

Die bedeutendsten
Mörtelbildner
in Deutschland.

Eine gemeinverständliche Darstellung
für den Bauplatz und zum Gebrauch
in Baugewerkschulen.

Von

ANTON HAMBLOCH,
Andernach a. Rhein.



1911.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

ISBN-13:978-3-642-89793-1 e-ISBN-13:978-3-642-91650-2

DOI: 10.1007/978-3-642-91650-2

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in
fremde Sprachen vorbehalten.



Inhaltsverzeichnis.

	Seite
1. Vorwort	5—6
2. Einleitung	7
3. Fettkalk	8—11
Kohlensaurer Kalk oder Kalziumkarbonat	8
Ätzkalk oder Kalziumoxyd	8
Kalkhydrat bzw. gelöschter Kalk	9
Ergiebigkeit für mageren und fetten Kalk	9
Erhärtungsprozeß des Fettkalkes	9
Luftkalk und Luftmörtel	10
Zusätze von Zement und Traß zum Kalkmörtel	10—11
4. Hydraulischer Kalk	12—17
Unterscheidung zwischen hydraulischem Kalk (Wasserkalk) und eigentlichem hydraulischem Kalk (Sackkalk)	12
Fähigkeit des hydraulischen Kalkes, selbständig unter Wasser zu erhärten (sein Erhärtungsprozeß)	12—13
Nebenbestandteile des hydraulischen Kalkes als Kieselsäure, Tonerde und Eisenoxyd	13
Dolomitkalk	13—14
Wesen des Dolomitkalkes in seiner Erhärtung	13
Zusätze von Zement und Traß zum hydraulischen Kalk	14
Angaben über Kalkanwendung in ältester Zeit	14—16
5. Portlandzement	18—23
Erklärung über die Entstehung des Portlandzement- tes und seine Beschaffenheit	18
Zusatz von Traß zum Portlandzement	19—20
Überschüssiger oder freier Kalk im Portlandzement	20

	Seite
Beständigkeit des Portlandzementmörtels im See- wasser durch Traßzusatz	20
Vorgang der Erhärtung des Portlandzementes . .	20
Romanzement	21
Erklärung der Namensbezeichnung Portlandzement	21
Eisenportlandzement.	22
Erzzement, Schlackenzement, Puzzeolanzement, Gipszement, Magnesia- (Sorel-) Zement (Misch- zemente)	22—23
6. Traß.	24—31
Fundstätten des Trasses.	24
Stein von Winnigen und Leuzittuff (Bautuffstein) als Verfälschungsmaterialien des echten Trasses	24—25
Erklärung über die Entstehung des Trasses als vulkanisches Produkt	25—26
Fremdländische Trasse	26—27
Geschichtlicher Nachweis über Traßanwendung in alter Zeit	27—28
Erklärung über die hydraulischen Eigenschaften des Trasses als Mörtelbildner (sein Erhärtungsprozeß mit Kalk)	28
Erklärung des Namens Traß	28—29
Die Holländer als Begründer der rheinischen Traß- industrie	29—30
Vorschriften über die Vermischung von Traß und Kalk, und Traß und Zement.	30
Traßkalk-, Traßkalk-Zementmörtel (Tabelle über ihre zweckmäßigste Anwendung)	32
Zementwaren, Zusatz von Traß zu solchen	33
7. Schlußwort	34



Vorwort.

Angeregt durch die vielfache Verbreitung, die meine verschiedenen Arbeiten auf dem Gebiete der Mörteltechnik und der Baustofflehre für die wissenschaftlich-technische Bauwelt gefunden haben, war es schon lange meine Absicht, auch einmal in möglichster Kürze die hauptsächlichsten Mörtelbindemittel der Gegenwart für das eigentliche Bauhandwerk und auch zwecks Gebrauch in baugewerblichen Mittelschulen zu beschreiben. Die Notwendigkeit, die gerade auch für eine Vertiefung der Kenntnisse der wesentlichsten Elemente unseres baulichen Lebens auf dem Werkplatz spricht, wird immer zwingender.

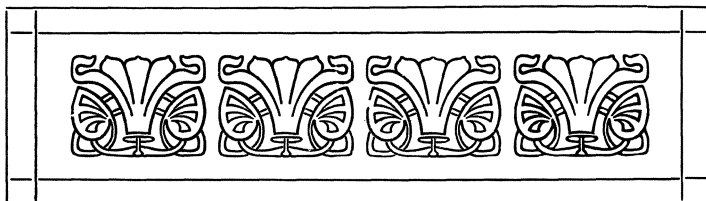
Aus diesem Grunde gelangten sehr häufig Aufforderungen von baugewerblichen Schulen, Leitern großer Baustellen usw. an mich, in dieser Richtung ebenso aufklärend zu wirken, wie ich dies in den vorausgegangenen Schriften für das

Konstruktionsbureau getan habe. Solche Arbeiten verursachten nun von Fall zu Fall stets einen verhältnismäßig großen Zeitaufwand, ohne dabei vielfach der betreffenden Aufgabe gerecht geworden zu sein, weil es sich zumeist auch immer um Spezialfragen der einzelnen Baustoffe handelte.

So entschloß ich mich deshalb jüngst, die nun vorliegenden Ausführungen über unsere wesentlichsten hydraulischen Bindemittel niederzuschreiben, und hoffe ich, daß dieselben in etwa den eingangs erwähnten Grundgedanken erfüllen und so eine willkommene Unterstützung für den gestellten Zweck bilden werden.

A n d e r n a c h , im Frühjahr 1911.

Der Verfasser.



Für die Bedeutung der Frage der gemeinhin bei uns in Deutschland bekannten Mörtel kommen folgende Materialien bzw. Erzeugnisse in Betracht:

Fettkalk,
hydraulischer Kalk,
Zement und
Traß.

Es ist hier nicht meine Aufgabe, mich in längeren wissenschaftlichen Auseinandersetzungen über diese Produkte auszulassen, sondern Zweck dieser Schrift ist, in möglichster Kürze dem Bauhandwerker und Bauschüler das Wesen und die Bedeutung der einzelnen Materialien in leichtfaßlicher Weise zu erklären.

Nur mögen mir einige einfache Hinweise auch über die Erhärtungsarten der einzelnen hier zu besprechenden Mörtelbildner gestattet sein.

Fettkalk.

In der Natur kommt der Rohstein des Kalkes in den verschiedensten Formen vor, und zwar als Stein-, Kreide-, Wiesen-, Mergel- und Muschelkalk, wobei noch bemerkt sei, daß unter die erste Gruppe auch der sogenannte Marmorkalk hinzuzurechnen ist. Unter allen diesen Sorten Kalkstein als Rohmaterial verstehen wir kohlen-sauren Kalk oder Kalziumkarbonat. Durch einen Glüh- bzw. Brennprozeß wird nun die Kohlen-säure aus dem Kalkstein getrieben, und es ent-steht der bekannte Ätzkalk. Man kann an-nehmen, daß in 100 Gewichtsteilen Kalkstein, also kohlen-saurem Kalk, 44 Gewichtsteile Kohlen-säure enthalten sind, sodaß 56 Gewichtsteile Ätzkalk übrig bleiben. Löscht man nun diesen Ätzkalk oder das Kalziumoxyd mit Wasser ab, so vollzieht sich unter entsprechender Wärme-entwicklung der bekannte Löschprozeß. Je nach

dem Erfordernis wird der Kalk zu Pulver bezw. Kalkhydrat gelöscht oder, wie es meist der Fall ist, zu Kalkteig. Magere Kalke ergeben bei diesem Löschprozeß das Anderthalb- bis Zweifache an Rauminhalt gegenüber dem Raum des gebrannten Kalksteins. Aus 1 cbm fettem Kalk kann man hingegen das Zweieinhalb- bis Dreifache bei guter Ablöschung erzielen.

Der auf solche Weise also gewonnene Löschkalk, sei es in Pulver- oder in Teigform, muß zwecks seiner vollständigen Ablöschung einige Zeit lang auf der Baustelle lagern, bevor derselbe zum Mörtel verwendet wird.

Der Erhärtungsprozeß dieses Fettkalkes, nachdem derselbe mit entsprechenden Sandzusätzen zu Mörtel vermenget ist, vollzieht sich in der Weise, daß das in ihm enthaltene Wasser allmählich verdunstet, und die Massenteilchen durch Zusammenschrumpfen enger zu einander wirken und sich so gegenseitig fest anschließen. Nun vollzieht sich die eigentliche Erhärtung des Kalkes in der Weise, indem derselbe wieder Kohlensäure aus der Luft aufnimmt und sich dadurch in seine ursprüngliche Form als kohlenaurer Kalk zurückbildet. Daher hat man

solchem Kalk auch den Namen Luftkalk gegeben, und es werden auch die mit solchem hergestellten Mörtel Luftmörtel genannt. Obwohl wir die Anwendung in dieser Form schon seit den ältesten Zeiten kennen, und komme ich darauf noch an späterer Stelle näher zurück, so hat dieselbe doch einen sehr großen Nachteil, und zwar in denjenigen Fällen, wo zu wenig Kohlensäure in den Mörtel und das Mauerwerk eindringen kann. Dies ist besonders bei dicken Mauern der Fall. In diese kann keine Luft eindringen, und so kommt es vor, daß selbst nach Hunderten von Jahren ganz im Innern des Mauerwerks der Mörtel noch vollständig weich geblieben ist. In neuerer Zeit hat man deshalb auch schon mit großem Nutzen dem reinen Kalkmörtel (Luftmörtel) bei wichtigeren Bauwerken kleine Zusätze von Zement und besonders von Traß gegeben, wodurch nicht allein der vorhin erwähnte Übelstand beseitigt wird, sondern es wird auch eine erhebliche Abkürzung der Erhärtungszeit erreicht. Gerade die Zusätze von Traß sind häufiger, weil dieser billiger und auch ergiebiger wie Zement ist. In diesem Falle wird nämlich der Kalk mit der Kieselsäure des Trasses oder anderen Stoffen, die lösliche, d. h. verbin-

dungsfähige Kieselsäure besitzen, beschäftigt, und es bildet sich dann neben dem kohlen-sauren auch kieselsaurer Kalk, welcher ja noch den besonderen Vorteil als schwerlösliche Verbindung hat.

Hydraulischer Kalk.

Unter dem hydraulischen Kalk verstehen wir Produkte, welche aus besonders geeigneten Kalkmergeln oder kieselhaltigen Kalken bei geringerer Brenntemperatur gebrannt, darauf zum Teil gelöscht und weiterhin zu Mehl gepulvert bzw. in gebranntem Zustande nur gemahlen werden. Es werden unter ihnen ausdrücklich zwei Gattungen unterschieden. Nämlich der eigentliche Wasserkalk, welcher sich wie der Fettkalk (Luftkalk) mit Wasser zu Pulver löst, aber dabei weniger Wärme entwickelt und, weil schwerer, eine geringere Ergiebigkeit zeigt. Etwaige Rückstände dieses Löschkalkes aus Wasserkalk werden später gemahlen und dem beim Löschprozeß zu Staub zerfallenen Kalk zugemischt. Die andere Art trägt den allgemeineren Namen hydraulischer Kalk (Sackkalk) und wird solcher nur durch Mahlung der gebrannten Kalkstücke gewonnen, und findet also dabei keine Ablösung mit Wasser statt. Diese hydraulischen Kalke be-

sitzen die Fähigkeit, unter Wasser, unter vollständigem Ausschluß der Luft, allein zu erhärten. Dies rührt daher, weil dieselben, außer Kalk, auch Verbindungen wie Kieselsäure, Tonerde und Eisenoxyd haben, die sich, ähnlich wie beim Portlandzement, zu einem selbständigen Mörtelbindemittel vereinigen. Auch kann stets eine Mitwirkung der in allen Wässern mehr oder weniger enthaltenen Kohlensäure angenommen werden; man nennt dies Karbonatisierung.

Auch der Dolomitekalk hat diese Eigenschaft eines selbständigen Mörtelbildners. Hierbei muß nur beobachtet werden, daß beim Brennprozeß solcher Kalke nur die Kohlensäure der Magnesia ausgetrieben wird und das Kalkkarbonat, also der kohlen saure Kalk, unverändert bleibt. Alsdann vollzieht sich die Erhärtung eines Löschkalces, der aus gebranntem Dolomit entstanden ist, indem die verbliebene Kohlensäure des Kalkes sich mit der gebrannten Magnesia wieder verbindet, und entsteht so ein hydraulischer Mörtel, der ziemlich schnell erhärtet. Solche Dolomitzalke sind aber nicht nur unter Wasser zu verwenden, sondern können dieselben auch, vermöge ihrer selbständigen Erhärtungsweise, ebensogut zu Luftmörteln verwendet wer-

den. Als besten Beweis hierzu möchte ich auf die umfassende Verwendung von Dolomitmalk bei der Fabrikation der rheinischen Schwemmsteine verweisen. Zu diesen wird bekanntlich, außer dem Dolomitmalk von der Lahn, ebenfalls dolomitischer Kalk von der Mosel verwendet.

Der hydraulische Kalk hat auch noch einen anderen Vorteil gegenüber dem Luftkalk, denn er erhärtet viel schneller. Aber auch hier ist es vorteilhaft, wenn es sich um Baumörtel handelt, und namentlich um höhere Festigkeiten zu erzielen, daß ihm ein Zuschlag von Zement oder Traß gegeben wird.

Bevor ich nun zu dem weiteren Kapitel des Portlandzementes übergehe, seien einige historische Angaben über die Verwendung des Kalkmörtels gemacht.

Wie ich schon an früherer Stelle hervorgehoben habe, kann die Anwendung des Kalkmörtels bis in die ältesten Zeiten verfolgt werden. Bei dem Turmbau zu Babel finden sich schon in der Bibel entsprechende Aufzeichnungen über die Benutzung von Kalk. In der späteren, und zwar in der römischen Zeit, haben die Schrift-

steller Vitruvius, Plinius und Paladius über die Herstellung und Verwendung des Kalkmörtels eingehende Angaben hinterlassen. Den Kalkmörtel bzw. den gelöschten Kalk bezeichnete man nach dem alten Vitruvius*) in lateinisch mit *calx extincta*. Gelöschten Kalk mit Sand vermischt nannten die alten Römer *calx arenatus*.

Am ausführlichsten hat aber Vitruvius über Kalk und auch über andere Materialien zur Mörtelbereitung geschrieben. Er erklärte z. B. das Erhärten des Mörtels mit den im Kalke befindlichen Feuerteilen. Nach Angaben dieses alten römischen Baumeisters hat man bis in das späte Mittelalter hinein den Kalkmörtel bereitet.

Es wird interessieren, hier die eigenen Worte Vitruvs zu hören, wo er sich in seinen „zehn Büchern über die Architektur“ 2. Buch fünfter Abschnitt über Kalk ausläßt. In deutscher Übersetzung sagt der alte Meister etwa folgendes:

„Es ist nun wegen der Sandvorräte das Nötige vorbereitet und hat man jetzt bezüglich des Kalkes größte Sorgfalt anzuwenden. Der

*) Marcus Vitruvius war Architekt und Ingenieur zu Zeiten des Augustus; er vollendete sein bekanntes Werk „zehn Bücher über die Architektur“ im Jahre 13 v. Chr.

Kalk muß von weißem Bruchstein oder Geröll gebrannt werden, und zwar wird derjenige, aus dichtem und härterem Stein gewonnen (damit ist der Fettkalk gemeint — der Verf.), für das Mauerwerk vorzüglich sein, solcher aber aus löcherigem und unreinem Rohmaterial (darunter ist ohne Zweifel der Magerkalk bzw. der hydraulische Kalk verstanden — der Verf.) für die Verputzung dienen. Wenn der Kalk gelöscht ist, dann ist der Mörtel so zu mischen, daß bei Anwendung von Grubensand, 3 Teile Sand und 1 Teil Kalk zusammen genommen werden. Nimmt man Fluß- oder Meeressand, so kann man durch den Zusatz von einem Drittel durchgesiebten Ziegelmehls, einen für den Gebrauch viel besseren Mörtel erhalten.“ Sehr anregend ist hier dabei die Feststellung, daß die Römer schon die Verbesserung des Kalkmörtels durch Zusätze kannten und empfahlen.

Einer viel späteren Zeit aber war es erst vorbehalten, in wissenschaftlicher Weise über die chemischen Wirkungen des Kalkmörtels Untersuchungen anzustellen. Dies geschah im Jahre 1793 durch die Engländer Joseph Black und John Smeaton.

In den Ergebnissen dieser englischen Forscher haben wir auch die Grundlage für den heutzutage so bedeutenden Portlandzement zu erblicken. Der letztere (Smeaton) hatte auch schon bereits in dieser Richtung Versuche angestellt, indem er einem besonderen Kalk Ton zusetzte, um ihn so hydraulisch zu machen.

Portlandzement.

Wenn ich hier in der Überschrift den Ausdruck Portlandzement anwendete, so geschah es, weil von den verschiedenen Zementen nur diesem eigentlich die hohe Bedeutung als Mörtelbildner in heutiger Zeit zukommt. Der Name Portlandzement ist aus England herüber gekommen, und verstehen wir darunter ein Erzeugnis von Rohstoffen, bestehend aus einer innigen Mischung von kalkigen und tonhaltigen Mergeln, welche bei hoher Temperatur (bis zur Sinterung*) gebrannt und alsdann auf Mehlfeinheit vermahlen werden. Das Verhältnis zwischen den kalkhaltigen und den tonhaltigen Stoffen ist etwa so, daß auf 2 Gewichtsteile Kalk 1 Teil dieser anderen Bestandteile wie Ton, Kieselsäure und Eisenoxyd kommt.

*) Darunter ist der Augenblick im Brennprozeß des Portlandzementes verstanden, wo sich die Massenteilchen zu verschmelzen beginnen, ohne zum Fließen zu kommen.

Das Fabrikat Portlandzement hat inzwischen eine solche Vervollkommnung in seiner Herstellung gefunden, und findet diese noch fortwährend, daß man seine guten Eigenschaften immer mehr schätzt.

Über die Anwendung des Portlandzementes auf der Baustelle glaube ich, hier nicht viel sagen zu brauchen, weil diese doch schon so allgemein bekannt ist. Auf einen Umstand aber möchte ich hier aufmerksam machen, und zwar auf den Vorteil, den man dadurch erlangt, daß man auch für gewisse Fälle auf der Baustelle dem Portlandzement bzw. dem Portlandzementmörtel eine gewisse Menge von Traß beimischt. Dadurch wird der Zementmörtel dichter und geschmeidiger, also auch elastischer, und erlangt derselbe ebenso für die Folge noch eine höhere Festigkeit. Ein Portlandzementmörtel, welcher einen Traßzusatz erhalten hat, verarbeitet sich nach allgemeiner Aussage der Maurer, welche damit umgehen, auch viel besser wie reiner Zementmörtel. Dies liegt an der größeren Plastizität, und bleibt auch dadurch die Feuchtigkeit länger in solchem Mörtel gebunden. Namentlich aber wird mit der Mischung von Traß zum Portlandzement eine unter Umständen schädliche Eigenschaft des Port-

landzementes beseitigt, und zwar wenn derselbe überschüssigen oder vielmehr freien Kalk, der im Mörtel ungesättigt bleibt, enthält. Wird nun Traß dem Zement zugesetzt, so verbindet sich die im Traß in hohem Maße vorhandene lösliche Kieselsäure mit diesem überschüssigen Kalk im Zement zu kieselsaurem Kalk mit höchster Unlöslichkeit. Eine besondere Rolle spielt dies nun bei Mauerwerk, welches dem Seewasser und bestimmten Säuren ausgesetzt wird, und ist deshalb ein Portlandzementmörtel im Seewasser usw. viel beständiger, und wird eine Zerstörung des Mörtels durch die hier besonders sehr schädliche Ausscheidung (Auslaugung) von Kalk verhindert, wenn die schon vorher angedeutete Zumischung einer bestimmten Menge von Traß erfolgt.

Der Erhärtungsvorgang des reinen Portlandzementes mag nach einfachen Gesichtspunkten so erklärt werden: Das beim Erhärten mitwirkende Wasser zerlegt zunächst die einzelnen tätigen Bestandteile und führt sie dann wieder zu wasserhaltigen Kieselsäure-Kalkverbindungen im chemischen Sinne zusammen. Die bei allen Portlandzementmörteln dabei auftretende Temperaturerhöhung unterstützt im Anfang das Abbinden sehr wesentlich.

Ehe ich nun zum Schlußkapitel „Traß“ komme, möchte ich noch mit einigen Worten die geschichtliche Entwicklung des Portlandzementes streifen.

Wie wir schon an früherer Stelle gehört haben, waren ja die Vorläufer des heutigen Portlandzementes die hydraulischen Kalke, welche, wegen ihrer Ähnlichkeit mit den berühmten alt-römischen Mörteln aus Puzzeolanen (Trassen) und Löschkalken, von dem Engländer James Parker mit dem Namen Romanzement belegt wurden. Der Portlandzement ist nun später an die Stelle dieser Romanzemente, aus natürlichen hydraulischen Kalksteinen gebrannt, getreten, indem man zu seiner Herstellung ein künstliches Gemenge aus Kalk und Ton nahm. Die ersten Versuche in dieser Richtung machte ein Franzose L. J. Vicat in den Jahren 1813—1818. Erst einem Engländer Joseph Aspdin aber wieder sollte es gelingen, diese Versuche zu glücklichen Erfolgen zu führen. Dies geschah im Jahre 1824. Aspdin war es, der auch den Namen Portlandzement schuf. Die Grundlage dafür war das übereinstimmende Aussehen des erhärteten Zementes mit dem in England als Baustein bekannten portlandstone. Die Bezeichnung

Zement ist natürlich viel älter, und rührt diese, wie wir dies später auch vom Traß hören, aus dem Lateinischen, und zwar von *caementum*, d. h. Bindemittel, her.

Eisenportlandzement ist ein Erzeugnis der neuesten Zeit, bestehend aus gewöhnlichem Portlandzement (Klinkern) und 30 Prozent einer besonders geeigneten zuzumahlenden gekörnten d. h. granulierten Hochofenschlacke.

Erzzement, ebenfalls ein Produkt der jüngsten Zeit und im Gebrauch noch wenig bekannt, stellt einen Zement dar, bei dessen Rohmaterial-Zusammensetzungen die Tonerde durch Eisenoxyde (besondere Erze, namentlich Chromerzrückstände D. R. P. Nr. 143 604) ersetzt ist. Solcher Zement widersteht dem Meerwasser besser.

Schlackenzement, Puzzeolanzement sind selbständige Mörtelbildner gleich dem Portlandzement. Sie können mit den übrigen, wie Gipszement und Magnesiament, unter der Bezeichnung Mischzemente zusammengefaßt werden. Schlacken- und Puzzeolanzement bestehen aus vorwiegend künstlichen*) oder auch natürlichen Puzzeolanen (kieselsäurereichen Sub-

*) Künstliche Puzzeolane sind z. B. gewisse Hochofenschlacken, Ziegelmehl, gebrannte Tone usw.

stanzen), in inniger Verbindung durch feinste Mahlung mit gelöschten Pulverkalken (Kalkhydraten).

Gips- und Magnesiaemente verdanken ihren Namen deren wesentlichen Rohmaterialien wie Gips und Magnesia. Zum Magnesiaement gehört der Sorelzement, ein Gemisch aus gebranntem Magnesit mit einer bestimmten Lösung von Chlormagnesium.

Traß.

Unter dem Namen Traß kennen wir eigentlich in Deutschland zur heutigen Zeit nur ein Produkt vulkanischer Tätigkeit im Gebiete des Laacher Sees (Vordereifel). Aber auch in Bayern, dem sogenannten bayerischen Ries bei Nördlingen, sollen neuerdings Traßlager erschlossen worden sein, um auch dort Traß zu gewinnen. Der bayerische Traß indes verdankt seine Entstehung, obzwar gleichfalls vulkanischen Ursprungs, ganz anderen Bildungsweisen und muß derselbe seine Eignung als Mörtelbildner erst noch nach längerer Prüfung erweisen. Wenn in früheren Büchern auch die Rede davon war, daß man einen Traß ferner bei Winningen a. d. Mosel fände, so ist dies aber vollständig unrichtig, und handelt es sich dabei um ein ganz unreines Material aus Trockentuffen, durch Verwitterung und Umwandlungsprozeß entstanden. Es wäre dann hier noch kurz der Leuzit-

tuff*) zu erwähnen. Leuzittuff nämlich ist, ebenfalls wie das Vorkommen von Winnigen und dasjenige im bayerischen Ries, ein Trockentuff und gleich dem Winninger Gestein durch Umwandlung und teilweise Verwitterung des ursprünglichen Gesteins, nämlich Phonolith und Phonolithtuff, entstanden; beim Riestuff haben noch andere Gesteine an seiner Bildung mitgewirkt. Neben dieser Bildung der Trockentuffe aus Umwandlung und Verwitterung ist auch eine solche noch in Form von Lakkolithen gelten zu lassen. Darunter sind unterirdische vulkanische Erhebungen zu verstehen, die in späteren Zeiträumen durch Auswaschung oder Abschwemmung bloßgelegt werden. Der echte Traß besteht bekanntlich aus den Grundmassen des Trachyts. Der Leuzittuff indes ist, wenn er auch als Traß nicht zu gebrauchen ist, trotzdem wird dies häufig fälschlich versucht, als Bau- und Bildstein sehr geschätzt, und gilt dies in jetziger Zeit besonders von dem Leuzittuffstein, welcher bei dem Eifeldorf Ettringen in der Nähe von Mayen vorkommt. Dieser hat ein sehr charakteristisches buntfarbiges

*) Die Bezeichnung Leuzittuff rührt von den demselben in erheblicher Menge eingelagerten Leuzitkristallen her, die im echten Traß vollständig fehlen.

Aussehen infolge seiner wechsellvollen Zusammensetzung, und wird von den heutigen Architekten sehr vorgezogen. Die Stadt Berlin ist zur Jetztzeit ein besonders großes Absatzfeld für diesen Bautuffstein. Der Traß aber aus dem Nettetal bei den Dörfern Plaidt, Kretz und Kruft und auch in geringeren Mengen aus dem diesem benachbarten Brohltal ist durch spätere Verschlammung und Verfestigung vulkanischer Aschen gebildet worden, und besitzt derselbe seine hydraulische Fähigkeit durch die Abschreckung der glutflüssig gewesenen Massen bei der Berührung mit Wasser. Es ist dies derselbe Vorgang in der Natur gewesen, wie wir ihn künstlich bei Hochofenschlacken haben, wenn diese Schlacken aus dem feurigen Zustande ins Wasser geworfen werden. Das feste Traßgestein lagert nunmehr nur unter der Grundwasserlinie. Schon zu recht alten Zeiten, und zwar ebenso wie beim Kalk, hat man den Traß gekannt. In Italien bezeichnet man diesen Stoff mit *Puzzeolane* bzw. *Puzzeolanerde*, nach dem in der Nähe von Neapel liegenden Orte *Puzzeoli**) so benannt. In Griechenland kennt man ebenfalls

*) Richtiger Puteoli.

ein ähnliches Material, und zwar ist dies nach seinem Auftreten auf der Insel Santorin im Ägäischen Meer mit Santorinerde so benamt worden.

Aber sowohl dieser italienische wie der griechische Traß können sich mit dem deutschen Traß an Qualität nicht messen. Wie schon der Name dieser beiden ausländischen Produkte besagt, handelt es sich dabei um eine vulkanische Erde, während der echte Traß in Deutschland nur aus einem ziemlich gleichmäßigen vulkanischen Gestein, und zwar sozusagen aus einer Naturschlacke gewonnen wird. Zu früheren Zeiten allerdings und verschiedentlich auch heute noch wurde auch die den echten Traßstein (hydraulischen Tuffstein) in großen Massen überlagernde Asche (wilder Traß oder Bergtraß) zu Mörtelzwecken verwendet, und zwar könnte diese wohl mit den Produkten aus Italien und Griechenland verglichen werden. Nun aber bestehen für den guten Traß ganz bestimmte Eigenschaftserklärungen und Prüfungsvorschriften, und besitzen die Verbraucher von Traß darin jetzt eine wertvolle Handhabe, um sich vor Verfälschungen des Trasses zu schützen.

Die Anwendung und Wertschätzung dieses Trasses verdanken wir den Römern. Schon der alte Vitruvius hat gesagt,*) daß es eine Art Staubgäbe, die von Natur wunderbare Dinge hervorruft. Man fände sie in der Gegend von Bajae und auch bei den Städten in der Umgegend des Vesuvs. Mit Kalk gemischt, erhielt dieser Staub nicht nur eine große Festigkeit, sondern er verleihe namentlich den Bauten im Meer bezw. den Wasserbauten eine hohe Solidität. Er sagt sogar, daß die mit solchem Material im Meer aufgeführten Dämme sich schnell untereinander verbänden und so fest würden, daß weder die Flut noch die Gewalt des Wassers sie zu trennen vermöchten. Diese so schätzbaren Eigenschaften des Trasses als Mörtelbildner beruhen darauf, daß durch die in demselben in größerem Maße enthaltene lösliche, d. h. aufgeschlossene Kieselsäure, neben Tonerde und Eisenoxyd, mit Löschkalk unter Einwirkung von Wasser oder genügender Feuchtigkeit unlösliche Doppelverbindungen entstehen, und zwar ganz ähnlich, wenn auch in einem langsameren Zeitabschnitt, wie bei dem Bindevorgang des Portlandzementes.

*) Vergl. das schon früher bezeichnete Werk von ihm über die Architektur, 2. Buch sechster Abschnitt über die Puteolanerde (pulvis puteolanus).

Der deutsche Traß ist dann später, als die Römer hier an den Rhein kamen, auch von diesen in gleicher Weise wie das italienische Material verwendet worden. Der Name Traß stammt auch aus der lateinischen Sprache, und zwar ist er nach dem Worte terra (Erde) gebildet worden. Von den Römern nun bis zum Mittelalter ist die Anwendung des Trasses hier bei uns in Deutschland nicht ganz zweifelsfrei nachgewiesen worden. Es muß sogar angenommen werden, daß in einer langen Reihe von Jahren (vielen Hunderten) die Anwendung dieses alten, jetzt wieder so sehr geschätzten Mörtels (besonders Wassermörtels) vollständig verloren gegangen ist. Erst im Mittelalter haben die Holländer durch die für sie gegebenen Verhältnisse, als geborene Wasserbauer, die Anwendung des rheinischen Trasses wieder belebt, und müssen wir die heutige große Bedeutung des Trasses zu allen Wasserbauten, und auch besonders zu denjenigen Bauten, wo es auf vollständige Dichtigkeit und hohe Elastizität ankommt (z. B. bei Talsperrenbauten), auf die grundlegenden Anfänge des holländischen Volkes zurückführen.

Im Jahre 1682 wurde die erste Traßmühle in Brohl a. Rhein durch einen Holländer Bernhard van Santen erbaut, nachdem in Holland selbst die Anwendung des Trasses schon mehr wie 100 Jahre früher auch heute noch genau nachgewiesen werden kann. *)

Eine besonders auf der Baustelle zu befolgende Regel ist bei Mörteln, welche aus Traß, Kalk und Sand (reine Traßmörtel) bestehen, daß man die Materialien Traß und Kalk, welche zu gegenseitiger Wechselwirkung verbunden werden sollen, innigst zusammenmischt. Auch die Verarbeitung mit Sand muß eine eingehende sein, und ebenso ist darauf zu achten, daß der Wasserzusatz ein nicht zu hoher ist, damit die Masse zwar speckig, aber nicht zu naß wird.

Bei Anwendung des Trasses zum Portlandzement ist streng auf den Baustellen darauf Obacht zu geben, daß die betreffenden Mengen von Portlandzement und Traß trocken gehörig, d. h. bis zur gleichmäßigen Farbe vermenget,

*) Es gelang dem Verfasser nach jahrelangen fruchtlosen Versuchen schließlich doch eine getreue Skizze einer solch alten holländischen Traßmühle (Windmühle) in einem französischen Werk vom Jahre 1779 aufzufinden; vergl. Heft 20 der Zeitschrift „Der Mühlen- und Speicherbau“, Heidelberg, 1910.

und daß daraufhin erst der Sand und das Wasser zugesetzt werden. Hier ist wegen des Wasserzusatzes genau dasselbe wie bei reinem Portlandzementmörtel vorzusehen.

Ich glaube, meine Erklärungen über die einzelnen Stoffe jetzt schließen zu können, erachte es aber für zweckmäßig, hier dann noch eine Zusammenstellung erprobter Mischungsverhältnisse von den verschiedenen Mörtelarten mit Traß usw. folgen zu lassen, die gerade auch für den Bauplatz so eine Handhabe bieten, um sich für jeden einzelnen Fall das richtigste Mischungsverhältnis heraussuchen zu können. In dieser Aufstellung haben auch bereits die zur heutigen Zeit sehr bedeutenden Eisenbetonbauten eine Aufnahme gefunden.

Zusammenstellung erprobter Mischungsverhältnisse von Traß-Kalk-, Traßkalk-Zementmörteln und Traß-Zement- mörteln und Betons.

Von Anton Hambloch, Andernach a. Rh.

Verwendungszweck	Mischungsverhältnisse Raumteile					Bemerkungen.
	Traß	Zement	Kalkteig	Sand	Kies	
Hafenbauten	$\frac{3}{4}$ bis 1	1	—	4 bis 5	—	Der Kies- oder Schotteezusatz schwankte bei reinen Traßmörteln u. Traß-Zementmörteln zwischen 4 bis 10 Raumteilen und richtet sich je nach den Erfordernissen, Dichtigkeit, Druckfestigkeit usw.
Schleusen- und Kai- bauten	$\frac{3}{4}$ bis 1	1	—	$2\frac{1}{2}$ bis 4	—	
Kanalbauten	1	$\frac{2}{3}$ bis 1	—	4 bis 5	—	
Allgemeine Bauten unter Wasser, z. B. Docks	1	—	$\frac{2}{3}$ bis 1	1 bis $1\frac{1}{4}$	—	bei Fettkalkpulver: 1 bis $1\frac{1}{2}$
Allgemeine Bauten im und über Wasser z. B. Talsperren	$1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$	—	1	$1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$	—	bei Fettkalkpulver: $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$
Trockenmauerwerk	1	—	2	3 bis 5	—	bei Fettkalkpulver: 3
Verputzarbeiten außen*)	$1\frac{1}{4}$	—	1	$2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$	—	bei Fettkalkpulver: $1\frac{1}{2}$
Beton unter Wasser	2	2	1	6	$11\frac{1}{2}$	0,467 Mörtel auf 0,785 Kies
Beton über Wasser	$1\frac{1}{2}$	1	$\frac{3}{4}$	4	$11\frac{1}{2}$	0,400 Mörtel auf 0,920 Kies
Eisenbeton	$\frac{1}{2}$	1	—	$2\frac{1}{2}$	6	0,400 Mörtel auf 0,920 Kies
Eisenbetonpfähle	$\frac{1}{2}$	1	—	3	4	0,467 Mörtel auf 0,735 Kies

*) Für Innenputze können fettere Mischungen gewählt werden; bei gleichem Traß- und Kalkzusätze etwa $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Sand.

Bei Anwendung hydraulischer Kalke ist wegen des geringen Kalkgehaltes und der eigenen anderen hydraulen Faktoren derselben immer $\frac{1}{4}$ Raumteil mehr als bei Fettkalkhydrat zu nehmen.

Zu erwähnen wären auch zweckmäßig noch die Zementwaren, bei denen gleichfalls mit vielem Vorteil (Vermeidung bzw. Verminderung der Rissebildungen und der weißen Ausschläge) Traß als Zusatz zum Zementmörtel angewendet werden kann. Eine vorzügliche Zusammensetzung dafür ist folgende: 1 Raumteil Zement, 0,75 Raumteile Traß auf 3 bis 5 Raumteile Sand, je nach Zweck usw. der betreffenden Ware. Im Winter, oder überhaupt bei niedrigerer Erhärtungstemperatur dürfte man aber nicht über 3 bis $3\frac{1}{2}$ Raumteile Sand oder sonstige ähnliche Zusatzstoffe gehen.

Schlußwort.

Ich übergebe nun dieses Büchlein mit dem Wunsche, daß es eine recht weite Verbreitung finden möchte für das so hochwichtige Bauhandwerk, welches einen außerordentlichen Anteil an unserer heutigen raschlebigen Zeit hat.

