

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298504

4549/98

copy

ÜBER ZEMENT- UND TRASS-MÖRTEL.

VORTRAG

GEHALTEN IM

WIESBADENER LOKAL-VEREIN

DES

MITTELRHÄIN. ARCHITEKTEN- UND INGENIEUR-VEREINS

VON

R. DYCKERHOFF-AMÖNEBURG.

G. Nr. 27974

SEPARAT-ABDRUCK AUS NO. 45 U. 47, JAHRG. 1881 DER DEUTSCHEN BAUZEITUNG.



BERLIN.

W. MOESER HOFBUCHDRUCKEREI

1881.

cc

XXX

II 31806



Akc. Nr.

4539/50

In Veranlassung des Inhalts einer kürzlich von Gerhard Herfeldt in Plaidt verfassten und verbreiteten Broschüre: „Ueber die hydraul. Eigenschaften des Trassmörtels“ bin ich vom Vorsitzenden dieses Vereins ersucht worden, hier meine Erfahrungen über den Werth von Zement- und Trassmörtel mitzuthemen. Ich komme dieser Aufforderung um so lieber nach, als in der qu. Broschüre Behauptungen enthalten sind, welche meiner früher in den Verhandlungen des Zementfabrikanten-Vereins und in der Dtschn. Bauztg. ausgesprochenen Ansichten direkt widersprechen.

Noch vor etwa 60 Jahren war Trassmörtel das seit lange in Deutschland und von Alters her in Holland etc. zu Wasserbauten fast ausschliesslich benutzte Material. Als man jedoch in den dreissiger Jahren dieses Jahrhunderts anfang Portland-Zement fabrikmäfsig herzustellen, wurde derselbe alsbald auch zu Wasserbauten benutzt, bei denen es sowohl auf rasche Erhärtung, als auch auf hohe Festigkeit ankam. Man verwendete daher nur Mörtel mit 1, höchstens 3 Th. Sandzusatz. Da aber so fette Zementmörtel einen verhältnissmäfsig hohen Preis haben, so blieb die Anwendung des Zements eine beschränkte.

Sehr oft wird aber bei Bauten keine so hohe Festigkeit beansprucht und es würde dann ein Zementmörtel mit viel höherem Sandzusatz, dessen Preis sich natürlich entsprechend billiger stellt, genügen. Solche magere Zementmörtel mit z. B. 5 und mehr Theilen Sand eignen sich jedoch nicht für die praktische Verwendung, theils weil sie zu porös sind, theils weil sie eine zu geringe Adhäsion besitzen. Durch Versuche in den letzten Jahren ist nun fest gestellt worden, dass durch einen geeigneten Zusatz von Kalk nicht nur die Dichtigkeit und Adhäsion dieser mageren Zementmörtel, sondern auch ihre Festigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen Wasser beträchtlich erhöht werden kann. Ich glaube nun, dass man die Zement-Kalkmörtel vorthellhaft in den Fällen anwenden wird, wo man die, nur den fetten Zementmörteln eigene hohe Festigkeit nicht braucht und ebenso auch zu solchen Wasserbauten, zu welchen man bis jetzt noch Trass verwendet und ich glaube ferner, dass man dieser meiner Ansicht beistimmen wird, nachdem ich die Resultate meiner Beobachtungen über die wesentlichsten Eigenschaften der Zement-Kalkmörtel mitgetheilt habe.

Bei der Werthschätzung von hydraulischen Mörteln kommen vorzugsweise die Festigkeit, die Stärke der hydraulischen Eigenschaften und der Preis in Betracht und ich will nach diesen Richtungen hin in Nachfolgendem die beiden Mörtelarten betrachten. Ehe ich jedoch auf die Festigkeits-Zahlen der Mörtel selbst eingehe, muss ich einige Mittheilungen über Festigkeits-Bestimmungen von Mörtel machen.

Für die Praxis kommt insbesondere die Druckfestigkeit des Mörtels in Betracht und man sollte deshalb, wenn man verschiedene Mörtel mit einander vergleichen will, immer diese bestimmen. Die Normen für Prüfung von Portland-Zement (welche sich auf den Zweck beschränken, Zemente unter sich zu vergleichen) schreiben nur die Bestimmung der Zugfestigkeit vor, da bei Portland-Zement die Druckfestigkeit zur Zugfestigkeit in einem gleichen Verhältniss steht, und diese Bestimmungsweise die einfachere ist. Da nun in Folge der häufigeren Prüfung von Portland-Zement die Bestimmung der Zugfestigkeit große Verbreitung gefunden hat, so wird mancher versucht sein, den Werth auch anderer Mörtel ebenfalls nach der Zugfestigkeit zu bestimmen. Bei solchen steht jedoch die Druckfestigkeit zur Zugfestigkeit in einem anderen Verhältniss wie bei Portland-Zement; es scheint aber diese Thatsache nicht genügend beachtet zu werden, da noch öfters, so auch in der Herfeldt'schen Broschüre, zum Vergleich verschiedener Mörtel die Zugfestigkeit benutzt wird.

Dass aber bei verschiedenen Mörteln dieses Verhältniss nicht konstant zu sein braucht, geht aus folgenden Betrachtungen hervor.

Wenn man aus Zementmörtel mit einem stärkeren Wassersatz als die Normen vorschreiben, Zug- und Druck-Probekörper anfertigt und die Festigkeit derselben bestimmt, so findet man, dass beide Festigkeitsarten geringer werden, dass aber die Druckfestigkeit stärker abnimmt als die Zugfestigkeit. Es scheint also, dass die Druckfestigkeit mehr von der Dichte des Mörtels abhängt, als die Zugfestigkeit. Aus ähnlichen Gründen wird bei mageren Zementmörteln durch Zusatz von Kalk, in Folge der entstehenden größeren Dichte, die Festigkeit gesteigert, aber auch hier die Druckfestigkeit in höherem Grade, als die Zugfestigkeit.

Wenn also schon bei einem und demselben Material das Verhältniss zwischen Zug- und Druckfestigkeit durch Aenderung der Dichte des Mörtels verändert werden kann, so ist es leicht verständlich, dass bei anderen Mörteln das Verhältniss von Zug und Druck, je nach ihrer Dichte, ein wesentlich anderes sein kann, als bei Zement-Mörteln, wie mir zahlreiche Versuche dies auch bestätigt haben.

Ich benutze deshalb bei Vergleichen verschiedener Mörtel immer die Druckfestigkeit. Früher bediente ich mich bei Zement, wie üblich, der Würfelformen von 10 cm Höhe. Hierbei ergaben sich jedoch, selbst bei sorgfältigster Herstellung der Proben, bei wiederholter Prüfung eines und desselben Zements große Differenzen in den Festigkeits-Zahlen, während die gleichzeitig nach dem Normen-Verfahren ermittelte Zugfestigkeit übereinstimmende Zahlen lieferte. Da ich jedoch weit bessere Uebereinstimmung auch in der Druckfestigkeit erzielte, wenn ich die Zugprobe-Körper auf Druck prüfte, so schloss

ich daraus, dass die erwähnten Differenzen in der Art der Anfertigung der großen Probewürfel lägen.

Die erste Bedingung für den richtigen Vergleich von Zug und Druck ist jedenfalls die, dass die Probekörper für beide Festigkeits-Bestimmungen auf die gleiche Weise angefertigt und behandelt werden. Ich benutze deshalb seit einigen Jahren zur Bestimmung der Druckfestigkeit kreisförmige Platten von gleicher Dicke wie die Normenform und 40^{qcm} Oberfläche, weil Platten von diesen Dimensionen sich ganz so anfertigen, d. h. bis zum Elastischwerden in die Formen einschlagen lassen, wie die Zugprobe-Körper. Ich bin der Ansicht, dass an solchen Platten ermittelte Druckfestigkeits-Zahlen den richtigsten Vergleich über den Werth verschiedener Mörtel gestatten.

Wenn nun jemand derartige Proben verwirft, wie dies Hr. Herfeldt in seiner Broschüre thut, weil der Mörtel dabei sich dichter einschlagen liefse, als bei Würfelform, so ist dem entgegen zu stellen, dass man dann auch die Zugfestigkeits-Proben nach dem Normen-Verfahren verwerfen müsste, weil diese ja ganz auf die nämliche Weise hergestellt werden.

Man sollte überhaupt nicht vergessen, dass die Prüfung der Mörtel mit wenigen Ausnahmen nur ein Urtheil über den relativen Werth der Mörtel gestattet und die gefundenen Festigkeits-Zahlen nicht direkt auf die Praxis übertragen werden dürfen, weil man hier unter anderen Verhältnissen (des Sandes, Wasserzusatzes etc.) arbeitet und überdies die Festigkeit wesentlich von der Gestalt des erhärteten Mörtels (ob in dünner Lagerfuge, Blöcken etc.) abhängt. Beiläufig bemerkt, wird an kreisförmigen Platten von den oben angegebenen Dimensionen die Festigkeit pro ^{qcm} ungefähr doppelt so hoch gefunden, wie bei Würfeln.

Bei allen Mörtel-Prüfungen, welche ich in den letzten Jahren vorgenommen habe, wurden ferner die Mörtel immer mit so viel Wasser angemacht, dass dieselben beim Einschlagen in die Zug- und Druckformen ebenso elastisch wurden, wie bei der Normenprüfung; auch wurden die eingeschlagenen Probekörper bis zur Prüfung ebenfalls stets nach den Vorschriften der Normen behandelt, also alle Zement- und Zement-Kalkmörtel-Proben nach 24 Stunden unter Wasser verbracht. Bei den Trassmörtel-Proben dagegen konnte dies erst nach 48 Stunden geschehen, weil bei früherem Einlegen die Probekörper rissig werden. —

Nachfolgend gebe ich nun einige mit Normsand erhaltene Festigkeits-Resultate mit Trassmörtel und einem Zement-Kalkmörtel (1 Th. Zement, 1 Th. Kalkteig, 6 Th. Sand), von welchen ich glaube, dass er statt des Trassmörtels mit Vortheil angewendet werden kann. Die Versuche mit Trass sind mit den in der Herfeldt'schen Broschüre angegebenen Mischungs-Verhältnissen ausgeführt worden; nur bei der Mischung: 1 Th. Trass, 1 Th. Kalk, 1 Th. Sand ist statt des Fettkalks zu Pulver gelöschter hydraul. Kalk (Beckumer Wasserkalk) verwendet worden, weil die Mischung mit Fettkalk eine zu geringe Konsistenz annahm, so dass sie sich nicht mehr normengemäfs hätte einschlagen lassen.

Der Trass A ist derselbe, welchen ich zu meinen früheren Versuchen benutzt habe, er war von einer Baustelle der Kgl. Eisenbahn-Direktion Wiesbaden entnommen und stammte nach eingezogener Erkundigung von Plaidt.

| Mörtelmischung in Vol.-Theilen | Wasser-Zusatz auf 1000 gr trockenen Mörtel gr | Zugfestigkeit in kg pro qcm | | Druckfestigkeit in kg pro qcm | | Bemerkungen. |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------|----------|------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | 1 Woche | 4 Wochen | an Platten ermittelt 1 Woche | an Würfeln ermittelt 4 Wochen | |
| Trassmörtel. | | | | | | |
| A | 200 | 4,5 | 13,4 | 97,9 | 181,5 | Den Mischungen sind folgende Gewichte zu Grunde gelegt: 1 hl Zement = 140 kg, 1 " Trass = 100 " 1 " Kalkteig = 140 " 1 " Kalkpulver, hydraul. = 60 " 1 " Sand = 140 " |
| B | 200 | 4,7 | 13,1 | 110,6 | 184,8 | |
| B | 190 | 2,8 | 10,9 | 62,7 | 141,9 | |
| C | 190 | 1,5 | 7,4 | 77,0 | 124,3 | |
| Zement-Kalkmörtel. | | | | | | |
| | 100 | 5,6 | 8,8 | 129,8 | 205,2 | |

NE. Der Wassergehalt des Kalkteigs ist zu 50% angenommen.

Trass B und C sind Herfeldt'scher Trass, welchen ich neuerdings zu verschiedenen Zeiten von Plaidt bezogen habe. Zur Charakterisirung des zu dem Zement-Kalkmörtel benutzten Zements bemerke ich, dass derselbe bei der Normenprobe 16,7 kg Zugfestigkeit pro qcm ergab, bei einer Bindezeit von 2 Stunden.

Vergleicht man die für die Druckfestigkeit an den Platten ermittelten Zahlen mit der Zugfestigkeit, so ergibt sich wiederum, dass das Verhältniss $\frac{\text{Druck}}{\text{Zug}}$ bei Trass ein anderes und zwar ein geringeres ist, als bei Zement-Kalkmörtel.

Vergleicht man ferner die Druckfestigkeitszahlen unter einander, so ersieht man, dass der Mörtel aus 1 Th. Zement, 1 Th. Kalkteig und 6 Th. Sand nach 4 Wochen mindestens die gleiche Druckfestigkeit aufweist, wie die von Herfeldt empfohlenen Trassmörtel. Von 4 Wochen an schreitet bei beiden Mörtelarten die Entwicklung der Festigkeit, wie ich durch anderweitige Versuche schon früher ermittelt habe, in gleichem Grade vor. Dagegen ist der Zement-Kalkmörtel dem Trassmörtel nach 1 Woche und noch weit mehr nach kürzerer Frist an Festigkeit überlegen.

Um dem Einwande von Herfeldt zu begegnen, dass sich für den Trassmörtel günstigere Resultate, als für den Zementmörtel ergeben würden, wenn die Probekörper, anstatt erst 24 oder 48 St. nach der Anfertigung, sogleich unter Wasser verbraucht werden, habe ich

später eine Reihe von Versuchen vorgenommen, bei denen das Verbringen unter Wasser sofort nach dem Einschlagen des Mörtels in die Formen stattgefunden hat. Die hierbei erzielten Resultate sind in nachstehender Tabelle zusammen gefasst.

| Mörtelart. | Druckfestigkeit von \bigcirc Platten in kg pro qcm | | Aenderung der Festigkeit % |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------|
| | 48 Stunden an der Luft | Mit der Form gleich ins Wasser gesetzt | |
| | nach 4 Wochen | | |
| Zementmörtel 1:2 | 456,4 | 477,4 | Zun. 4,5 % |
| Zementmörtel 1:6 | 101,8 | 54,5 | Abn. 46 % |
| Zement-Kalkmörtel 1:1:6 . . . | 210,1 | 171,1 | " 18,6 % |
| Trassmörtel 1:1:1 | 149,6 | 116,1 | " 22 % |

Die Mörtel (mit Ausnahme des Zementmörtels 1:2) zeigten bei diesen Versuchen eine Abnahme der Druckfestigkeit, gegenüber derjenigen, welche erhalten wird, wenn man die Probekörper vor dem Verbringen unter Wasser erst 24 oder 48 Stunden lang der Luft aussetzt. Es ergab sich aber, dass bei fetten Zementmörteln die Festigkeit weit weniger abnimmt als bei Trassmörteln, dass bei mageren Zementmörteln (z. B. mit 6 Th. Sand) die Festigkeit in höherem Maasse abnimmt, als bei Trassmörtel, dass aber derselbe Mörtel 1:6, bei einem entsprechenden Zusatz von Fettkalk, keinenfalls in höherem Maasse an Festigkeit abnimmt, als Trassmörtel.

Was die Stärke der hydraulischen Eigenschaften bei Zement- und Trassmörtel betrifft, mit welchen die rasche Erhärtungsfähigkeit in engem Zusammenhange steht, so geben folgende Versuche eine Illustration hierzu: Füllt man beide Mörtelarten von derselben Konsistenz, wie sie bei den Festigkeitsproben zur Anwendung kam, mittels Trichter in Würfelformen unter Wasser ein, so ergibt Zement-Kalkmörtel der oben angegebenen Zusammensetzung folgende Druckfestigkeit:

nach 24 Stunden; 1 Woche; 4 Wochen
0,4 kg 4,8 kg 8,6 kg pro qcm.

der Trassmörtel 1:1:1 dagegen:
0,0 kg 2,5 kg 8,7 kg pro qcm.

Hält man aber das Wasser fern, so weist der Zement-Kalkmörtel nach 24 Stunden bereits 11,7 kg Festigkeit auf, während der Trassmörtel auch in diesem Falle noch keine Festigkeit erlangt.

Aus diesem Verhalten und der oben erwähnten Beobachtung, dass die Probekörper aus Trass, nach 24 Stunden unter Wasser gebracht, noch rissig werden, während die Proben aus Zement-Kalkmörtel bei noch weit früherem Verlegen unter Wasser vollständig intakt bleiben, ist der Schluss zu ziehen, dass auch hinsichtlich der hydraulischen Eigenschaft die Zement-Kalkmörtel den Vorzug vor Trass verdienen. —

Ich komme jetzt zum Preise. Für Trassmörtel benutze ich

die Angaben der Herfeldt'schen Broschüre. Es stellt sich nach denselben der Preis eines Mörtels aus gleichen Volumtheilen Trass, Kalk und Sand pro cbm auf 14,75—22,50 \mathcal{M} , je nach der Entfernung des Verbrauchsortes von den Trassgruben.

Für den Zement-Kalkmörtel lege ich folgende Preise zu Grunde:

| | | | |
|---------------|-----------|-----------------------------|----------------------|
| 1 hl Zement | = 140 kg; | 100 kg à 4,50 \mathcal{M} | = 6,30 \mathcal{M} |
| 1 hl Fettkalk | = 140 kg; | 1 hl à 1,00 " | = 1,00 " |
| 6 hl Sand | | 1 hl à 0,30 " | = 1,80 " |
| | | | 9,10 \mathcal{M} |

Diese 8 hl Mischung geben gerade 6 hl Mörtel aus, mithin stellt sich 1 cbm auf 15,17 \mathcal{M} .

Zu diesem Preise lässt sich nahezu in ganz Deutschland der Zement-Kalkmörtel obiger Zusammensetzung herstellen, während der Trassmörtel an vielen Orten wesentlich höher zu stehen kommt. Es bildet also der Preis kein Hinderniss der Verwendung von Zement-Kalkmörtel statt Trassmörtel. —

Ich habe bis jetzt nur von dem Zement-Kalkmörtel der Zusammensetzung (1 : 1 : 6), Festigkeits-Resultate angegeben, weil dieser gegenüber den von Herfeldt angegebenen Trass-Mischungen in Betracht kommt. Nun werden aber auch noch schwächere Trassmörtel-Mischungen mit geringerer Festigkeit angewendet und statt dieser lassen sich denn auch schwächere Zement-Kalkmörtel benutzen, etwa in folgender Mischung:

| | | |
|---------------|-----------------|-------------|
| 1 Th. Zement, | 1 Th. Kalkteig, | 7 Th. Sand. |
| 1 " " | 1 1/2 " " | 8 " " |
| 1 " " | 2 " " | 10 " " |

Bei diesen Mörteln habe ich an Platten nach 28 Tagen bezw. 140, 130 und 110 kg Druckfestigkeit pro qcm gefunden. —

Ehe ich zum Schluss noch einige Mittheilungen über spezielle Anwendungen von Zement-Kalkmörtel aus der Praxis mache, erlaube ich mir ein paar Bemerkungen allgemeiner Art über die Herfeldt'sche Broschüre zu machen.

Hr. Herfeldt hält die früher von mir in der Dtschn. Bauztg. mitgetheilten Festigkeits-Zahlen für Trassmörtel für zu niedrig und glaubt annehmen zu müssen, ich habe zu meinen Proben entweder eine geringe Trass-Sorte verwendet, oder die Proben „irrationell hergestellt.“ Was den letzteren Vorwurf betrifft, so erledigt derselbe sich aus den oben mitgetheilten Angaben über die Art und Weise meiner Proben. Und dass die Qualität des verwendeten Trass eine gute war, geht aus der obigen Tabelle hervor, worin die jetzt mit demselben erhaltene Festigkeit derjenigen des Herfeldt'schen Trasses fast gleich kommt. Dass die jetzt von mir an den Platten ermittelten Festigkeits-Zahlen höher sind, als früher, liegt lediglich daran, dass die Herfeldt'schen Mörtel-Mischungen stärker sind, als die früher von mir untersuchten. —

Wie oben motivirt worden ist, lege ich beim Vergleich verschiedener Mörtel nur Werth auf die an Platten ermittelte Druckfestigkeit. Um jedoch den Einwendungen zu begegnen, welche Hr. Herfeldt gegen diese Platten macht, habe ich Trass- und Zement-Kalkmörtel von derselben Konsistenz wie bei den Platten auch in Würfelformen eingestampft. Wenn auch die an den Würfeln ermittelten Zahlen nicht genau mit den an Platten bestimmten Zahlen korrespondiren, so giebt sich doch auch bei ihnen

zu erkennen, dass der Zement-Kalkmörtel dem Trassmörtel an Festigkeit nicht nachsteht. Die an Würfeln erhaltenen Festigkeits-Zahlen sind ebenfalls höher, als die früher von mir angegebenen, weil ja auch zu diesen Proben stärkere Mörtel-Mischungen verwendet und diese normengemäfs eingestampft worden sind, während bei den früheren Proben die Mörtel, der Praxis entsprechend, mit mehr Wasser eingestampft wurden. Auf diese Verhältnisse ist s. Z. schon in dem Referate der Dtschn. Bauztg. aufmerksam gemacht worden.

Es würde heute zu weit führen auf alle übrigen unrichtigen Behauptungen, die in der Herfeldt'schen Broschüre enthalten sind, einzugehen. Es ist mir auch nicht nöthig erschienen, zu sämmtlichen Versuchen Herfeldt's Gegenversuche zu machen, da ich aus meinen anderweitigen Versuchs-Ergebnissen über das Verhalten von Mörteln den Schluss ziehe, dass die Folgerungen, welche Herfeldt aus seinen Versuchen macht, sich als nicht stichhaltig erweisen.

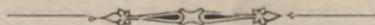
So wird z. B. auf S. 16 u. 17 der Broschüre erwähnt, die Adhäsion von Trassmörtel sei viel höher, als von Zementmörtel und behauptet, Trass-Beton besitze in Folge der stärkeren Adhäsion des Mörtels eine um 50 % höhere Festigkeit, als Zement-Beton. Dass diese Behauptung falsch ist, glaube ich, ohne einen Versuch darüber gemacht zu haben, bestimmt aussprechen zu können.

Aus meinen Versuchen über Beton ergibt sich nämlich ganz zweifellos, dass bei sachgemäfs hergestelltem Beton aus verschiedenen Mörteln, selbst bei wesentlich differirender Adhäsionskraft, die Festigkeit des Betons (gleiches Zuschlag-Material voraus gesetzt) nur durch die Festigkeit des Mörtels bedingt wird. Selbst angenommen also, dass der Trassmörtel eine höhere Adhäsion besitzte, als Zement-Kalkmörtel, so halte ich es doch für unmöglich, dass er eine höhere Festigkeit im Beton ergibt, weil die Festigkeit des Mörtels keine gröfsere ist. — Wenn man endlich bedenkt, dass Hr. Herfeldt seinen für Trass aufgestellten Zahlen aufser seinen Prüfungs-Resultaten von Zement auch solche gegenüber stellt, welche nach wesentlich verschiedenen Methoden gefunden wurden, so ist damit die Art seiner Beweisführung hinlänglich charakterisirt.

Nach meinen Untersuchungen und Erfahrungen halte ich mich zu der Schlussfolgerung berechtigt, dass die Zement-Kalkmörtel, insbesondere also ein Mörtel aus 1 Th. Zement, 1 Th. Kalkteig und 6 Th. Sand, an vielen Orten mit mehr Vortheil verwendet werden können, als Trassmörtel und es bedarf die Behauptung Herfeldt's „dass Trassmörtel aus gutem Steintrass von der Mischung 1 Th. Trass, 1 Th. Kalk und 1 Th. Sand in der Praxis immer höhere Festigkeit ergebe, als Zementmörtel in der Normen-Mischung (1 : 3)“, wohl kaum einer Widerlegung. —

Zu Verwendungen des Zement-Kalkmörtels in der Praxis übergehend, nenne ich aus neuerer Zeit das Betonfundament des Kollegien-Gebäudes der Universität Strafsburg (ca. 5000 cbm), die Bauten an der Hessischen Ludwigs-Bahn, an der Eisenbahnlinie Friedberg-Hanau und an der Fortifikation Mainz. Ferner wurde im vergangenen Jahre bei den Bauten des Zentralbahnhofs in Frankfurt a. M. zur Fundirung der Mainbrücke statt Trassbeton

ein Zement-Kalkbeton von folgender Mischung verwendet: 1 Sack Zement à 60 kg, 60 kg hydraul. Kalk, $2\frac{1}{2}$ hl Sand und $4\frac{1}{2}$ hl Steinschlag, was ungefähr einem Beton aus 1 hl Zement, 2 hl Kalk, 6 hl Sand und 10 hl Steinschlag entspricht. Für Mauerwerk wurde derselbe Mörtel (1 Th. Zement, 2 Th. Kalk, 6 Th. Sand) verwendet. Nach dem Auspumpen des Wassers wurde der Beton in den Spundwänden eingestampft, am Abend wurde das Pumpen sistirt, am nächsten Morgen waren an der Oberfläche keine Auswaschungen bemerkbar. Schon nach einigen Tagen wurde mit dem Aufmauern begonnen. Es ist selbstverständlich, dass man den genannten Mörtel und Beton nicht verwendet haben würde, wenn er nicht mindestens so billig und zweckentsprechend gewesen wäre, als Trassmörtel, welcher mit ihm in Konkurrenz trat.



S. 61

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw. 31806

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

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298504