

denen Salzlösungen verschieden schnell von statten; Chlormagnesiumlösungen z. B. halten das freie Brom und Chlor hartnäckiger fest als Lösungen der Chloralkalien. Man füllt alsdann die vorgelegte Lösung zu einem passenden Volum auf und bestimmt in einem aliquoten Theile derselben mit Hülfe von Zehntel-Natriumthiosulfatlösung den Gehalt an frei gemachtem Jod. Einen andern Theil verdampft man zur Bestimmung seines Salzgehaltes in einem leichten, gewogenen Porzellanschälchen auf dem Wasserbade zur Trockne. Die Austreibung der letzten flüchtigen Theile darf man nicht durch Glühen vornehmen, da nach Pettersson (Z. anal. 1871, 362) das Jodkalium bei Erhitzung auf über 200° theilweise in jodsaures Salz übergeht. Man erhitzt deswegen den Rückstand nach beendeter Verdampfung noch $\frac{1}{2}$ Stunde im Trockenschrank auf 160 bis 180°.

Die Berechnung der Analyse ergibt sich aus Folgendem:

1 mg Brom bewirkt bei Einwirkung auf Jodide eine Gewichtsverminderung derselben von 0,5866 mg.

1 mg Chlor bewirkt ebenso eine Gewichtsabnahme um 2,5773 mg.

Bedeutet nun:

J das durch Titration gefundene Gewicht des in der Vorlage gebildeten freien Jods,

D die Gewichtsabnahme, welche das Jodkalium durch die Aufnahme von Chlor und Brom erlitten hat,

c die Menge des Chlors und

b die Menge des Broms, welche von der Jodkaliumlösung absorbiert sind, so bestehen die Gleichungen:

$$1. J = c + b + D$$

$$2. D = 0,5866 b + 2,5773 c.$$

Daraus folgt:

$$c = 0,797 D - 0,295 J$$

$$b = 1,295 J - 1,797 D.$$

Beleganalysen: 1. 100 cc einer Endlauge der Chlorkaliumfabrikation, deren nach der Silbermethode ausgeführte Untersuchung einen Gehalt von 354 mg Brom ergeben hatte, wurden mit 50 cc Chlorwasser (mit etwa 370 mg Chlor) abdestillirt. Vorgelegt waren etwa 70 cc Jodkaliumlösung, welche 4,926 g Salz enthielten. Nach beendeter Destillation wurde die vorgelegte Lösung auf 250 cc aufgefüllt. 100 cc enthielten dann 453,2 mg freies Jod; mithin war $J = 1133$ mg. 50 cc hinterliessen nach dem Eindampfen und Trocknen 861 mg Salz. Also war $D = 621$ mg. Daraus folgt der Gehalt der Lauge an Brom zu 351,3 mg.

2. Eine Lösung, zusammengesetzt aus 338,5 mg Bromkalium, 20 g Kochsalz und 80 cc Wasser, in gleicher Weise behandelt, ergab $J = 1175,3$ und $D = 721$ mg, mithin 226,4 mg Brom statt der berechneten 227,3 mg.

Die Ausführung dieser Analysen, welche übrigens mit gleich gutem Erfolge wiederholt wurden, bestätigte die Erwartungen, welche bezüglich leichter Handhabung und

Genauigkeit auf die Methode gesetzt waren. Als Vorzüge gegenüber der Silbermethode ist vor allem hervorzuheben, dass man hier die zeitraubende Erzeugung und weitere Behandlung eines zur Wägung zu bringenden Niederschlages und die lästige Arbeit mit Chlorgas, das bekanntlich dort zum Zersetzen des Bromsilbers verwendet wird, vermeidet.

Westeregeln, November 1894.

Beiträge zur Kenntniss des Luftmörtels.

Von

Ed. Donath.

Die Anschauungen über die der Erhärtung und Wirkung des Luftmörtels zu Grunde liegenden Vorgänge sind im Allgemeinen ziemlich geklärt; nur darüber ist keine völlige Übereinstimmung vorhanden, ob das Steinhartwerden des Mörtels im Laufe einer langen Zeitperiode auch auf eine Silicatbildung in Folge der Einwirkung des Kalkes auf den Quarzsand zurückzuführen sei und ob die innige Verbindung des Mörtels mit den Mauerziegeln selbst durch eine in der Oberfläche der letzteren erfolgende chemische Einwirkung des Mörtelkalkes bedingt werde, oder ob man es hier blos mit einer Adhäsionserscheinung, ähnlich der Wirkung eines Limes oder Kittes zu thun habe. Bezüglich des ersteren Punktes, nämlich der mit dem Alter des Mörtels zunehmen sollenden Silicatbildung ist man selbstverständlich in erster Linie auf die chemische Zusammensetzung¹⁾ sehr alter Mörtel angewiesen, von denen allerdings einige beträchtliche Gehalte an löslicher Kieselsäure aufweisen. Die Anzahl der in der einschlägigen deutschen Fachliteratur bekannten Analysen sehr alter Mörtel ist aber keine sehr grosse, und ich habe daher die Resultate von schon vor einer längeren Reihe von Jahren begonnenen Untersuchungen sehr alter Mörtel gesammelt, um durch dieselben und durch weitere directe Versuche nähere Anhaltspunkte zur Beurtheilung dieser Frage zu gewinnen.

Bei der Untersuchung eines Mörtels soll man meines Erachtens so vorgehen, dass sich aus den Resultaten derselben beurtheilen lässt, welche Bestandtheile von dem verwendeten Sand, der ja stets noch gewisse Mengen von Thon (sowie Fragmente der Muttergesteine, aus welchen letzterer ent-

¹⁾ Siehe darüber Feichtinger: Die chemische Technologie der Mörtelmaterialien.

stand) enthält, herrühren und welche von dem verwendeten gebrannten Kalk. Der zum Brennen verwendete Kalkstein ist bekanntlich nie völlig rein, sondern enthält bis zu einem Grad Silicate der Thonerde und des Eisens sowie Magnesiaverbindungen u. dgl. Erstere werden durch das Brennen des Kalksteins aufgeschlossen und dadurch sowohl eine gewisse Menge von Kieselsäure als auch von Thonerde und Eisenoxyd in den in verdünnter Salzsäure löslichen Zustand übergeführt. Eine grössere Menge von löslicher Thonerde (und Eisenoxyd) soll daher stets von entsprechend grösseren Mengen löslicher Kieselsäure begleitet sein, wenn dieselben, wie man bisher wenigstens annahm, sämmtlich von dem verwendeten Kalk abstammen.

Ersterer wurde auf einem gewogenen Filter, letzterer in einem Schälchen bei 110° getrocknet und gewogen. Das als Thon Gewogene bestand allerdings nicht aus reinem Thon, sondern zum kleinen Theile aus Fragmenten verschiedener Mineralien, aus denen der Thon entstanden sein dürfte. Vor der erhaltenen salzsauren Lösung wurde ein bestimmtes Volum zur Bestimmung von gelöster Kieselsäure³⁾, Eisenoxyd und Thonerde, Kalk, Magnesia benutzt; die Kohlensäure wurde in gewöhnlich üblicher Weise durch Entbinden mit verdünnter Salzsäure und Absorbirenlassen durch Natronkalk u. s. w. bestimmt.

In Folgendem sind nun die Resultate der so durchgeführten Analysen zusammengestellt.

Abstammung und Alter	1 Von einer Stadtmauer 600 Jahre alt	2 Von einer Kirche 620 Jahre	3 Von einer Kirche 880 Jahre	4 Von einer Kirche 640 Jahre	5 Von einer Kirche 610 Jahre	6 Von einer Burgruine gegen 600 Jahre	7 Von einem Kirchthurm 440 Jahre	8 Kirche, Alter unbekannt	9 Kirche, Alter unbekannt	10 Kirche, Alter unbekannt	11 Kloster, Alter unbekannt
Wasser	3,53	4,68	0,96	2,53	0,94	2,23	0,90	1,61	0,52	0,38	0,75
Sand	59,14	56,97	59,95	67,90	64,80	26,03	64,97	53,72	61,08	76,62	79,94
Thon	3,49	2,51	5,17	5,98	5,13	6,00	3,89	12,03	5,67	1,98	3,10
Lösliche Kieselsäure	1,24	1,65	1,29	1,93	1,44	5,07	2,41	3,76	1,97	1,33	3,45
Kohlensäure	12,80	13,59	12,60	8,78	12,30	26,18	11,40	11,28	11,48	8,05	5,51
Kalk	15,58	16,15	15,97	10,41	13,40	21,23	13,77	8,41	15,08	10,20	5,71
Magnesia	0,26	0,68	0,27	Spuren	0,13	6,78	0,24	2,70	0,36	0,10	0,19
Eisenoxyd und Thonerde	2,68	2,61	2,64	1,99	2,10	6,73	1,95	5,78	2,87	0,94	1,74
Alkalien, Spuren von Schwefelsäure, Phosphorsäure u. dgl.	1,28	1,16	1,33	0,48	—	—	0,47	0,71	1,02	0,40	—
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,30	100,25	100,00	100,00	100,00	100,00	100,39
Kohlensäure, aus Kalk u. Magnesia gerechnet	12,34	13,43	12,69	8,19	10,67	24,14	11,08	9,63	12,19	8,13	4,69

Sollten aber in alten Mörteln der verschiedensten Provenienz grössere Mengen löslicher Kieselsäure gefunden werden, ohne gleichzeitiges Vorhandensein entsprechender Mengen löslicher Thonerde und von Eisenoxyd, dann dürfte die Anschauung von der erfolgenden Silicatbildung, welche wesentlich durch die Versuche Petzholdt's²⁾ gestützt wurde, an Wahrscheinlichkeit gewinnen. Die Untersuchung der Mörtel wurde zu diesem Zwecke in folgender Weise durchgeführt. Gegen 20 g des grob zerstoßenen Mörtels wurden in 400 bis 500 cc verdünnte Salzsäure (1 : 6) eingetragen und gelinde erwärmt, bis kein Entweichen von Gasblasen zu bemerken war. Der ungelöste Rückstand wurde dann auf's Filter gebracht und ausgewaschen, dann vom Filter abgespült und nun durch entsprechendes Abschlämmen Thon und Sand von einander getrennt.

Aus diesen Resultaten ist zunächst ersichtlich, dass der Gehalt an löslicher Kie-

³⁾ Ich habe absichtlich diesen Gang der Untersuchung gewählt und nicht, wie es vielleicht nahe liegt, die lösliche Kieselsäure dadurch bestimmt, dass der Mörtel mit Salzsäure direct zur Trockniss gebracht, und nach dem Auflösen und Abfiltriren des löslichen Theils aus dem unlöslichen Rückstand durch Anskochen mit Natriumcarbonatlösung die lösliche Kieselsäure weggelöst und in dieser Lösung erst abgeschieden und bestimmt wurde, denn hierbei würden vielleicht manche Silicate, die mineralogische Bestandtheile des Sandes sind (der ja, wie wir sehen werden, nie reiner Quarzsand ist) ebenfalls zersetzt worden und dadurch die Menge der löslichen Kieselsäure erheblich vermehrt worden sein. Andererseits ist es möglich, dass bei der eingeschlagenen Methode gewisse Mengen der „löslichen“ Kieselsäure in der angewendeten, allerdings reichlichen Menge verdünnter Salzsäure sich nicht lösten und sich dadurch der Bestimmung entzogen, und es dürften zweifellos die vorhandenen Mengen der löslichen Kieselsäure grösser sein als die auf diese Weise gefundenen. Übrigens hat A. Bauer (Dingl. 152, 367) gefunden, dass in der salzsauren Lösung des Mörtels weitaus die grösste

²⁾ J. f. pract. Chemie 16, 96.

säure in den meisten der untersuchten Mörtel nicht 2 Proc. erreichte, also nicht höher war, als man ihn bei Mörteln von bedeutend geringerem Alter gefunden hat; die correspondirenden Gehalte an löslicher Thonerde und an Eisenoxyd differiren ebenfalls nicht beträchtlich bis auf No. 10, wo letztere in bedeutend geringeren Mengen vorhanden sind. Den in No. 6 und 8 beträchtlich höheren Gehalten an löslicher Kieselsäure entsprechen auch höhere Gehalte an Eisenoxyd und Thonerde, nur bei No. 11 ist dies nicht der Fall. Wenn man alle diese Resultate sammt den aus früheren Mörtelanalysen sich ergebenden Folgerungen in Betracht zieht, so erscheint es schon dadurch als sehr wahrscheinlich, dass die mit dem Alter bis zu einer gewissen Grenze immer zunehmende Erhärtung des Mörtels keineswegs mit einer allmählich erfolgten Silicatbildung (durch die Einwirkung des Ätzkalkes auf die eingebetteten Quarzsandkörner) verbunden sein muss, denn sonst müssten in allen diesen sehr alten Mörteln höhere, von dem Eisenoxyd- und Thonerdegehalt ganz unabhängige Gehalte an löslicher Kieselsäure gefunden worden sein.

Da die Resultate der ausgeführten Mörteluntersuchungen demnach im Widerspruch mit den schon citirten Untersuchungen Petzholdt's stehen, welcher angibt, dass Kalkhydrat direct auf Quarzsand chemisch einwirkt unter Bildung von Kalksilicat, dessen Entstehen dann zur Bildung löslicher Kieselsäure Veranlassung gibt, so habe ich zur Aufhellung dieser Frage einen directen Versuch angestellt. Petzholdt hat zu seinen Versuchen theils Quarzpulver aus nach Weissglühitze abgeschrecktem Quarz, theils weissen Sand, durch Schlämmen von beigemengten Glimmerblättchen befreit, theils gewöhnlichen, braunen, eisenhaltigen Kiessand verwendet. Er hat die in diesen Materialien schon vorhandene lösliche Kieselsäure nicht bestimmt, obzwar die beiden letzten Sandsorten gewiss nicht als reiner Quarzsand betrachtet und demgemäss blos aus unlöslicher Kieselsäure bestehend angenommen werden durften. Aus dem genannten Sande wurden dann mit entsprechenden Mengen von reinem Kalk (aus carrarischem Marmor durch Brennen u. s. w. hergestellt) Mörtel erzeugt, die nach Verlauf verschiedener Zeiten untersucht, grössere Mengen

von löslicher Kieselsäure ergaben⁴⁾. Zu meinen Versuchen benutzte ich völlig reine Quarzstücke⁵⁾, welche (ohne Abschrecken) entsprechend zu einem groben Sand zerstoßen wurden. In einem bestimmten Quantum dieses Sandes wurde durch Eintragen in verdünnte Salzsäure (1 : 6), mässiges Erwärmen, Abfiltriren, Eindampfen u. s. w. die Menge der löslichen Kieselsäure bestimmt. Nun wurde ein in der Schale innigst verriebener, äusserst fetter Kalkbrei in zwei genau gewogene Theile getheilt; in dem einen davon die Menge der löslichen Kieselsäure in gleicher Weise bestimmt, der anderen mit dem gewogenen Quarzsande zu einem gleichförmigen Brei angerührt und dieser im offenen Glas durch 14 Tage der Luft ausgesetzt. Nach dieser Zeit wurde nun in diesem künstlichen Mörtel in gleicher Weise die Menge der löslichen Kieselsäure bestimmt; die im angewendeten Quarzsand und dem Kalkbrei enthaltene Menge der löslichen Kieselsäure entsprach 0,0852 g, gefunden wurden nach der 14 tägigen Einwirkung 0,0849 g; es hat also absolut keine Vermehrung der löslichen Kieselsäure durch Bildung von Kalksilicat in Folge der Einwirkung des Ätzkalks auf die Quarzkieselsäure stattgefunden und wenn auch jeder chemische Process bis zu einem gewissen Grade eine Function der Zeit ist, so musste dennoch auch schon nach dieser 14tägigen Einwirkung eine gewisse chemische Veränderung zu constatiren gewesen sein, und auch ohne weitere Wiederholung dieses mit grösster Sorgfalt durchgeführten Versuches habe ich die Überzeugung, dass absolut reiner Quarzsand durch Ätzkalk auch nach sehr langer Zeit keine chemische Veränderung unter Bildung von Kalksilicat und demnach keine Überführung in lösliche Kieselsäure erfährt.

Man hat bisher auch, wie ich dies Eingangs bereits angeführt, die Anschauung gehabt, dass die in einem Luftmörtel enthaltenen Mengen von löslicher Kieselsäure, Thonerde und Eisenoxyd von den Verunreinigungen des zum Brennen verwendeten Kalksteines an Sand und Thon herrühren, welche durch das Brennen theilweise ausgeschlossen werden; allein dies ist durchaus nicht der Fall; dieselben rühren zweifellos, wenigstens was die Kieselsäure betrifft, zum

Menge löslicher Kieselsäure enthalten ist und nur sehr minimale Mengen im Rückstand, so z. B. in dem von ihm speciell angeführten Falle in der salzsauren Lösung 1,3 Proc. und im Rückstand (Sand) blos 0,08 Proc.

⁴⁾ Bei Petzholdt's Versuchen wurde die durch Zersetzung mit concentrirter Salzsäure sich gallert-flockig ausscheidende Kieselsäure von dem Sand abgeschlemmt und gewogen.

⁵⁾ Schon A. Bauer (Dingl. 150, 65) führt an, dass die Aufklärung genannter Verhältnisse einer eigenen mit reinem Quarz und Kalk vorgenommenen Untersuchung überlassen werden muss.

Theil und wahrscheinlich zum grösseren Theil von der mineralogisch-chemischen Beschaffenheit des zur Mörtelbereitung verwendeten Bausandes her, den man gemeinlich als Quarzsand betrachtet, der es aber nicht ist. Da ich über die Zusammensetzung des Bausandes in den einschlägigen Litteraturbehelfen keine näheren Angaben fand, so habe ich drei hier zur Mörtelbereitung verwendeten, nach Angabe des Baumeisters zu den besten gehörige Sande auf ihren Gehalt an löslicher Kieselsäure untersucht. No. I war ein grober Flusssand, für Mörtel zu massiveren Bauten verwendet, No. II ein mittelgrober Flusssand für gewöhnlichen Mauermörtel und No. III ein feiner, sog. Schwemmsand, für Verputzmörtel verwendet. Je 30 g des unzerkleinerten Sandes wurden in 400 cc der verdünnten Salzsäure eingetragen, ganz gelinde erwärmt, die Lösung abfiltrirt, zur Trockniss verdampft u. s. w. Die Menge der erhaltenen gelösten Kieselsäure betrug bei No. I 0,26 Proc., bei No. II 1,85 Proc. und bei No. III 1,52 Proc.; dabei wurde zugleich beobachtet, dass bei I und II auch noch deutlich gallertige Kieselsäure aus dem Sand sich ausschied, die demnach sich der Bestimmung bei der eingeschlagenen Methode entzog.

In zwei als vortrefflich angegebenen, diesmal jedoch vorher fein zerkleinerten Bausanden, von denen I aus dem Gailthal in Kärnten, II aus dem Murthal bei Leoben stammte, wurden ferner die Mengen der löslichen Kieselsäure und die Menge des durch concentrirte Salze Unzersetzbares dadurch bestimmt, dass die betreffenden Proben mit der verdünnten Salzsäure wie bei der Kieselsäureabscheidung zur Trockniss gebracht, das in Salzsäure und Wasser dann Gelöste abfiltrirt und nun in dem ungelösten Rückstande durch wiederholtes Auskochen mit Natriumcarbonatlösung die lösliche Kieselsäure extrahirt, aus ihrer alkalischen Lösung dann mit Salzsäure im Überschuss zur Trockniss gebracht und schliesslich abfiltrirt und nach weiteren Proceduren gewogen wurde. Hierbei ergab Sand aus dem Gailthal 4,36 Proc. gelöste Kieselsäure und 46,26 Proc. Unzersetzbares, Sand aus dem Murthal 12,43 Proc. gelöste Kieselsäure und 63,74 Proc. Unzersetzbares.

Nach diesen Versuchen ist es demnach zweifellos, dass der bei Weitem grösste Theil der in Luftmörteln enthaltenen löslichen Kieselsäure nicht von den Verunreinigungen des Kalkes und nicht von der mit der Zeit eingetretenen Silicatbildung durch Einwirkung des Kalkes auf Quarz herrührt, sondern schon von dem zur Mörtelbereitung verwendeten Sande abstammt, indem wir

es in dem Bausand fast nie mit einem Quarzsand zu thun haben.

Diese Resultate sind übrigens in keiner Weise überraschend, denn der Mörtelbausand stellt ja die lose zusammenhängenden Körnermassen verschiedenster Korngrösse einer ganzen Reihe von Gesteinstrümmern dar, und zwar allerdings vornehmlich von Quarz, daneben aber auch Feldspath, Granit, Porphy, Gneiss, Glimmer, Glimmerschiefer, Feuerstein, Augit, Olivin u. s. w. Einige dieser Mineralien sind nun bekanntlich mehr oder minder leicht verwitterbar, wodurch das Vorkommen selbst grösserer Mengen löslicher Kieselsäure wohl leicht erklärlich wird.

Über die nähere Zusammensetzung der Mörtelbausande habe ich selbst in den ausführlichsten bautechnologischen Werken keine näheren Angaben gefunden, und ich will eine grössere Anzahl solcher in meinem Laboratorium thunlichst bald eingehend untersuchen lassen. Soviel können wir jedoch schon heute sagen, dass nicht nur die Grösse und Form der Sandkörner, wie vielfach behauptet wird, auf die Festigkeit und sonstigen Eigenschaften des Mörtels einen Einfluss haben, sondern gewiss auch die mineralogische beziehungsweise die geognostische und damit zusammenhängende chemische Zusammensetzung des Sandes, sowie der Grad der Verwitterung desselben. Dass dies übrigens von den competenten Bautechnikern schon erkannt ist, erhellt aus mehreren Anführungen in dem ausgezeichneten Werke von Gottgetreu: *Physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien*, welches die bautechnischen Capitel viel eingehender und besser behandelt, als selbst die ausführlichsten bisher vorliegenden Werke, die der chemischen Technologie angehören. Gottgetreu bemerkt (Band 2 S. 205):

Quarzsand ist dem Kalk- und Dolomitsand vorzuziehen, grobkörniger, scharfkantiger Quarzsand mit 5 bis 10 Proc. granitischen oder feldspathartigen Geschiebresten ist der beste Bausand. Wo diese Geschiebreste im Sand ganz fehlen, oder wo man nur Kalk- oder Dolomitsand zur Verfügung hat, wird man mit Vortheil den Mörtel derartige Geschiebreste zusetzen und wäre die zu wählende Form die des grobkörnigen Sandes; vorherrschende Feldspathgesteine würden hier den Vorzug verdienen. Fehlen diese, so würden Glimmer, Granit, Syenit oder andere Hornblendegesteine, immer mit Rücksicht auf ihren Gehalt an Alkalisilicaten, zu verwenden sein.

Zweifellos hat Gottgetreu diese seine präzise ausgesprochenen Behauptungen vorzugsweise auf Grund vielfacher Erfahrungen seinerseits und anderer Bautechniker und nicht auf Grund theoretischer Voraussetzungen ausgesprochen.

Da Gottgetreu speciell von dem Vortheil feldspathhaltigen Bausandes spricht, so habe ich ebenfalls einige Versuche über die Angreifbarkeit desselben durch Ätzkalk ausgeführt. Zu grobem Sand zerstoßener, schön krystallisirter Feldspath wurde in gewogenen Mengen mit bestimmten Mengen des früher verwendeten Kalkbreies verrührt und diese Mischung über 14 Tage stehen gelassen. In dem verwendeten Feldspathsand wurde zuvor die durch eine bestimmte Menge verdünnter, warmer Salzsäure lösliche Kieselsäure bestimmt, deren Menge übrigens sehr minimal war (in 22,461 g 0,0060 SiO₂). Nach 14 Tagen wurden die durch Digeriren des Feldspathsand-Kalkmörtels mit den entsprechenden grösseren Mengen warmer, verdünnter Salzsäure in Lösung gehenden Quantitäten Kieselsäure bestimmt, aber nie ein Gewichtsüberschuss über die Summe der an und für sich aus den gleichen Mengen Feldspathsand und Kalkbrei in gleicher Weise erhaltenen Mengen festgestellt. Es ist daher anzunehmen, dass die vortheilhafte Wirkung solcher⁶⁾ Silicatgesteine im Bausand auf die Beschaffenheit des Mörtels nicht von ihrer unmittelbaren Einwirkung auf den Kalk bedingt ist, sondern von dem Verhalten der Verwitterungsproducte dieser Mineralien, also vorzugsweise lösbarer Kieselsäure und gewisser hierbei entstandener, anders zusammengesetzter Silicate auf den Kalk. Dass das Vorhandensein lösbarer Kieselsäure oder durch Salzsäure aufschliessbarer Silicate für die Erhärtungsgeschwindigkeit und die Festigkeit des Luftmörtels von grossem Einfluss ist, ist aus mehrfachen Erfahrungen bekannt; so erhärtet ein Mörtel, welchem neben gewöhnlichem Sand auch Hochofenschlackensand zugefügt wurde, sehr bald und erreicht mitunter eine solche Festigkeit nach wenigen Jahren, dass man das betreffende Mauerwerk nur mit Gewalt sprengen kann. Es ist bekannt, dass man beim Bauen in vorgeschrittenen, schon kälteren Jahreszeiten das Abbinden und Erhärten des Mörtels beschleunigt, wenn man dem Sand gesiebte Braunkohlenasche, bez. die zerkleinerten Schlacken von der Verbrennung der Braunkohle zufügt; bekanntlich zeichnet sich nun die Asche mancher Braunkohlen durch einen hohen Gehalt an aufgeschlossener Kieselsäure aus.

Ich habe dann weiters zwei jüngere Mörtel untersucht, von welchen besonders der eine durch seine geringere Festigkeit, leichtere Zerreiblichkeit, fast kreidige Beschaffenheit auffiel. Es war dies ein Mörtel von

dem Gebäude der hiesigen technischen Hochschule gelegentlich einer Renovirung aus dem Innern einer Hauptmauer entnommen, 34 Jahre alt, No. II ein solcher aus einem Wohngebäude der Stadt, gegen 50 Jahre alt.

Es enthielten

	I	II
Lösliche Kieselsäure	0,44	0,57
Eisenoxyd und Thonerde	1,64	2,65
Kalk	9,55	16,12
Magnesia	0,51	1,69
Sand	77,54	56,95
Thon	2,18	5,85
Kohlensäure	7,06	7,99
Hygr. Wasser	0,61	0,61
	99,08	92,43 ⁷⁾

Bei No. II reicht die gefundene Kohlensäure nicht aus, um den vorhandenen Kalk und die Magnesia zu Carbonaten zu binden und es bleiben noch 5,98 Proc. Kalk und die ganze Magnesia (1,69 Proc.) ungesättigt. Wenn auch die gefundenen Mengen löslicher Kieselsäure verhältnissmässig sehr klein sind, so zeigen doch diese zwei Mörtel keine so abnorme Zusammensetzung, dass man aus dieser auf ihre angeführten Eigenschaften schliessen könnte und ich glaube demnach bestimmt, dass wir so manche Verschiedenheiten in den Eigenschaften und dem Verhalten des Luftmörtels auf die Verschiedenheit der mineralogisch- oder geognostisch-chemischen Beschaffenheit und den Grad der Verwitterung des als Sand Bezeichneten zurückzuführen haben.

Wenn wir nochmals zur Betrachtung der angeführten Analysen alter Mörtel übergehen, so ergibt sich bei No. 5, 6, 8 und 11 ein Überschuss der gefundenen Kohlensäure gegenüber der aus den vorhandenen Kalk- und Magnesiamengen gerechneten und zwar in der angegebenen Reihenfolge von 1,69, 2,04, 1,65 und 0,82 Proc. Auch A. Bauer und A. Vogel haben in untersuchten alten Mörteln solche überschüssige Kohlensäuremengen gefunden. Ersterer erklärt das Auftreten derselben durch Contactwirkung, indem diese Kohlensäure einfach von dem Mörtel als solche innig absorbirt sei (er führt analoge Fälle an), während Bauer mehrere Momente, darunter auch das Auftreten von kohlensauren Alkalien im Mörtel, zur Erklärung dieser Erscheinung heranzieht⁸⁾.

⁷⁾ Die grosse Differenz gegen 100 rührt zweifellos hier davon her, dass ein nicht unbeträchtlicher Theil des Kalkes noch nicht gesättigt und als Kalkhydrat vorhanden ist, das Hydratwasser aber nicht in der Zusammensetzung erscheint.

⁸⁾ Das Auftreten kohlensaurer Alkalien in sehr alten Mörteln ist nicht schwer erklärlich; wenn Kalk und Magnesia bereits vollständig in Carbonate übergeführt sind, so wirkt die nun in die Mauer eindringende Kohlensäure bei Gegenwart von

⁶⁾ In der Regel selbst durch concentrirte Salzsäure nicht zersetzbar.

Bei den vorher angeführten Mörteln war in No. 6 die einen besonders hohen Kohlensäureüberschuss aufweist, beim Glühen ein gewisser Gehalt an organischen Substanzen durch die vorübergehend dunkle Färbung zu erkennen, schwächer bei No. 5 und 8 und bei den anderen gar nicht.

Es ist bekannt, dass Mörtel mitunter organische Substanzen enthalten, herrührend von dem Sande beigemischten Fragmenten pflanzlicher Abstammung. Wenn nun, nachdem der Ätzkalk durch Aufnahme von Kohlensäure aus der Atmosphäre bereits in normales Carbonat übergegangen ist, diese organischen Substanzen langsam verwesen und dadurch Kohlensäurebildung innerhalb des Mörtels erfolgt, so ist es immerhin möglich, da ja eine gewisse Menge von Feuchtigkeit zugleich vorhanden ist, dass gewisse Mengen von Carbonat vorübergehend in das Bicarbonat des Kalkes übergehen. Über das Vorhandensein grösserer Mengen überschüssiger Kohlensäure bedürfen wir aber zweifellos zur weiteren Aufhellung noch weitgehender Versuche.

Was nun die Wirkung des Mörtels betrifft seines Vermögens, mit den Mauerziegeln selbst in eine sehr feste Verbindung zu treten, betrifft, so ist wohl die Anschauung vorherrschend, dass die Wirkung des Mörtels hauptsächlich auf Adhäsionserscheinungen, ähnlich der Wirkung von Leim und Kitt, beruht; doch hält man es andererseits für möglich, dass an den Berührungstellen zwischen Mörtel und Ziegeln eine chemische Einwirkung des Ätzkalkes auf die Ziegelsubstanz unter Bildung von Kalkthonerdesilicat stattfindet, da es ja bekannt ist, dass jeder Luftmörtel durch Einverleibung von Ziegelmehl gewissermaassen hydraulische Eigenschaften erhält und der alte Mörtel sich besonders von der Oberfläche der gebrannten Mauerziegel schwer entfernen lässt. Nach meiner Anschauung steht nun die Wirkung des Luftmörtels in der Mitte zwischen den jetzt angenommenen und lässt sich am besten mit der Fixirung eines im Status nascens entstehenden, dabei unlöslich werdenden Farbstoffes durch eine Faser vergleichen. Das Indigoblau lässt sich als solches nicht auf einer Faser fixiren; lässt man es aber aus alkalischer Indigoweisslösung durch den Luftsauerstoff auf der Faser im Status nascens entstehen, so verbindet es sich mit derselben.

Fertiges Bleichromat wird von der Faser nicht aufgenommen; trinkt man aber ein

Feuchtigkeit zersetzend, verwitternd auf gewisse silicatische, alkalihaltige Bestandtheile des Sandes, wobei bekanntlich Alkalicarbonat entstehen.

Gewebe mit Bleizuckerlösung (zweckmässig mit etwas Gummiwasser vermischt) und bringt es dann in eine Chromatlösung, so wird das entstehende Bleichromat von der Faser fest gebunden. Aus dem Kalk des Mörtels entsteht nun auch mit der Zeit krystallinischer kohlensaurer Kalk, welcher also im Status nascens von der Ziegelsubstanz fest gebunden wird⁹⁾; möglicherweise trägt das Bestreben nach Umsetzung zwischen aufgeschlossener Ziegelsubstanz und Kalkhydrat auf diese durch den Status nascens verursachte Bindung befördernd bei.

Ich behalte mir vor, bis die erwähnten näheren Analysen von Bausanden nebst anderen damit zusammenhängenden Versuchen abgeschlossen sind, noch weiters auf die Chemie des Luftmörtels zurückzukommen und statte schliesslich Herrn Karl Frenzel meinen besten Dank für seine Beihilfe bei der Durchführung der zuletzt angeführten Analysen ab.

Brünn, im November 1894.

Über den Fettgehalt der Palmkerne.

Von

Dr. H. Noerdlinger in Bockenheim.

Die Früchte der Ölpalme, *Elais guinensis* oder *melanococca*, liefern gleich den Oliven zwei verschiedene Fette, nämlich Palmöl, (entsprechend dem Olivenöl) das Fett der äusseren Umhüllung, des Fruchtfleisches, und das Palmkernöl, (dem Olivenkernöl entsprechend) das Fett der inneren Samenkerne.

Wie die beiden Olivenfette sind auch Palmöl und Palmkernöl in ihrer chemischen Beschaffenheit von einander verschieden. Das Palmöl enthält — zum Theil als freie Fettsäure, zum Theil als Glyceride — Palmitinsäure und Ölsäure, neben geringen Mengen von Stearinsäure und Heptadecylsäure (vgl. d. Z. 1892, 111), sowie nach Benedikt

⁹⁾ Dass man hierbei nicht gleich eine chemische Wirkung zwischen dem Kalk und der Thonsubstanz der Ziegel voraussetzen muss, geht daraus hervor, dass auch am Quarz, Granit, Sandstein u. dgl. im Status nascens entstandener kohlensaurer Kalk sehr fest haftet, wie man dies häufig an den mit Kalkmilch besprengten Chausseesteinen beobachten kann. Auf diese Erscheinung haben sowohl Otto als auch A. Bauer (a. a. O. 150 S. 65) aufmerksam gemacht, letzterer allerdings hinzugefügt, dass dieser Überzug weit besser auf Quarzschotter als auf Dolomitschotter (der bei Wien häufig verwendet wird) haftet. Es ist also zweifellos, dass auf diese feste Adhäsion des im Status nascens entstandenen Kalkcarbonates auch die chemische Natur der Unterlage von Einfluss ist.