

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Bauzeitung
<b>Herausgeber:</b>	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
<b>Band:</b>	5/6 (1885)
<b>Heft:</b>	14
<b>Artikel:</b>	Zur Frage der Wirkung einiger Zumischmittel auf den Portlandcement
<b>Autor:</b>	Tetmajer, L.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-12908">https://doi.org/10.5169/seals-12908</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

INHALT: Zur Frage der Wirkung einiger Zumischmittel auf den Portlandcement. Von Prof. L. Tetmajer in Zürich. — Miscellanea: Verwendung von reinem Cementmörtel bei Hochbauten. Die erste New-

Yorker Strassen-Kabelbahn. Amerikanische Eisenbahnen. Unterirdische Telephon-Leitungen. Münchener Conferenz. — Necrologie: † William Yolland. — Literatur: Milano tecnica dal 1859 al 1884.

## Zur Frage der Wirkung einiger Zumischmittel auf den Portlandcement.

Von Prof. L. Tetmajer in Zürich.

Der Gefälligkeit des Vorstandes deutscher Cementfabrikanten verdanken wir das Protocoll der diesjährigen Verhandlungen des Vereins deutscher Cementfabrikanten; wir haben dasselbe sorgfältig durchgegangen und jene Be schlussfassungen zur Kenntniß genommen, die der Vorstand im Kampfe gegen das Mischverfahren dem Plenum vorgelegt und zur Annahme empfohlen hatte.

Vor allen Dingen muss mit Anerkennung hervorgehoben werden, dass es dem genannten Vorstande gelungen ist, die meisten deutschen und einige ausländische Cementfabrikanten in der Erklärung zu einigen, dass von nun an als „Portlandcement“ nur ein Product, entstanden durch innige Mischung von Kalk und thonhaltigen Materialien, als wesentlichen Bestandtheilen, und darauf folgendem Brennen bis zur Sinterung und Zerkleinerung bis zur Mehlfeinheit bezeichnet und in den Handel gebracht werden dürfe.

Durch Annahme dieser Erklärung ist der erste Schritt zu einer einheitlichen Nomenclatur gelegt und die ganz und gar über Gebühr aufgebauschte Frage des Mischverfahrens in jene Bahnen gelenkt worden, die von allem Anfang an hätten betreten werden müssen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Vertreter des deutschen Baugewerbes, nicht minder diejenigen solcher Nachbarstaaten, deren Bedarf theilweise durch Import deutscher Fabrikate gedeckt wird, der angezogenen Vereinbarung nicht nur zustimmen, sondern diese als Ausdruck dringender Nothwendigkeit, als Ausdruck eines gesunden reellen Geschäftsgefahrens lebhaft begrüssen müssen. In unserer ersten Abhandlung über das Mischverfahren haben wir auf das dringende Bedürfniss nach einer derartigen Vereinbarung hingewiesen und betont, dass es „Geschäfts reellität, ja volkswirthschaftliche Landesinteressen verlangen, dass jedes Fabrikat mit der ihm zukommenden Bezeichnung auf den Markt gelange und dass sich alle streitigen Tagesfragen durch eine zeitgemäße Nomenclatur lösen und beilegen lassen.“ Nach wie vor sind wir der festen Ueberzeugung, in schwedender Sache sei durch Compromisse, Vereinbarungen Alles — durch Terrorismus Nichts zu erreichen! Der erste Schritt zur sachlichen Lösung des streitigen Mischverfahrens wäre nun gethan; das Uebrige wird wol nicht lange auf sich warten lassen.

Die vereinbarte Definition des Portlandcements passt wörtlich auf die norddeutschen Verhältnisse. Nun ist aber bekannt, dass sowol in Oesterreich, Russland, als auch und vor allem in Frankreich ohne weitere Vorbereitung des Rohmaterials, also einfach durch Brennen geeigneter Kalkmergel in ansehnlichen Quantitäten portlandartige Cemente gewonnen werden, welche bezüglich Qualität oft den besten künstlichen Portalcementen nicht nachstehen. Es scheint als ob im Interesse einer möglichst umfassenden, dem tatsächlichen Sachverhalt entsprechenden Nomenclatur es richtiger gewesen wäre, die Fassung sofort derart zu wählen, dass sie die künstlichen, wie die natürlichen Portalcemente unzweideutig in sich geschlossen hätte.

Dass nach Nr. 2 der Erklärung des Vereins deutscher Cementfabrikanten der bisher offenkundig gestattete Zusatz künftig hin vertuscht werden soll, ist zu beklagen. Eine Declaration des Gypszuschlags in einer Höhe von 2% wird als unnötig erklärt, weil mehr als 2% dem Portalcement doch Niemand zumischen wird, da sonst der Cement an Qualität verlieren würde. Diese Logik kommt unseres Ermessens auch dem „redlichen“ Mischer zu statten; dieser wird seinem Cemente zweifellos nur soviel Zusatz geben, als zur Erhöhung der Sand- resp. Kies-Capacität desselben

nötig scheint, weil sonst ja sein Cement an Qualität auch wieder verlieren müsste.

Wir sind der Ansicht, dass entweder jeder Zusatz nach dem Brennen declarirt werden solle, oder dem Fabrikanten ein geringer Spielraum zu gewähren sei, innerhalb welchem jeder beliebige Zusatz (inclusive Wasser), der zur Regulirung technisch wichtiger Eigenschaften des laufenden Fabrikates dient, zugemischt werden darf, ohne dass daraus die Nothwendigkeit einer Änderung der Bezeichnung der Waare resultirt oder der Fabrikant des Zumischens fremder Körper bezieht und Schwindel getrieben werden könnte.

Das zuletzt genannte Verfahren scheint das zweckmässigere zu sein; zweifellos wird eine zu gewährende Toleranz im Zumischen fremder Körper wie Gyps u. s. w., dem wirklichen Thatbestand näher kommen als das officielle Verbot jeglicher Zumischung und das stillschweigende Zuständniss einer solchen im Betrage von wenn auch nur 2%. Wir könnten uns auch mit der Declaration jeglicher Zusätze einverstanden erklären, glauben aber, dass dieser Modus praktisch undurchführbar sei.

Anlässlich der diesjährigen Conferenz zur Vereinbarung einheitlicher Prüfungsmethoden hat auch diese Frage definitive Erledigung gefunden. Man war einstimmig der Ansicht, dass behufs Regulirung technisch wichtiger Eigenschaften des Portalcementes nachträgliche Zusätze (Gyps, Farbstoff etc.) bis auf 2% statthaft seien.

Dass die sog. Fresenius'schen Grenzwerte in die Nomenclatur nicht eingeflochten wurden, muss gleichfalls mit Anerkennung hervorgehoben werden, denn je länger je mehr erweisen sich diese zur Kennzeichnung reiner Portalcemente geschaffenen Zahlenwerthe als völlig werthlos; statt abzuklären haben sie die Situation nur noch mehr verschleiert. Der Fehler, der bei Aufstellung der Grenzen unterlaufen ist, liegt darin, dass nicht sämtliche, mehr oder weniger mit der Beschaffenheit der unterschiedlichen Rohmaterialien zusammenhängende Fabrikationsmethoden gleichwertig berücksichtigt wurden und dass neben den Laboratoriumsarbeiten des Herrn Dr. Fresenius nicht auch parallel die schliesslich doch allein ausschlaggebenden, mechanischen Eigenschaften der Cemente mit in den Kreis der Untersuchungen gezogen und veröffentlicht wurden.

Der Hauptsache nach ist und bleibt der Portalcement hydraulischer Mörtelbildner, somit ist er in erster Linie nach seiner Sandcapacität bei Wasserlagerung zu beurtheilen. Dabei erkennen wir keinen Moment jene Verwendungsgebiete des Portalcementes, bei welchen der Schwerpunkt auf die Grösse der Selbstfestigkeit fällt, die zweifellos mit dem specifischen Gewichte, wahrscheinlich auch mit andern Grenzwerten von Fresenius sich ändert. Allein diese Anwendungsgebiete bilden nur einen kleinen Bruchtheil des Gesammtconsums und fallen hier wol kaum weiter in Betracht.

Das Baugewerbe fragt weder nach dem problematischen „Beginn der Mörtelbereitung“, noch nach den Pseudogrenzwerten. Mit Recht kauft der Consument unter sonst gleichen Verhältnissen dasjenige Material, welches zuverlässig den kräftigeren Mörtel liefert. Dass bei der Qualitätsbestimmung eines Mörtelbildners schliesslich alles auf die Grösse seiner Sand- und Kies-Festigkeit hinausläuft ist allgemein anerkannt. Kalkcapacität, Adhäsion, Wasserundurchlässigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung etc. sind zweifellos äusserst werthvolle Zugaben, fallen jedoch nur in speciellen Anwendungsfällen, die stets auch eine specielle Behandlung und entsprechende Materialauslese fordern, entscheidend in Betracht. Wir constatiren, dass ähnliche Gesichtspunkte auch im Schoosse des Vereins deutscher Cementfabrikanten anlässlich der Discussion der Frostversuche, zur Geltung kamen. Uns erübrigत daher bloss die Nachweislieferung, dass eine Reihe der wichtigsten Grenzwerte von Fresenius sich keineswegs auch mit den technisch massgebenden Eigenschaften der

Cemente decken, dass vielmehr umgekehrt eine grössere Zahl schätzbarer, garantirt reiner Marken ausserhalb der Grenzen stehend angetroffen wurden und dass somit nicht die Cemente, wol aber der Werth der vielfach genannten Grenzwerte zweifelhaft und — da diese sowol den Consumeren irrezuleiten, als auch das commercielle Interesse einer Gruppe nicht „mischender“ Producenten zu schädigen beginnen, — zum mindesten als dringend *révisionsbedürftig* zu bezeichnen sind.

Folgende Zusammenstellung gibt eine Uebersicht über die genannten Verhältnisse:

Portlandcement No.	Chemische Zusammensetzung in %					Grenzwerte		Festigkeitsverhältn. n. 28 Tg. Wasserl.			
	Si O <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ca O	Ca SO <sub>4</sub>	Summe	Glührest %/o	Spez. Gewicht	CO <sub>2</sub> -Aufnahme %/o	Anmachwasser 0/o	Zugf. kg pro cm <sup>2</sup>	Druckfest kg per cm <sup>2</sup>
	22,39	12,21	60,09	(?)	100,0	1,60	3,13	0,70	9,5	18,0	145,0
II	20,79	11,40	61,60	2,31	100,89	1,42	3,13	0,20	9,5	23,7	241,4
III	19,43	9,94	63,16	2,65	99,59	0,95	3,09	3,90	10,5	27,3	179,5
IV	21,68	8,89	61,11	3,01	100,84	—	3,03	—	9,5	17,8	196,0
*) V	21,20	10,05	60,54	3,18	100,59	—	3,03	—	9,0	38,8	563,6
VI	19,88	11,46	62,75	2,14	100,57	—	3,13	—	8,5	30,4	319,5
VII	19,62	12,22	60,25	2,39	100,97	—	3,05	—	8,0	22,6	304,5
VIII	21,27	11,52	60,23	2,90	101,11	—	3,03	—	9,5	25,2	199,7
IX	21,98	10,00	63,18	1,23	100,02	2,20	3,05	2,81	10,0	19,3	189,4
X	23,38	9,08	61,88	2,45	99,45	2,42	3,10	0,84	8,5	15,6	180,8
XI	21,84	10,68	61,56	2,18	100,36	—	3,02	—	9,5	22,2	184,0
XII	—	—	—	—	—	3,07	—	—	9,0	24,7	226,2
XIII	20,03	11,27	59,11	3,54	100,43	3,55	3,04	3,00	10,0	31,5	216,5
XIV	22,85	9,90	60,23	2,51	99,69	2,04	3,10	0,00	10,5	21,2	135,6
XV	21,45	11,32	62,04	1,04	99,96	0,82	3,10	0,40	9,5	22,5	193,2
XVI	—	—	—	—	—	1,70	3,10	—	10,5	22,8	149,5
XVII	19,90	12,40	62,08	1,80	99,92	1,85	3,10	0,20	11,1	21,4	125,7

Als interessantes Curiosum theilt uns Herr Director Dr. Schott einen Fall mit, welcher den Werth der Fresenius'-schen Grenzwerte ganz besonders kennzeichnet.

Herr Director Schott wählte aus seinem Lager einen, von den Grenzwerten besonders abweichenden Cement und sandte unter *notariellem* Siegel Proben an Herrn Fresenius und Herrn Dr. Böhme zur Feststellung der Grenzwerte und der massgebenden Festigkeitsverhältnisse. Der Cement ist garantirt rein und entspricht den Berliner Vereinbarungen. Prof. Dr. Fresenius fand: Glühverlust . . . . 4,84% /o

Specifisches Gewicht . . . . 2,97  
C O<sub>2</sub> Aufnahme . . . . 25,25% /o

Dr. Böhme fand, 1:3 nach 28tägiger Wassererhärtung eine Zugfestigkeit von 27,1 kg pro cm<sup>2</sup>

Druckfestigkeit von 241,1 " "

Nach vorstehend Angeführtem wird wol kaum Jemand im Zweifel sein, dass ohne zu mischen möglich ist Portlandcemente herzustellen, die als *hydraulische Mörtelbildner* nichts zu wünschen übrig lassen, die jedoch völlig ausserhalb den Grenzwerten von Fresenius stehen.

Durch die Erklärung Nr. 4 des Vereins deutscher Cementfabrikanten, sowie durch spätere Verhandlungen ist endlich die Möglichkeit der Verbesserung normaler Portland-Cemente nicht nur zugestanden, sondern wie dies in solchen Fällen mitunter vorkommt, als längst bekannt bezeichnet worden. Damit ist wol die berühmte *These* „beschlossen“ auf der Generalversammlung des Vereins deutscher Cementfabrikanten im Jahre 1883/84:

„Guter Portlandcement wird durch Zumischung fremder Körper nicht verbessert“

in ihrer Allgemeinheit unhaltbar geworden. Für uns hat blos diëse Thatsache Werth; die Frage nach Menge und Qualität der in Deutschland benützten Zusatz-Stoffe hat mit unserer rein wissenschaftlichen Untersuchung keinerlei Zusammenhang und gerade aus diesem Grunde sind auch unsere Resultate im Kampfe des Vereins deutscher Cementfabrikanten gegen das Mischverfahren direct nicht entscheidend. Durch unsere Versuche sollte lediglich nur die Behauptung

des Herrn Dr. W. Michaëlis, wonach normale Portland-Cemente durch Zumischung entsprechender „Silicate“ (Körper mit verbindungsähnlicher Kieselsäure) qualitativ verbessert werden können, geprüft werden, ohne im Uebrigen auf die wirtschaftliche Seite der Sache selbst einzutreten. Letztere sollte in 2. Linie — doch nur in Verbindung mit den interessirten Producenten folgen. Unser Vorgehen ist wol durch den, auf *unsere* directe Veranlassung hin gefassten Beschluss des Vereins schweiz. Cementfabrikanten zur Genüge gekennzeichnet, wodurch wir ersucht wurden „festzustellen in wiefern das Mischverfahren sich zu Verbesserung der einheimischen Producte ökonomisch verwerthen lasse.“

Nachdem die Möglichkeit der Verbesserung des Portlandcementes als hydraulischer Mörtelbildner nicht länger angekämpft werden konnte, wird nun die Theorie derselben in den Vordergrund gerückt und die Verbesserung als Resultat eines rein mechanischen Vorganges, aus den Lagedungsverhältnissen der kleinsten Theilchen erklärt. In harmonischer Verbindung mit dieser Erklärung steht die andere, praktisch ungleich wichtigere bezüglich Wetter- und Frostbeständigkeit gemischter Cemente. Auf Seite 75 des Protocols der diesjährigen Verhandlungen der deutschen Cementfabrikanten wird gesagt:

„Wir haben namentlich durch Gefrierversuche in künstlichen Kältemischungen nachgewiesen, dass alle Cemente, welchen fremdartige Stoffe zugemischt sind, durch Frost zerstört wurden.“

Diese Behauptung steht in ihrer Allgemeinheit in directem Widerspruch mit Frostversuchen reiner und solcher Portlandcemente, welchen bis 17,6% /o wirksame Zumischmittel beigemengt wurden. Nach 28tägiger Wassererhärtung haben die Mörtel 1:3 trotz wiederholter Frosteinwirkung einen Rückgang der Festigkeitsverhältnisse nicht gezeigt. Damit soll keineswegs gesagt sein, dass Portlandcemente, gemischt mit 50 und mehr Prozent unwirksamen Ballastes die Frostprobe auch bestehen. Hier kommt ja alles auf die Qualität des Grundstoffs, die Beschaffenheit des Zusatzes und die Art der Verarbeitung des Materials an. Selbst vorzügliche Portlandcemente können durch falsche Behandlung ihre Frostfestigkeit einbüßen, wie umgekehrt ungleich minderwertige Materialien durch eine sachgemäße Verarbeitung gegen Frost und Einflüsse der Atmosphärilien völlig befriedigende Widerstandsfähigkeit erlangen. Das Verhalten der verschiedenen Bindemittel gegen Einflüsse des Frostes und der Atmosphärilien in grossem Massstabe zu erproben, haben wir Verhandlungen mit den Baubehörden der Stadt Zürich eingeleitet, um an besonders exponirten Stellen Beton- Verputz und Trottoirarbeiten mit allerlei Bindemitteln auszuführen. Indem wir die Aufmerksamkeit aller Interessenten jetzt schon auf besagte Versuche leiten, bemerken wir, dass ein Comité, welches das Programm sämmtlicher Ausführungen zu entwerfen, die Ausführungen zu überwachen hat, seiner Zeit auch die gewonnenen Resultate zu veröffentlichen haben wird.

Doch nun zur Frage der Wirkung einiger Zumischmittel auf den Portlandcement. Herr Dr. Delbrück erklärt die Wirkung der Verbesserung d. h. der Erhöhung der Zugfestigkeit — Druckfestigkeiten, sowie die Effecte nach längerer Erhärtung sind wolweislich nicht angegeben; (die publicirten 7 Tage-Proben haben deshalb keinen Werth, weil selbst wirksame Zuschläge in den ersten Erhärtungsperioden in der Regel sogar abmindernd wirken) — aus der Feinheit der Vertheilung durch Ausfüllung der vorhandenen Hohlräume, also als rein mechanischen Effect.

In unserer ersten, bezüglich der Wirkung einiger Zumischmittel veröffentlichten Arbeit haben wir darauf hingewiesen, dass man es hier sowol mit einem *mechanischen* als *chemischen* Process zu thun hat und dass es unmöglich war zu entscheiden, welcher Betrag der Gesammtwirkung auf den einen, welcher auf den andern der Processe entfällt. Den Sachverhalt näher zu prüfen, haben wir neuerdings eine grössere Versuchsserie eingeleitet.

Der disponible Raum gestattet es nicht, die schon bisher gewonnenen Resultate dieser Versuchsreihen in ihrem

\*) Staubcement.

ganzen Umfange hier wiederzugeben. Interessenten finden Näheres im vierten Heft der offiziellen Mittheilungen des eidg. Festigkeitsinstitutes. Zur Orientirung werden hier folgende Bemerkungen genügen:

Zur Prüfung des Einflusses *inerer Körper* in verschiedener Feinheit der Zerkleinerung, zur Feststellung des Einflusses *geschlemmter*, wasserabsaugender Körper, endlich zur Prüfung des Verhaltens *wirksamer Zumischmittel bei Luft- und Wasserverlagerung* mit und ohne *Kalkzusätzen*, sind folgende vier garantirt reine, theilweise dem Handel entnommene Portlandcemente unterworfen worden:

1. Portlandcement Blaubeuren, Langsambinder;
2. " Dyckerhoff, " ;
3. " Schifferdecker, " ;
4. " Zurlinden, Raschbinder.

Für vorliegende Publication wählten wir die Resultate der, bezüglich des specif. Gewichts, des Glühverlustes, der Kohlensäureaufnahme und der Festigkeitsverhältnisse extremen Marken, nämlich die Portlandcemente von *Zurlinden*-Aarau und *Schifferdecker*-Heidelberg; bemerken jedoch ausdrücklich, dass die beiden anderen Cemente durch Zumischung der gleichen Stoffe relativ in gleicher Weise, als die hier angezogenen Repräsentanten, beeinflusst wurden.

Die chemische Analyse und die allgemeine Untersuchung dieser Cemente ergab folgende Resultate:

	$SiO_2$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	$CaO$	$MgO$	$CaCO_3$	$CaSO_4$	$H_2O$ Bitumen
Portl. Schifferd.:	20,03	7,92	3,35	59,11	1,63	2,63	3,54	2,22%
" Zurlinden:	22,85	8,25	1,65	60,23	1,20	2,27	2,51	0,73%

Es betrug ferner, stets im Mittel aus zwei gut übereinstimmenden Versuchen beim

Portland.: Schifferdecker.	P. Zurlinden.
Der Glühverlust	3,59 %
Das spez. Gewicht (n. Schumann)	3,94 —
Die Kohlensäureaufnahme	3,00 %
Das Volumengewicht lose	1,13 kg
" " eingerüttelt	1,69 "
Der Erhärtingsbeginn	ca. 5 Stunden
Die Bindezeit	ca. 14 "
Das Anmachwasser	24,5 %
Die Breiconsistenz	7 mm
Der Rückstand am 900 Sieb	5,2 %
" " 2500 "	10,6 %
" " 5000 "	25,7 %
2,04 %	3,10 —
0,00 %	1,28 kg
1,90 "	1,90 "
8 Minuten. 30 Sec.	

Beide Cemente waren in der Anstalt ein *halbes Jahr* lang trocken gelagert und haben sodann sämmtliche Proben auf Volumenbeständigkeit, nämlich die Plattenprobe an der Luft, wie unter Wasser, ferner die Darr- und Glühprobe vollkommen bestanden

Als Zuschläge dienten folgende Stoffe:

- (ZNI—NIV von früher her bekannt)
- ZN V granulirte, basische Hochofenschlacke  
 " VI " an der Luft zerfallene, basische Hochofenschlacke  
 " VII gemahlene, nicht granulirte Hochofenschlacke  
 " VIII die gleiche Schlacke granulirt und gemahlen (identisch mit ZNI)  
 " IX Jurakalksteinmehl mit ca. 96% CaCO<sub>3</sub>  
 " X gebrannt und trocken gelöscht (Staubhydrat)  
 " XI Quarzmehl, erzeugt aus Berliner Normalsand  
 " XII Technische Thonerde, ausgeglüht; unp. Wassergehalt ca. 14%  
 " XIII Silicat mit erheblicher Menge verbindungsähiger SiO<sub>2</sub>  
 " XIV Silicat, in der chemischen Zusammensetzung identisch mit ZN XIV  
 " XV Geschlemmtes, calcinirtes Silicat mit ca. 12% Hydratwasser.

Substanz XV nimmt, wie anlässlich der Bestimmung des specifischen Gewichtes beobachtet wurde, leicht einen colloidalen, sulzigen Aggregatzustand an.

Sämmtliche Zumischmittel wurden zunächst analysirt, allgemein untersucht und sodann im Originalzustande — sofern dieselben nicht schon an und für sich staubfein waren — in thunlichst zerkleinertem Zustande den Portlandcementen zugemischt. Die Feinheit der Zerkleinerung ist so weitgehend als möglich getrieben worden.; zur Controle sind diese Zuschläge am 5000 Maschensieb durchgesiebt worden.

Die allgemeine Untersuchung der Zuschläge ergab folgende Resultate:

Bezeichnung	Glühverlust %	Spec. Gewicht	Litergewicht		Rückstand auf dem	
			löse kg	eingerüttelt kg	900. Sieb %	5000. Sieb %
Z N V	0,82	2,87	1,26	1,79	3,60	59,60
" VI	1,82	2,95	1,30	1,82	4,30	62,80
" VII	5,69	2,90	1,05	1,68	0,00	38,20
" VIII	1,20	3,01	1,18	1,86	0,00	9,60
" IX	0,26	2,98	1,28	1,86	0,00	12,00
" X	0,20	2,67	1,08	1,84	3,20	26,60
" XI	26,0	2,21	0,41	0,88	0,00	2,40
" XII	0,19	2,64	1,07	1,85	0,00	0,00
" XIII	0,40	—	—	—	0,00	0,00
" XIV	2,30	—	—	—	0,00	0,00
" XV	4,66	2,22	0,34	0,63	0,00	0,00
" XVI	0,88	2,65	0,49	0,87	0,00	30,60

Der Rückstand der Stoffe Z N XI, ferner XIII bis incl. XV war am 5000-Sieb, wegen ihrer erdgfettigen Beschaffenheit, wodurch die Siebe versetzt wurden, durch Absiebung in normaler Weise nicht bestimmbar; unter Zuhilfenahme einer weichen Bürste konnte das Material jeweilen gänzlich durch das Siebtuch gedrückt werden.

In erster Linie hatten wir die Zuschläge auf die Fähigkeit, mit Kalk gemischt, hydraulische Mörtel zu geben, geprüft. Es geschah dies in 4 Altersklassen und in 3 nach wachsendem Kalkgehalt geordneten Mischungsverhältnissen der Puzzolane. Bestimmt wurde stets die Druck- und Zugfestigkeit des Normalmörtels 1:3 in üblicher Weise. Sämmtliche Probekörper sind auch diesmal ohne Rammapparat, also von Hand und zwar von den gleichen Arbeitern wie bisher, erzeugt worden.

Folgende Zusammenstellung enthält die Resultate der Prüfung des Verhaltens der Zuschläge zu Kalkhydrat (Staubhydrat):

Mischungsverhältniss (Gewichtstheile)	Zugfestigkeit (Wasserlagerung 1:3)		Druckfestigkeit	
	28 Tage kg pro cm <sup>2</sup>	84 Tage kg pro cm <sup>2</sup>	28 Tage kg pro cm <sup>2</sup>	84 Tage kg pro cm <sup>2</sup>
100 Z N V : 33,3 Staubh.	10,0	12,8	68,0	83,1
100 " : 66,6 "	8,5	12,1	68,8	82,1
100 " : 100,0 "	7,7	11,7	66,9	74,8
100 Z N VI : 33,3 Staubh.	5,3	11,1	unter 50,0	70,4
100 " : 66,6 "	5,0	11,7	50,0	82,0
100 " : 100,0 "	5,9	13,2	50,0	84,4
100 Z N VII : 33,3 Staubh.			Probekörper	
100 " : 66,6 "			trotz 3 × 24-stündiger Luftlagerung	
100 " : 100,0 "			im Wasser zerfallen	
100 Z N VIII : 33,3 Staubh.			Probekörper stehen im Wasser ohne	
100 " : 66,6 "			Erhärtung	
100 " : 100,0 "				
100 Z N IX : 33,3 Staubh.	33,7	43,5	259,9	377,5
100 " : 66,6 "	32,1	38,1	233,7	308,2
100 " : 100,0 "	27,6	34,3	205,2	248,9

Sämmtliche Probekörper, die mit Kalksteinmehl (Z N X), Staubhydrat (Z N XI) und Quarzmehl (Z N XII) angefertigt wurden, sind trotz 8 × 24 stündiger Luftlagerung im Wasser zerfallen!

Mit Thonerde (Z N XIII) und Silicat (Z N XIV) musste von der Erzeugung analoger Kalkmörtelproben in Ermangelung ausreichenden Materials Abstand genommen werden.

Mischungsverhältniss (Gewichtsteile)	Zugfestigkeit (Wasserlagerung 1:3) Druckfestigkeit			
	28 Tage kg pro cm <sup>2</sup>	84 Tage kg pro cm <sup>2</sup>	28 Tage kg pro cm <sup>2</sup>	84 Tage kg pro cm <sup>2</sup>
100 ZN XV: 33,3 Staubh.	21,6	22,0	75,5	100,2
100 " : 66,6 "	20,1	24,4	72,5	140,8
100 " : 100 "	16,8	23,8	64,5	116,5
100 ZN XVI: 33,3 Staubh.	17,3	—	unter 50,0	—
100 " : 66,6 "	9,8	—	" 50,0	—
100 " : 100 "	6,1	—	" 50,0	—

Durch eine geeignete mechanische Procedur, durch welche in dem lockeren Gemenge des Staubkalkes mit dem Silikat ZN XV die intermolekularen Zwischenräume reduziert werden, lässt sich die angeführte Mörtelfestigkeit des Zuschlagsmaterials ZN XV, Zug wie Druck, insbesondere aber die Druckfestigkeit noch wesentlich erhöhen.

In folgender Zusammenstellung geben wir die Resultate der 28 Tage-Proben der reinen und gemischten Portlandcemente von Schifferdecker und Zurlinden. Die Tabelle enthält in kg pro cm<sup>2</sup> die Festigkeitszahlen des Normalmörtels (1:3) bei Luft- und Wassererhärtung mit oder ohne Kalkzusatz. Sämtliche Zahlen stellen massgebende Durchschnittswerte dar; sie sind also stets Mittelwerthe der 4 besten von je 6 Probekörpern der gleichen Gattung. Das mittlere spezifische Gewicht der 4 besten ist in Klammern beigefügt.

#### Portlandcement Schifferdecker

Mischung	Zugfestigkeit nach 28 Tage Wassererhärtung			Druckfestigkeit n. 28 Tagen Wassererhärtung		
	Lufterh.		Lufterh.		Lufterh.	
	100 C. Normalmörtel 1:3 50 Kalk : 500 S. Original	Staubfn.	100 C. Normalmörtel 1:3 50 Kalk : 500 S. Original	Staubfn.	100 C. Normalmörtel 1:3 50 Kalk : 500 S. Original	Staubfn.
100 C: 0,0 ZN	31,5 (2,23)	17,6 (2,20)	30,9 (2,15)	216,5 (2,22)	119,4 (2,23)	202,2 (2,20)
85 C: 15 ZN V	29,0 (2,22)	32,2 (2,23)	—	199,4 (2,24)	201,4 (2,25)	—
85 C: 15 ZN VI	29,2 (2,22)	29,7 (2,23)	—	193,3 (2,24)	205,9 (2,24)	—
85 C: 15 ZN VII	27,3 (2,24)	29,7 (2,27)	—	182,6 (2,26)	188,6 (2,26)	—
85 C: 15 ZN VIII	26,6 (2,23)	24,9 (2,21)	—	177,0 (2,26)	175,0 (2,28)	—
85 C: 15 ZN IX	32,7 (2,24)	35,3 (2,25)	17,6 (2,21)	33,1 (2,25)	224,3 (2,25)	213,5 (2,26)
85 C: 15 ZN X	22,7 (2,22)	25,1 (2,23)	—	174,7 (2,25)	182,6 (2,25)	—
85 C: 15 ZN XI	28,4 (2,23)	25,3 (2,22)	—	212,8 (2,29)	196,4 (2,28)	—
85 C: 15 ZN XII	—	26,5 (2,22)	—	—	158,9 (2,24)	—
85 C: 15 ZN XIII	—	30,1 (2,22)	—	—	178,7 (2,24)	—
85 C: 15 ZN XIV	—	36,2 (2,24)	—	—	258,4 (2,28)	—
85 C: 15 ZN XV	—	51,1 (2,28)	33,4 (2,21)	40,7 (2,19)	—	415,8 (2,30)
85 C: 15 ZN XVI	—	32,9 (2,23)	—	—	208,4 (2,25)	168,9 (2,25)
						343,1 (2,27)

In Uebereinstimmung mit unseren früheren Versuchsergebnissen, geht aus vorstehender Zusammenstellung hervor, dass

1) *inerte Körper, beziehungsweise Silicate mit geringer Kalkkapacität (Fähigkeit Kalk zu binden) gelagerte Portlandcemente nicht verbessern.* Bei gleicher Zusatzmenge und wachsender Feinheit, vergleiche ZN V VI VII etc., wird bloss die Abminderung der ursprünglichen Festigkeitsverhältnisse der Portlandcementmörtel reduziert.

NB. Unter 21 bisher geprüften Portlandcementen ist durch Zusatz inerter Körper die Erhöhung der Sandfestigkeit einer einzigen Marke beobachtet worden, die jedoch die Darr- und Glühprobe nicht bestanden hatte. Die Steigerung der Sandfestigkeit dieser Marke ist daher auf eine Reduction des schädlichen Einflusses der Volumenveränderung dieses Cementes zurückzuführen. Aehnliche Beobachtungen hat unseres Wissens zuerst Dr. H. Frühling bekannt gemacht.

2) Durch Zusatz bestimmter Mengen wirksamer Puzzolanen, wie bestimmter Hochofenschlacken (ZN I und ZN IX) und anderer künstlicher und natürlicher Silicate (ZN XIV, XV) können normale Portlandcemente als Mörtelbildner wesentlich verbessert werden.

3) *Geschlemme, wasseraufsaugende Körper, vergleiche ZN XIII und ZN XVI in ausgeglühtem Zustande Portlandcementen beigemischt, steigern die Festigkeit ihres Normalmörtel nicht unbedingt.* Daraus resultirt, dass die Steigerung der Sandfestigkeit der Portlandcemente durch Zusätze wirksamer, wasseraufnehmender Körper, wie ZN XV, nicht durch Erzielung stabiler Lagerung der kleinsten Theilchen im Sinne des Aetzkalkzuschlags im Loriot'schen Mörtel, sondern lediglich auf einen chemischen Vorgang zurückzuführen sei.

4) *Die Thatsache, dass ein und dieselbe Hochofenschlacke (ZN VIII, IX) bei angenähert gleichem Grade der Zerkleinerung zu Kalkhydrat und daher zum Portlandcementmörtel sich in granulirtem und ungranulirtem Zustande völlig verschieden verhält,* weist darauf, dass hier lediglich ein chemischer Vorgang vorliegt, an welchem, unseren neueren Untersuchungen gemäss, sowol Thonerde als Kieselsäure activen Anteil nehmen.

5) *Die Thatsache, dass Silicate (ZN IV und ZN V) mit erheblicher Menge verbindungsähiger Kieselsäure bei angenähert gleicher chemischer Zusammensetzung und sonst völlig gleicher Behandlung auf die Plasticität des Mörtels und seine Festigkeitsverhältnisse so verschiedenartig einwirken, scheint dafür zu sprechen, dass in schwedender Frage der physicalische Zustand*

#### Portlandcement Zurlinden

Mischung	Zugfestigkeit nach 28 Tage Wassererhärtung			Druckfestigkeit n. 28 Tagen Wassererhärtung		
	Lufterh.		Lufterh.		Lufterh.	
	100 C. Normalmörtel 1:3 50 Kalk : 500 S. Original	Staubfn.	100 C. Normalmörtel 1:3 50 Kalk : 500 S. Original	Staubfn.	100 C. Normalmörtel 1:3 50 Kalk : 500 S. Original	Staubfn.
100 C: 0,0 ZN	21,2 (2,20)	—	9,4 (2,21)	28,1 (2,09)	135,6 (2,24)	68,7 (2,22)
85 C: 15 ZN V	21,4 (2,20)	25,2 (2,21)	—	—	120,4 (2,24)	146,2 (2,23)
85 C: 15 ZN VI	21,8 (2,21)	24,2 (2,21)	—	—	111,7 (2,23)	117,8 (2,23)
85 C: 15 ZN VII	18,4 (2,20)	22,1 (2,22)	—	—	106,8 (2,24)	119,9 (2,23)
85 C: 15 ZN VIII	20,6 (2,21)	20,0 (2,22)	—	—	120,5 (2,26)	130,6 (2,23)
85 C: 15 ZN IX	24,9 (2,20)	25,7 (2,21)	10,8 (2,19)	26,3 (2,18)	144,0 (2,23)	150,0 (2,25)
85 C: 15 ZN X	17,1 (2,21)	19,7 (2,24)	—	—	118,4 (2,26)	101,7 (2,23)
85 C: 15 ZN XI	16,7 (2,22)	14,3 (2,23)	—	—	110,3 (2,25)	114,5 (2,27)
85 C: 15 ZN XII	—	20,75 (2,22)	—	—	—	110,7 (2,25)
85 C: 15 ZN XIII	—	19,7 (2,16)	—	—	—	132,7 (2,25)
85 C: 15 ZN XIV	—	27,8 (2,20)	—	—	—	147,1 (2,25)
85 G: 15 ZN XV	—	40,5 (2,22)	21,1 (2,19)	32,6 (2,15)	—	221,4 (2,24)
85 C: 15 ZN XVI	20,1 (2,20)	—	—	—	—	127,7 (2,23)

der Thonerde resp. der Kieselsäure eine wesentliche Rolle spielt.

6) *Die Resultate der Festigkeitsproben mit reinen und mit ZN IX und ZN XV gemischten Portlandcementen bei Luft- und Wassererhärtung mit und ohne Kalkzusatz beweisen, dass die R. Dyckerhoff'sche Behauptung (Seite 76 des Protocols vom Jahre 1885), wonach „diese Festigkeitssteigerung nicht unter allen Umständen eintritt, . . . dass Mischungen, welche bei Wassererhärtung eine beträchtliche Festigkeitssteigerung ergeben, ein wesentlich geringeres Resultat, als der unvermischte Cement liefern, wenn die betreffenden Proben nur zwei Wochen unter Wasser und dann zwei Wochen an der Luft erhärteten“ — in ihrer Allgemeinheit nicht aufrecht zu erhalten ist.*

Mit vorstehender Mittheilung schliessen wir unsere Veröffentlichungen in Sachen der Verbesserung normaler Portlandcemente durch nachträgliche Zusätze. In sämtlichen

Arbeiten sind die Portlandcemente als hydraulische *Mörtelbildner* aufgefasst und behandelt und haben wir bisanhin keine Veranlassung gefunden, zur Kennzeichnung und Werthschätzung dieser hydraulischen Bindemittel Rücksicht auf Widerstand gegen Abnützung und Verhalten bei hoher Temperatur (?) u. s. w. zunehmen! Näheres über Ergebnisse einiger Frostproben mit reinen und gemischten Cementen, Verhalten in  $CO_2$ -Strom etc. findet sich im 4. Hefte der offiziellen Mittheilungen der eidg. Festigkeitsanstalt. Hier sei nur noch gestattet folgende Bemerkung zu machen;

Zur Verbesserung normaler Portlandcemente als *Mörtelbildner*, liegt derzeit keine directe Veranlassung vor. Bezüglich rationeller Verwendung und Ausnutzung der technisch wichtigen Eigenschaften, insbesondere der Festigkeitsverhältnisse der modernen Bindemittel, hat das Bau gewerbe mit der Entwicklung und den Fortschritten der einschlägigen Industrien keineswegs gleichen Schritt gehalten. Solange aber das Baugewerbe die jetzt schon gebotenen Festigkeitsverhältnisse der hydraulischen Bindemittel direct oder in Form verlängerter Mörtel auszunützen nicht vermag, bleibt auch der Werth einer thatsächlichen Verbesserung solange bedeutungslos, als diese nicht auch gleichzeitig eine Preisermässigung dieser Bindemittel nach sich zieht. Daher darf man wol behaupten, dass die Zukunft der Mörtel-Technik nicht der Verbesserung der jetzt schon unausnützbaren Mörtelbildner, sondern der fabrikgemässen Herstellung zuverlässiger, ausreichend fester, adhäsionsreicher und entsprechend wohlfeiler Bindemittel angehöre.

### Miscellanea.

**Bezüglich der Verwendung von reinem Cementmörtel bei Hochbauten** hat der preussische Minister der öffentlichen Arbeiten folgenden Circular-Erlass an sämtliche Regierungs-Präsidenten, Regierungen, sowie an die Ministerial-Baucommission und an das Polizeipräsidium gerichtet: „Neuerdings gemachte Erfahrungen lassen es nothwendig erscheinen, bei der Verwendung von Cement, besonders zum Versetzen von Haustenen bei Hochbauten, mit grösserer Vorsicht wie bisher zu verfahren. Um den schädlichen Wirkungen einer nachträglichen Volumen-Veränderung des Cements thunlichst vorzubeugen, erscheint es räthlich, von der Verwendung reinen Cementmörtels zu dem gedachten Zweck der Regel nach abzusehen, umso mehr, als eine vorherige Untersuchung der betreffenden Cementarten in der gedachten Beziehung nicht immer völlige Sicherheit gewährt, insbesondere der Fall eintreten kann, dass das wirklich zur Ablieferung kommende Material mit den Proben nicht durchweg übereinstimmt, es auch meist unthunlich ist, die Prüfung des Cements während der Bauausführung oft genug zu wiederholen. Dazu kommt, dass es zum Versetzen von Haustenen reinen Cementmörtels nicht bedarf und die grosse Festigkeit desselben zum Verbinden der bei Hochbauten in Frage kommenden Stein-Materialien, welche häufig eine geringere Festigkeit als jener Mörtel besitzen, an sich nicht erforderlich ist.

Indem ich hiernach eine Einschränkung des Verbrauchs von reinem Cementmörtel bei Hochbauten zur Pflicht mache, bestimme ich gleichzeitig, dass zum Versetzen von Haustenen neben gewöhnlichem Luftmörtel entweder sogenannter verlängerter Cementmörtel, d. h. ein Kalkmörtel mit entsprechendem Cementzusatz oder ein Kalkmörtel, welcher durch Beimengung einer geeigneten und völlig bewährten Trassart eine grössere Festigkeit erhält, oder endlich ein Mörtel aus Wasserkalk von durchaus erprobter Güte zur Anwendung gelangen.

Im Uebrigen sind die angebotenen Cemente nach den bestehenden Bestimmungen wie bisher auf das sorgfältigste zu prüfen, auch sind in den abzuschliessenden Verträgen ausreichende Garantiezeiten auszubringen. Letztere werden mindestens auf drei Jahre festzusetzen sein.“

Hiezu bemerkt die „Deutsche Bauzeitung“ was folgt: „Wahrscheinlich ist die Annahme zutreffend, dass der Erlass eine Folge besonders der üblichen Erfahrungen ist, welche beim Bau eines grossen Justizgebäudes in Kassel gemacht worden sind, und welche längst in die Öffentlichkeit gedrungen sind. Wie dem auch sei, der Erlass beweist mindestens zweierlei: Einmal, dass entgegen irgend welcher Notwendigkeit und in Missachtung sogar von vieljährig bekannten Erfahrungen zum Versetzen von Werksteinen bisher Cementmörtel ohne Sandzusatz

vielfach verwendet wird und sodann, dass die bisherigen Prüfungsverfahren für Cement auch für die gewöhnliche Baupraxis unzulänglich sind, wie sie es für fernere wissenschaftliche Bestimmungen längst schon waren. Aufgabe der Vertreter der Cement-Industrie wird es sein, hier die vorbereitete Abhilfe rasch zu schaffen, weil uns das Auskunftsmitteil der Forderung einer dreijährigen Garantiezeit als ein nach mehreren Richungen hin sehr unerwünschtes erscheint. Es spricht geradezu all den umfassenden und schwierigen Untersuchungen des Cements, die in den letzten 10 Jahren gemacht worden sind, Hohn, jetzt genötigt zu sein, zu dem Sicherungsmittel der Einführung einer langen Garantiezeit zu greifen. Im übrigen ist jedoch anzuerkennen, dass durch die Einführung des Misch-Verfahrens, welches von der Staatsverwaltung bisher wenigstens indirect begünstigt worden ist, die Verhältnisse schwieriger als früher geworden sind. Was gegenwärtig auf den Markt kommt, ist nur zum Theil dasjenige, was früher unter dem Marke Portlandcement an den Markt gebracht ward; leider aber hat die Wissenschaft bisher kein brauchbares Mittel aufzufinden gewusst, um die Zumischungen sofort mit Sicherheit zu entdecken.“

**Ueber die erste New-Yorker Strassen-Kabelbahn** schreibt der „Techniker“ was folgt: Vor zwölf Jahren wurde in San Francisco die erste Strassen-Kabelbahn eröffnet\*, auf einer Strecke, die mehrere Steigungen enthielt, welche von Pferden nur mit grosser Schwierigkeit befahren werden konnten. Damals wurde das Project vielfach als abenteuerlich und unpractisch bezeichnet. Heute gilt es als eine anerkannt werthvolle Erfindung, nach deren Muster nicht allein in San Francisco, sondern auch in anderen Städten ähnliche Anlagen gemacht wurden. Auch New-York hat jetzt eine Strassen-Kabelbahn, welche, obgleich in einem abgelegenen District ausgeführt, nämlich in der zehnten Avenue zwischen der 125. und 186. Strasse, doch als ein Vorläufer anderer derartiger Bahnen in der Metropole zu betrachten ist. Es scheint ein eigenes Verhängniß über den meisten dieser Anlagen zu schweben, nämlich dass dieselben Anfangs nie recht arbeiten wollen und die Unzufriedenheit des Publicums wachrufen, bis das Personal schliesslich mit den Schwächen derselben vollkommen vertraut geworden ist. Mehrfach waren auch constructive Fehler an den Misserfolgen schuld, welche die Ingenieure von Rechtswegen vorher hätten erkennen müssen. Das war zum Beispiel bei der Bahn in Philadelphia der Fall, dessen Kabelcanal im Strassenplaster so ungeschickt construit war, dass der offene Schlitz, durch welchen der Greifer von dem Wagen nach dem Seil herabreichen soll, schon nach kurzer Zeit durch seitlichen Druck so weit zgedrückt war, dass sich die Greifer darin festklemmten. Auch die Kabelbahn über die New-York-Brooklyn-Hängebrücke, bei welcher jedoch das Kabel offen läuft, hat zuerst durch viele Misserfolge den Unwillen des Publicums herausgefordert und wird auch jetzt wegen der ungeschickten Anlage der Endstationen vielfach getadelt, doch hat dieselbe sich nun als die denkbar beste Einrichtung für den gegebenen Fall erwiesen. In Hoboken, N. J., einer Vorstadt New-Yorks auf dem westlichen Ufer des Hudson-Flusses, wird zur Zeit eine Kabel-Hochbahn gebaut, welche manches Interessante bietet, da sie nächst einer kürzlich vollendeten ähnlichen Anlage in Kansas City die erste ihrer Art ist. Die Bahn geht eine Meile lang zum Theil über Sümpfe und soll den Verkehr von der New-Yorker Fähre nach dem über einhundert Fuss hohen Plateau vermitteln, auf welchem die Stadt Jersey City Heights liegt. — Die New-Yorker Kabelbahn in der zehnten Avenue ist etwas über drei Meilen lang, dabei schnurgerade und enthält einige bedeutende Steigungen. In der unterirdischen aufgeschlitzten Röhre liegen zwei Kabel, von denen das zweite jedoch nur in Betrieb genommen werden soll, wenn das erste durch einen Unfall unbrauchbar werden sollte. Die Kabel haben einen Durchmesser von 32 mm, sind 10 100 m lang und wiegen 46 t. Das geräumige Maschinenhaus an der 128. Strasse enthält zwei grosse Dampfmachinen von Wm. Wright in Newburgh von je 350 Pferdekräften, von denen jedoch nur eine zum gewöhnlichen Betriebe nötig ist, während die andere in Reserve gehalten wird. Ferner sind noch ein Paar Hülfsdampfmaschinen von je 75 Pferdekräften da. Die Fahrgeschwindigkeit ist ziemlich bedeutend und beträgt 40 Minuten für den Hin- und Herweg. Das Maschinenhaus wird Nachts mit Edison's Glühlampen von 10—16 Kerzenstärken beleuchtet, welche nach der Aussage des Contractors für jede Pferdekraft der Betriebsmaschine eine Leuchtkraft von 100 Kerzenstärken entwickeln. — Es ist kaum zu bezweifeln, dass dieser ersten Kabelbahn in New-York bald andere folgen werden.

**Amerikanische Eisenbahnen.** Nach „Poor's Manual“ betrug die

\*) „Schweiz. Bauzeitung“ Bd. I, Nr. 3.