand und legt mit der rechten Hand den Stein mit einer glatten Fläche auf die Mündung der Flasche, drückt Flasche und Stein gegeneinander und dreht beide so, dass die Flasche nach oben und der Stein nach unten kommt. Wenn beide unverrückbar gegeneinander gehalten werden, geht beim Umdrehen kein Tropfen Wasser verloren. Weniger Geübte wählen folgende Art:

Zum Umstülpen der Flasche legt man ein steifes Papier, Visitenkarte, Postkarte etc. auf die Oeffnung der völlig gefüllten Flasche, hält die Karte mit dem Zeigefinger auf der Flaschenmündung fest und dreht dieselbe um. Man kann dann die Finger loslassen, ohne dass das Kartenblatt, welches zweckmässig etwa 5 cm über den Umfang des Flaschenhalses hinausragt, abfällt. Man setzt dann die Flasche so auf die Steinflächen, dass das Kartenblatt diese berührt. Es ist dann leicht, die Flasche seitlich vom Kartenblatt abzuschieben ohne dass nennenswerte Wassermengen ausfliessen. War die Steinfläche nicht eben, so empfiehlt es sich, zwei Steine vorher gegeneinander zu reiben (abzuschleifen), um die Unebenheiten zu beseitigen. Schon gleich nach dem Abschieben der Flasche von dem Kartenblatt bemerkt man das Aufsteigen von Luftbläschen und zwar in dem Maasse, wie das Wasser in den Stein eindringt. Den Versuchsstein legt man zweckmässig auf ein Wasserglas, damit der Luft möglichst viel Steinfläche geboten wird und sich die Verdunstung schnell vollziehen kann. Das Wasser aus der Flasche durchzieht den Stein, nimmt vorhandene lösliche Salze auf und fördert dieselben nach der Oberfläche. Nach dem Trockenwerden des Steines lassen sich Salze (Ausblühungen) erkennen, wenn solche vorhanden waren.

b. Mörtel. Den Mörtel prüft man ähnlich. Zu dem Zweck trocknet man den Mörtel am warmen Ort, zerkrümelt ihn, leitet in den Brei Kohlensäure, trocknet den mit Kohlensäure gesättigten Brei völlig, übergiesst ihn unter Umrühren mit destillirtem Wasser, füllt das meist trübe Wasser in die schon erwähnte Flasche und stülpt diese auf einen erprobt salzfreien Stein. Waren im Kalk anfluggebende Salze, so dringen diese mit dem Wasser in

den Stein und machen sich später beim Verdunsten des Wassers geltend.

Die genauen Mengen und die Art der im Wasser löslichen Salze können nur durch die chemische Analyse ermittelt werden.

8. Giebt es Ziegel, welche keine löslichen Salze enthalten?

Der grösste Teil der Ziegel, sofern sie gut gebrannt sind, ist frei von Ausblühungen herbeiführenden Salzen. Doch giebt es auch Ziegel, welche Salze enthalten, die zu Ausblühungen Veranlassung geben.

In diesen Fällen ist der Gehalt an löslichen Salzen in den Ziegeln zurückzuführen:

1. auf einen Salzgehalt des Thones;
2. auf das zum Ziegeln verwandte Wasser;
3. auf den mehr oder minder hohen Brenngrad;
4. auf die Feuergase;
5. auf den Lagerplatz für die Ziegel.

Manche Thone weisen einen geringen Salzgehalt auf, welcher schon beim Trocknen der Ziegel an die Oberfläche tritt und denselben nach dem Brande oft ein missfarbenes Ansehen verleiht, dessen Schädlichkeit aber in Bezug auf spätere Ausblühungen durch geeigneten Brand vollständig aufgehoben wird.

Als Beispiel diene folgende Angabe:

Nach einer Analyse von H. Seger enthielten zwei Thone, welche in den Siegersdorfer Werken zu Terrakotten Verwendung finden sollten und schon beim Trocknen weisse Ausschläge zeigten, folgende in Wasser lösliche Bestandteile:

Schwefelsaurer Kalk . . .	27,84 0/0	Spur
Schwefelsaure Magnesia . .	33,30 0/0	13,26 0/0
Schwefelsaures Eisenoxyd .	15,55 0/0	72,20 0/0
Schwefelsaure Thonerde . .	1,39 0/0	7,25 0/0
Schwefelsaure Alkalien . . .	8,82 0/0	2,32 0/0
Organische Stoffe	5,41 0/0	Spur
Wasser und nicht bestimmte Bestandteile	5,67 0/0	4,84 0/0

9. Welches Mittel kennt man, um den schädigenden Einfluss der in dem Thon enthaltenen löslichen Salze unschädlich zu machen?

Die löslichen Salze werden durch einen richtig geleiteten Brennprozess zerstört, was folgendermaassen zu erklären ist:

Die Zersetzung der löslichen Salze, Chloride, Sulfate (schwefelsauren Salze) oder Carbonate (kohlen-sauren Salze) durch das Feuer ist auf verschiedene Ursachen zurückzuführen. Die Chloride werden in Rotglut bei Gegenwart von Wasserdämpfen zersetzt unter Bildung von leicht flüchtiger Salzsäure, die durch den Schornstein entweicht. Die nicht flüchtigen Basen gehen mit dem Sand des Thones oder diesem selbst durch Versintern oder Verschmelzen unlösliche Verbindungen ein, die Silikate genannt werden.

Die schwefelsauren Salze werden bei Gegenwart von rauchhaltigen Feuergasen zu leicht zersetzlichen schwefel-sauren Salzen reduziert, von welchen die flüchtige schwefelige Säure abgespalten wird, während die nicht flüchtigen Basen an der Silikatbildung teilnehmen.

Auch werden die Sulfate in der Hitze zersetzt, indem die stärkere Kieselsäure die Schwefelsäure austreibt und sich mit den Basen verbindet.

Aus den kohlen-sauren Salzen wird beim Brennen die flüchtige Kohlensäure abgespalten unter Zurücklassung der Basen, welche ebenfalls wie bei den vorhergehenden Fällen zur Silikatbildung beitragen.

Die Zerstörung der leicht löslichen Salze durch den Brennprozess wird erzielt bei Chloriden durch die Erzeugung nasser Feuergase, bei Sulfaten durch die Erzeugung einer rauchigen Ofenatmosphäre und bei Carbonaten durch hohe Temperatur.

Die Bildung von gelbgrünen Vanadin-Ausschlägen, welche fast ausschliesslich bei Braunkohlenthonen vorkommen, kann bisher nur verhindert werden durch genügend hohes Brennen, welches soweit gehen muss, dass der Scherben vollständig gesintert ist.

Auf Chloride braucht im allgemeinen keine Rücksicht genommen zu werden, weil dieselben selten vorkommen und entweder leicht flüchtig oder aber so hygroskopisch sind, dass sie keinen festen Ueberzug bilden. Die am häufigsten auftretenden lästigen Salze, die Sulfate, werden durch den Zusatz von Barytsalzen (kohlen-saurem Baryt) in unlöslichen schwefelsauren Baryt übergeführt. Die Carbonate der Erden sind nur in Gestalt von Bicarbonaten leicht löslich, und diese zerfallen beim Trockenwerden des Thones in unlösliche Carbonate und flüchtige Kohlensäure.

10. Wie kann das auf den Ziegeleien verwandte Wasser von Einfluss sein?

Dadurch, dass den Thonen durch Benutzung salzhaltigen Wassers beim Schlämmen, Einsumpfen und Homogenisieren lösliche Salze zugeführt werden; deshalb ist auf die Beschaffenheit des Wassers grosser Wert zu legen und namentlich das in den Thongruben sich ansammelnde von der Benutzung auszuschliessen.

11. Welchen Einfluss übt der Brenngrad aus?

Der Brenngrad kann eine Zersetzung der löslichen Salze bewirken und zwar umso weitgehender, je höher die Brenntemperatur ist. Es ist daher zweckmässig, die Steine so hoch wie irgend angängig zu brennen; denn es werden die löslichen und schädlichen Salze nicht nur durch höhere Temperaturen zerstört, sondern der Stein erlangt dadurch auch eine geringere Porosität und somit eine geringere Neigung zu Ausblühungen. Die Richtigkeit dieser Angabe kann man häufiger beobachten, da weniger gebrannte Steine (Schwachbrand) oft lösliche Salze aufweisen, während letztere in scharfgebrannten Steinen von demselben Rohmaterial nicht aufgetreten sind; besonders deutlich ist dies zu erkennen bei den vanadinhaltigen Braunkohlenthonen. So zeigen sich Verblendsteine den Ausblühungen weniger ausgesetzt, weil sie in der Regel aus gut durchgearbeitetem besserem Thonmaterial hergestellt sind, durch die Pressung einen festeren und dichten Scherben besitzen und eine höhere Brenntemperatur erhalten haben.

12. Welchen Einfluss kann der Lagerplatz auf die Ziegel ausüben?

Einen sehr verderblichen, wenn er mit löslichen Salzen durchtränkt ist. Dies trifft meist dann zu, wenn der Platz mit Asche beschüttet ist. Alle Aschen enthalten erhebliche Mengen löslicher Salze. Steht ein Stapel Steine auf solcher Unterlage, so gehen die löslichen Salze des Lagerplatzes in die Steine über. Infolge der saugenden Wirkung der Steine wird eintretender Regen oder vorhandene Grundfeuchtigkeit die Salze in die Steine über-

tragen. Auf diesen Umstand wird gewöhnlich selbst in den Ziegeleien zu wenig Wert gelegt. Es muss vor allen Dingen vermieden werden, dass die Ausbesserungen der Stapelplätze mit Brennrückständen erfolgen, wie dies leider aus Unkenntnis nur zu oft geschieht, denn hierin ist meistens die Ursache zu suchen, dass Steine, welche an sich frei von Salzen waren, später Anflüge aufweisen. Auch vor dem Lagern in der Nähe von Dunggruben und dem Transport in geschlossenen Viehwagen ist zu warnen.

Beispiele: Seger erwähnt, dass er gelegentlich des Besuches einer Fabrik feuerfester Produkte gefunden habe, dass alle Steine auf dem Platze haarartige Ausblühungen zeigten. Die Ursache war bald gefunden. Zum Aufschütten des Stapelplatzes waren Abfälle einer Sodafabrik benutzt. Die hierin vorhandenen löslichen Salze waren infolge der Kapillarkraft der Steine in diesen hoch geklettert und traten an der Oberfläche aus.

Auf einem Steinplatz am Holsteiner Ufer in Berlin zeigten Rathenower Steine, die bisher für salzfrei gehalten wurden, weisse Ausblühungen. Eine nähere Besichtigung ergab, dass der Platz mit Aschenabfällen geebnet war. Die Asche zeigte nach längerer Zeit trockenen Wetters weisse Salzüberzüge. Diese Salze waren es auch, welche in die Steine übergegangen waren und weiss erschienen (siehe auch erstes Beispiel Seite 10). —

13. Welchen Einfluss kann Mörtel oder Kalk auf das Entstehen von Anflügen ausüben?

Der gebrannte Kalk enthält meistens leicht lösliche Salze, welche beim Ablöschen in Baugruben vom Erdreich aufgesogen werden, jedoch im Kalkbrei verbleiben, wenn das Aufbewahren des abgelöschten Kalkes in wasserdichten cementierten Gruben geschieht. Hier haben die Salze keine Gelegenheit, zu entschlüpfen. Wird der gelöschte Kalk jedoch in frisch aufgeworfene Gruben gelassen, so gehen die löslichen Salze, welche in dem Löschwasser vorhanden sind, in das Erdreich der Baugruben über und der Salzgehalt des Kalkes wird auf ein geringes Maass herabgesetzt.

Der Kalk enthält schwefelsaure Alkalien oder Erdalkalien, wie schwefelsaures Natron (Glaubersalz), schwefelsaure Magnesia (Bittersalz), schwefelsauren Kalk (Gips).

Zum Teil sind dieselben Salze bereits im Kalkstein vorhanden, zum Teil werden sie beim Brennen gebildet, zum Teil durch salzhaltiges Wasser beim Löschen und Anrühren zugeführt.

14. Auf welche Ursache ist die Entstehung der Salze im Kalke beim Brennen desselben zurückzuführen?

Der Kalk wird in der Regel mit Kohlen gebrannt. Alle Kohlen sind salzhaltig, insbesondere aber auch reich an Schwefelverbindungen. Die Temperatur im Kalkofen ist eine so hohe, dass die Salze der Kohle verflüchtigt werden und in den Brennkalk übergehen. Anderenfalls wird von dem Kalke die sich beim Verbrennen schwefelhaltiger Kohle bildende schwefelige Säure bzw. Schwefelsäure sehr gierig unter Bildung schwefelsaurer Salze, insbesondere schwefelsauren Kalkes, angezogen.

Kohlen, welche fast frei von Salz und Schwefel sind, sind schwer zu haben, und Holz ist zu teuer. Früher, als der Kalk noch ausschliesslich mit Holz gebrannt wurde, machten sich Anflüge bei Bauwerken nur wenig geltend.

15. Wann ist der zum Mörtel verwandte Sand für die Entstehung von Ausschlägen verantwortlich?

Immer dann, wenn derselbe Gips oder leicht zersetzliche Silikate enthält, wie Feldspat und ähnliche Mineralien.

Feldspat ist in Wasser unlöslich, er ist aber leicht zersetzlich bei Gegenwart von schwefelsaurem Kalk (Gips), da bei einer Berührung mit diesem eine Umsetzung zwischen dem Alkali-Thonerde-Silikat und dem schwefelsauren Kalk in der Weise stattfindet, dass sich schwefelsaures Alkali bildet, welches äusserst leicht löslich ist und gut krystallisiert.

Es ist wiederholt beobachtet, dass Ziegel von Ziegeleien, welche unzweifelhaft salzfreie Steine liefern, Ausblühungen zeigten, wenn dieselben nach gewissen Stadtteilen geliefert wurden und der zum Vermauern benutzte Mörtel mit Sand verschiedener Herkunft zubereitet war.

Die Untersuchung der in Frage kommenden Verhältnisse zeigte, dass der Sand feldspathaltig war. (Siehe das vorletzte Beispiel in der Beantwortung zur Frage 6.)

16. Kann die Behandlung des Mörtels bei der Entstehung von Ausblühungen mitwirken?

Dies ist nicht unwahrscheinlich. Adolf Francke (Thonindustrie-Zeitung 1900 Seite 836) hat beobachtet, dass,

wenn Kalkmörtel abends im Kalkkasten zurückgeblieben und bis zum andern Morgen oder gar, wenn es Sonnabend abend war, bis Montag früh stehen geblieben war, die damit gemauerten Schichten auch nachträglich erkennbar geblieben sind. Um zu prüfen, ob diese Beobachtung regelmässig zufrift, hat das Laboratorium der Thonindustrie-Zeitung folgende Versuche angestellt: Es wurde von frisch zur Baustelle geliefertem Mörtel eine Probe entnommen und diese gründlich gemischt. Dieselbe wurde sodann in 3 gleiche Teile geteilt, und es wurden nun die löslichen Salze bestimmt 1) sofort nach den Teilen 2) nachdem der zweite Teil 24 Stunden unter Wasser gestanden hatte, wie es in der Regel auf Bauten geschieht, und 3) nachdem der dritte Teil 48 Stunden gestanden hatte.

Die Prüfung ergab folgende Mengen an löslichen Salzen, nachdem der wasserlösliche Aetzkalk durch Einleiten von Kohlensäure ausgefällt war:

frisch	nach 24 Stunden	nach 48 Stunden
0,018 %	0,016 %	0,016 %.

Ogleich die gefundenen Zahlen keine Bestätigung der vorerwähnten Beobachtung geben, dürfte es doch angebracht sein, auf die richtige Handhabung des Mörtels und auf die Befolgung der alten Handwerksregel, den Kalkkasten vor Feierabend stets leer arbeiten zu lassen, wieder mehr Gewicht zu legen.

17. Sind die Ausblühungen schädlich und wie äussert sich ihre Wirkung?

Bei vorübergehenden Ausblühungen nicht, dagegen bei solchen, welche durch fortwährendes Hinzutreten immer neuer Feuchtigkeit zu permanenten werden, ist die schädigende Wirkung vorhanden; sie ist auf die Krystallisationsfähigkeit der Salze zurückzuführen. Die Krystallbildung erfolgt in der Weise, dass zuerst winzig kleine Kryställchen entstehen, welche in dem Maasse, wie ihnen Salzlösung zugeführt wird, wachsen. Das Wachsen geschieht mit einer solchen Kraft, dass die Salze, wie das Eis, eine sprengende Wirkung ausüben. Besitzen die Steine eine geringe mechanische Festigkeit, so erfolgt die Zerstörung bald, während sie bei mechanisch festen Steinen erst nach Jahren sichtbar wird; bei Putzflächen kann sie sogar bis zum Abwerfen des Putzes führen.

Prof. Dr. Otto N. Witt und Dr. O. Ernst führen in der Thonindustrie-Zeitung 1896, S. 74, aus:

Ausblühungen an Steinen aller Art gehören nicht zu den Seltenheiten. Ihr Auftreten wird stets unangenehm empfunden, nicht nur, weil sie das Bauwerk in seinem Aussehen erheblich beeinträchtigen, sondern weil sie auch oft die Folgen eines im Baumaterial vor sich gehenden Zerstörungsprozesses sind.

Die Zerstörung giebt sich kund durch Bildung feiner Schüppchen welche mit einander nur in sehr losem Zusammenhange stehen.

18. Wie ist die Erscheinung zu erklären, dass im Frühjahr viele Bauten mit weissen Ausblühungen behaftet sind, welche bald wieder verschwinden?

Die meisten Salze krystallisieren mit einem nicht unbedeutenden Gehalt an Wasser. Die Krystalle sind dabei mehr oder weniger durchsichtig (wasserhell). An der Luft wird jedoch ein Teil des Wassers verdunstet, die Krystalle verlieren ihren festen Zusammenhang und werden pulverförmig, verwittern. Das Pulver wird durch den Wind bald weggeführt. Auch der Regen wäscht die löslichen Salze bald ab.

19. Wie können die am Mauerwerk aufgetretenen Ausblühungen beseitigt werden?

Sie werden am besten durch wiederholtes Abbürsten und Abspülen mit reinem Wasser entfernt. Vielfach ist es üblich, dem Wasser einen geringen Zusatz von Salzsäure oder Essig zu geben, doch ist ein solcher nur angebracht, wenn die Ausblühungen aus kohlenurem Kalk bestehen; kommen Sulfate oder Vanadinate in Frage, so ist ein Abwaschen mit reinem Wasser das beste Mittel. Mit Säure versetztes Wasser sollte möglichst vermieden werden, weil die Säure leicht auf die Ziegel und den Mörtel einwirkt und Salze bildet, welche vielfach die Eigenschaft haben, hygroskopisch, d. h. wasseranziehend zu sein. Die Steine, welche hygroskopische Salze enthalten, sehen scheinbar ausschlagfrei aus. Dies rührt jedoch daher, dass die Steine dann einen gewissen Feuchtigkeitsgrad enthalten, der die Salze vorläufig nicht sichtbar werden lässt.

20. Wie kann bei dem Bauen den Ausblühungen vorgebeugt werden?

Von grösster Wichtigkeit für die Vermeidung von Ausblühungen ist die Isolierung der Bauwerke gegen die aufsteigende Grundfeuchtigkeit und genügender Schutz der Mauern, Gewölbe und vortretenden Mauerteile gegen Regen und Schnee; denn sämtliche in dem Vorausgehenden angeführten Beobachtungen haben den unanfechtbaren Nachweis geführt, dass ohne den Zutritt von Feuchtigkeit Ausblühungen auf Mauerflächen nicht in Erscheinung treten können.

Mögen vorstehende Darlegungen dazu beitragen, die Aufmerksamkeit der Ziegelfabrikanten auf das für die Herstellung einwandfreier Ziegel zu Beobachtende hinzu lenken, sodann aber auch andere beteiligte Kreise von der Thatsache zu überzeugen, dass die Ausblühungen nicht immer auf die Ziegel zurückzuführen sind, sondern dass mindestens ebenso häufig die anderen Baumaterialien und in nicht wenigen Fällen auch mangelnde Vorsicht bei der Bauausführung Veranlassung der Ausblühungen sein können.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

S. 61

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II 31111
L. inw.

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000



Druck R. F. Funcke, Berlin SO. 16
Köpenickerstr. 114.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300042