

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 23/24 (1894)
Heft: 22

Artikel: Ueber Mauer- und Cementarbeiten bei niedrigen Temperaturen
Autor: Tetmajer, L.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-18745>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.01.2025

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

INHALT: Ueber Mauer- und Cementarbeiten bei niedrigen Temperaturen. III. (Schluss.) — Das Deutsche Reichstagshaus zu Berlin. II. — Vereinsnachrichten: Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Verein,

Mitteilung an die Sektionen. St. Gallischer Ingenieur- und Architekten-Verein.

Hierzu eine Tafel: Das Deutsche Reichstagshaus zu Berlin.

Ueber Mauer- und Cementarbeiten bei niedrigen Temperaturen.

Von Prof. L. Tetmajer in Zürich.

III. (Schluss.)

Weiss- oder Luftkalk.

Der verwendete Weisskalk war aus $\frac{1}{2}$ Seebacher, $\frac{1}{2}$ Dielsdorfer Kalksteinen gebrannt, hierauf gelöscht und eingesumpft. Der Weisskalkmörtel (2 : 3 in Vol.-T.) ist den Festigkeitsproben nicht unterworfen worden. Die Frostproben hat derselbe nicht bestanden; sämtliche Probekörper sind beim Auftauen zerfallen.

Zur Mörtel- und Betonbereitung diente ungewaschener Seesand mit 1,45 kg, rundlichem Seekies mit 2,20 kg Litergewicht. Ersterer war gefroren und musste vor der Verwendung zerstampft werden; der Seekies (in Korngrösse bis zu etwa Hühnereigrösse) war stellenweise zusammengeballt, mit Schneebröckchen untermischt, die während der Betonherstellung ausgeschieden wurden. Der verwendete Bruchstein war ein ganz schwach absaugender Sandstein; die blass-rosafarbigen Backsteine von Zürich waren frisch und ziemlich stark wasserabsaugend; sie wurden ungenetzt vermauert.

Das Anmachwasser war durchschnittlich auf 20° C. erwärmt; die Menge desselben schwankte mit dem Bindemittel und der Mörtelart. Bei der Betonbereitung wurde die Wassermenge derart gewählt, dass der Beton stampfgerecht erschien, beim Einstampfen plastisch wurde und eine geringe Wasserabsonderung ergab. Der zur Vermauerung der Bruchsteine und Backsteine benützte Cement und hydraul. Kalkmörtel war ziemlich steif, doch immerhin noch wurfgerecht. Für das Backsteinmauerwerk war die Mörtelkonsistenz etwas flüssiger gewählt, als für das Bruchsteinmauerwerk. Die Mörtel- und Betonzusammensetzung war folgendermassen gewählt:

Weisskalkmörtel: 2 Vol. Kalkteig auf 3 Vol. Seesand; Wassermenge ist nicht bestimmt.

Hydraul. Kalkmörtel: 1 Vol. hydraul. Kalk auf 3 Vol. Seesand; Wassermenge etwa 19,0 %.

Schlackencementmörtel: 1 Vol. Cement auf 3 Vol. Seesand; Wassermenge etwa 18,0 %.

Portland-Cementmörtel: 1 Vol. Cement auf 3 Vol. Seesand; Wassermenge etwa 15,0 %.

Der Beton erhielt: 1 Vol. Bindemittel auf 2 Vol. Seesand; 4 Vol. runder Flusschotter (Seekies).

Die Menge Anmachwasser betrug im Portland-Cementbeton: etwa 10%, im Schlacken-Cementbeton: etwa 11%, im hydraul. Kalkbeton: etwa 12% vom Gewichte der trockenen Mörtelsubstanz. Erstellt wurden im ganzen 17 Probekörper mit zusammen 37,1 m Frontlänge und 17,82 m³ Inhalt, und zwar erhielten die Probekörper in

Beton:	2,20 m	Länge;	1,50 m	Höhe;	0,30 m	Dicke;
Bruchsteinmauerwerk:	2,20 m	"	1,50 m	"	0,40 m	"
Backsteinmauerwerk:	2,15 m	"	1,50 m	"	0,25 m	"

Sämtliche Objekte standen frei, isoliert; sie ruhten auf einer 20 cm starken, mit etwa 4 cm dicken Brettern bedeckten Sandschüttung. Brettoberkante fiel auf Bodenhöhe.

Während der Ausführung des Mauerwerks wurde konstatiert, dass der frische Mörtel in der Regel schon nach $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde nach dem Auftragen erstarrt war. Der aus den Fugen herausgequollene Mörtel war durchwegs

gefroren. Wie tiefgehend die Frostwirkung reichte, konnte nicht ermittelt werden. Die sämtlichen Betonkörper blieben von einem Tag zum andern in der Verschalung. Nach der Ausschalung erschien der Beton ziemlich fest; stellenweise mit starker Eiskruste überzogen (gefrorenes, ausgestossenes Anmachwasser).

Etwa 24 Stunden nach Fertigstellung eines Mauerkörpers, bezw. nach Ausschalung der Betonblöcke wurde die der Wetterseite zugekehrte Langseite, sowie je eine der Schmalseiten mit dem, dem Probekörper entsprechenden Mörtel verputzt (Dicke des Bestichs: 1,5 cm). Auch erhielten die meisten Probekörper aus dem erübrigten Mörtel eine allseitig abgeschrägte, ziemlich dünn auslaufende Abdeckung. Diese Abdeckungen wurden Fall für Fall unmittelbar nach Vollendung eines Probekörpers erstellt.

Der erste Winter war reich an Abwechslung. Die scharfe Kälte dauerte bis zum 23. Januar. Inzwischen fiel Schnee, welcher in der Zeit vom 24. Januar bis 2. Februar zufolge Eintritts von Tauwetter grösstenteils weggeschmolzen ist und die Probekörper ziemlich stark durchnetzte. Am 2. Februar fand die erste Untersuchung der Probekörper statt, welche ergab, dass sämtliche Probekörper einschliesslich dem Verputze scheinbar unbeschädigt geblieben sind. Im späteren Verlaufe des Winters wechselte Frost, Schneefall mit Tauwetter und Regen, wodurch einzelne Probekörper deutliche Frostschäden erlitten. Anlässlich der zweiten Inspektion (18. Mai 1891) wurde festgestellt, dass der Verputz und die obere Abdeckung der Probekörper, erstellt in nicht absaugenden Steinen und Weisskalk, abgefallen war, während der hydraul. Kalk haften blieb, doch teilweise hohl klang und ziemlich stark beschädigt erschien. Der Bewurf in Cement war durchwegs gut erhalten; dagegen zeigten die Abdeckungen in ungesalzenem Mörtel an den auslaufenden Kanten Abblätterungen und Risse. Der Beton aus ungesalzenen Cementen war entschieden weniger fest, als der gesalzene; der Beton aus hydraul. Kalk hat oberflächlich gelitten; die Aussenflächen und die Kanten des Probekörpers waren von geringer Kohäsion und begannen rau und stumpf zu werden. Das Bruchsteinmauerwerk war bis auf die in Weisskalk gemauerten Körper intakt. Bei letzterem erschien der Mörtel locker und zeigte tiefgreifende Frostschäden. Besser war das Backsteingemäuer in Weisskalk erhalten; allein die Mörtelbänder erwiesen sich bei näherer Untersuchung von lockerer Beschaffenheit; der Mörtel selbst fast ohne Festigkeit, sandig, leicht zerreiblich. Aehnlich, doch wesentlich fester war der Mörtel in hydraul. Kalk-Bruchsteinmauerwerk; soweit der Fugenmörtel von aussen beurteilt werden konnte, hat derselbe durch Frost gelitten. Wesentlich besser erhalten und fester erwies sich der hydraul. Kalkmörtel im Backsteingemäuer; eigentliche Frostschäden konnten überhaupt nicht nachgewiesen werden.

Im Laufe der Zeit sind die Probekörper wiederholt besucht und ihr Zustand untersucht worden. Es würde zu weit führen, die einzelnen Erhebungen und Wahrnehmungen hier anzuführen. Erwähnt sei indessen, dass im Juli 1891 eine Ecke des in Weisskalkmörtel erstellten Bruchsteinmauerwerks sich abgelöst hatte und dass der Beton in hydraul. Kalk durch Materialverlust begann, seine ursprüngliche Form allmählich zu verlieren. Die endgültige Aufnahme des Zustands der Probekörper am Krautgartenareale der Stadt Zürich erfolgte am 17. April 1893, der teilweise Abbruch derselben im Beisein der Teilnehmer der Generalversammlung des Vereins schweiz. Gips-, Kalk- und Cementfabrikanten am 19. April g. J. Folgende tabellarische Gegenüberstellung enthält eine Uebersicht über den schliesslichen Befund des Zustands der Versuchsobjekte:

Beschaffenheit der Versuchsobjekte

in

Portland-Cement.

Beton.

Ungesalzen.

Etwa 20 cm über dem Boden oberflächlich verfroren; im übrigen vollkommen intakt, fest, tadellos.

Gesalzen.

Ueberhaupt tadellos; die Festigkeit und Widerstand gegen Angriffe des Spitzseisens ähnlich wie beim ungesalzenen.

Bruchsteinmauerwerk.

Vollkommen intakt, ohne Frostschäden.

Vollkommen intakt, ohne Frostschäden; die Mörtelbeschaffenheit und Festigkeit wie beim ungesalzenen.

Backsteinmauerwerk.

Vollkommen intakt, ohne Frostschäden; die Adhäsion des Mörtels an die Steine so gross, dass beim Abbruch der obersten Schichten die Steine brechen.

Genau gleich wie beim ungesalzenen.

Abdeckung.

Am Beton- und Bruchsteinmauerwerk.

Liegt stellenweise hohl; auslaufende Ränder stellenweise beschädigt; Oberfläche lokal abgeblättert; Haften im allgemeinen befriedigend.

Fast gar keine Frostschäden; keine Abschieferungen; besseres Haften weniger häufig hohl liegend.

Am Backsteinmauerwerk.

Keine Beschädigung; keine Abschieferung; stellenweise hohl, doch wesentlich weniger häufig als zuvor.

Ein Unterschied gegenüber der Abdeckung mit ungesalzenem P.-C. war nicht zu konstatieren.

Verputz.

Am Beton- und Bruchsteinmauerwerk.

Hart über dem Boden am Beton abgeblättert; die haftend gebliebene Schicht tadellos; ganzer Putz bis auf einige Nester vollkommen intakt, gut haftend, fest.

Ueberhaupt keine Frostschäden; selbst am Bruchstein besseres Haften; hohle Stellen nur längs einer oberen Kante vorhanden.

Am Bruchstein vorwiegend hohl; stellenweise abgeblättert; Kante abgefroren.

Auch am Beton ist der Verputz tadellos.

Am Backsteinmauerwerk.

Keine Frostschäden; vereinzelt hohle Stellen; Haften gut.

Keine Frostschäden; fast vollkommen frei von hohlen Stellen; Haften gut. Im ganzen scheint der Verputz besser als beim ungesalzenen P.-C. Verputz.

Schlacken-Cement.

Beton.

Ungesalzen.

Krone, unabgedeckter Teil, auf etwa 2,5 cm Tiefe weniger fest als der übrige Körper. Keine Frostablösungen; sonst alles intakt, fest; Festigkeit fast so gross als diejenige des P.-Cementes.

Gesalzen.

Ueberhaupt keine Beschädigungen Festigkeit durchwegs eher besser als beim ungesalzenen Schl.-C.-Beton.

Bruchsteinmauerwerk.

Vollkommen intakt; keine Frostschäden; Mörtel schwächer als beim Portland-Cement; gut haftend.

Vollkommen intakt; keine Frostschäden; Mörtel eher etwas fester beim ungesalzenen Schl.-C.

Backsteinmauerwerk.

Vollkommen intakt; keine Frostschäden; Mörtel fester als zuvor. Beim Abbruch brechen selbst einzelne Steine der obersten Schichten.

Genau wie vorher; ein wesentlicher Unterschied ist nicht konstatiert.

Abdeckung.

Beim Beton- und Bruchsteinmauerwerk.

Oberflächlich durchwegs leicht abgeschiefert; Tiefe der Abschieferung verschieden, bis auf 3 cm; auslaufende Ränder gänzlich verfroren; mürbe, weich; Haften wechselnd gut.

Wesentlich besser erhalten; auf einer Schmalseite sind die auslaufenden Ränder zerstört. Lamellare Ablösungen weniger zahlreich; nur ganz oberflächlich. Abdeckung liegt stellenweise hohl.

Beim Backsteinmauerwerk.

Keine Abblätterungen; besseres Haften; stellenweise hohl; auslaufende Ränder intakt; meist gut haftend; Festigkeit des Mörtels normal.

Alles wie vorher; ein wesentlicher Unterschied ist nicht konstatiert.

Verputz.

Am Beton.

Oberste Schicht auf etwa 3 mm Tiefe abgefroren, teilweise abgefallen. Der haftende Rest rau, ziemlich fest; gut haftend.

Putz fast vollkommen intakt; eine Kante teilweise hohl und abgelöst. Auf der Breitseite hart über dem Boden hohl. Mörtel gut haftend und fest.

Am Bruchsteinmauerwerk.

Oberste Lage bis auf etwa 5 mm abgefroren; teilweise abgefallen; meist lose haftend; vorwiegend hohl. Mörtelfestigkeit gering.

Selbst über Boden gut; keine Abblätterungen; stellenweise hohl. Mörtelfestigkeit normal; steht dem Portland nach.

Am Backsteinmauerwerk.

Stellenweise hohl; Kanten schadhaf; haften bis auf die Kanten, gut. Putz schwindrissig; angemessen fest.

Entschieden besser als beim ungesalzenen Schl.-Cement. Keine Frostschäden; Haften gut; Ecken tadellos. Schwindrissigkeit eher geringer als beim ungesalzenen Schl.-C.

Hydraulischer Kalk.

Ungesalzen.

Beton.

Schon nach dem ersten Winter beschädigt; die Frostschäden nehmen von Jahr zu Jahr zu. Kern des Körpers ziemlich hart und fest. Oberfläche abgefroren; der Probekörper verlor seine ursprüngliche Form.

Bruchsteinmauerwerk.

Der Fugenmörtel bis auf etwa 8 cm Tiefe frostbeschädigt; ziemlich mürbe, zerreiblich. Im Kern des Körpers ziemlich fest; Haftung stellenweise sehr mangelhaft.

Backsteinmauerwerk.

Der Fugenmörtel überraschend gut; keine Frostbeschädigungen konstatiert.

Abdeckung.

Gänzlich abgefroren und teils durch Abblättering, teils in zusammenhängenden Fladen, sowohl vom Bruchsteinmauerwerk als vom Backsteinmauerwerk, abgelöst. Intakte, anhaftende Stücke sind nicht vorhanden.

Verputz.

Am Beton- und Bruchsteinmauerwerk.

Der Hauptsache nach abgefroren und abgefallen; am Backsteinmauerwerk hart über dem Boden bis auf etwa 30 cm Höhe ganz abgefallen; Rest stellenweise abgeblättert; ebenso sind die Kanten stellenweise intakt, stellenweise abgefallen. Der abgeschieferte Mörtel ist ähnlich den von der Backsteinmauerabdeckung herrührenden Fladen angemessen fest und hart.

Weisskalk.

Ungesalzen.

Bruchsteinmauerwerk.

Der Versuchskörper ist teilweise zusammengebrochen; der Fugenmörtel ist durchwegs locker, leicht zerreiblich, trocken. Im oberen Teil des Probekörpers sind stellenweise Auswaschungen der Fugenmörtel vorgekommen. Der Mörtel ist im unteren Teil besser, jedoch ohne ausreichende Härte und Festigkeit.

Backsteinmauerwerk.

Der Fugenmörtel ist sandig, leicht zerreiblich, ohne Kohäsion; Haften schlecht.

Abdeckung.

Gänzlich verfroren, abgelöst und kohäsionslos.

Verputz.

Gänzlich abgefallen und zwar sowohl am Bruchstein- als am Backsteinmauerwerk.

Bemerkung. Sämtliche Probekörper, welche mit gesalzenen Bindemitteln ausgeführt wurden, zeigen an der der Wetterseite ausgesetzten Breitseite etwelche Salzausschwitzungen. Die grössten Beschläge zeigen die Backsteine. Von der Hygroscopicität des Kochsalzes herrührende, feuchte Stellen konnten weder am Backstein- noch am Bruchsteinmauerwerk oder am Beton entdeckt werden.

Sämtliche in Würfelform gebrachte Mörtelproben sind offenbar zufolge des Wasserreichtums, der beim Vermauern der Steine benützten Mörtelsorten und der nicht absaugenden Wirkung der eisernen Formen, in welchen diese Mörtelproben erstarrten, durch Frostwirkung bei Lagerung im Freien zerstört worden.

3. Uebersicht über die gewonnenen Resultate.

Bévor wir die Ergebnisse der Frostproben mit den am Areale der Stadt Zürich erstellten Probekörpern zusammenstellen, wird es nützlich sein, in Erinnerung zu bringen, dass der Salzgehalt der gesalzenen Bindemittel zu 2% von deren Gewicht gewählt war. Da nun die Volumengewichte der Bindemittel verschieden sind, anderseits die Menge Anmachwasser, also das Lösungswasser des Salzes von einem Mörtel zum andern schwankte, da ferner für 1% Kochsalz die Erniedrigung des Gefrierpunktes des Lösungswassers 0,6° Cel. beträgt, so ist klar, dass der Gefrierpunkt des Anmachwassers, somit die Erstarrungstemperatur der unterschiedlichen Mörtel auch verschieden lag. An Hand der vorstehend angegebenen Zahlenwerte lässt sich der Gefrierpunkt der bei der Betonierung und dem unterschiedlichen Mauerwerk verwendeten Mörtelsorten ohne weiteres ermitteln. Die bezügliche Rechnung ergab für den

	Portland-Cement		Schlacken-Cement		hydraul. Kalk	
Mörtel-mischung in Volumen-T.:	1 : 2	1 : 3	1 : 2	1 : 3	1 : 2	1 : 3
Menge des Anmachwassers:	10%	15%	11%	18%	12%	19%
Salzgehalt, bezogen a. d. Anmachwasser:	6,4%	3,2%	4,9%	2,2%	—	—
Erniedrigung des Gefrierpunktes:	-3,8°C.	-1,9°C.	-2,9°C.	-1,3°C.	—	—

Hieraus geht zunächst hervor, dass der gewählte Salzzuschlag zur Erniedrigung des Gefrierpunktes des Wassers unter die Temperatur, die während der Erstellung unserer Versuchsobjekte herrschte (-7 bis 11,5 bei Tag), nicht erreichte, eine Thatsache, die übrigens die direkte Beobachtung vollauf bestätigt. Dessenungeachtet war der Salzzuschlag von unverkennbarer Wirkung, die ohne Zweifel gesteigert worden wäre, wenn die Salzmenge der Lufttemperatur vollkommener angepasst worden wäre.

Versuche bestätigen, dass bezüglich der Frostbeständigkeit dem Portland-Cement die erste Stelle gebührt. Dem Portland-Cement zunächst steht der Schlacken-Cement von Choindez; dieser dürfte etwa als dem, im Verhältnisse 1 : 0,25 mit pulverförmigem Kalkhydrat verlängerten Portland-Cementen gleichwertig anzusehen sein. Der hydraulische Kalk ist im allgemeinen nicht frostbeständig und zu Maurerarbeiten bei niedrigen Temperaturen nur bedingungsweise verwendbar. Der Weisskalk steht in Hinsicht auf Frostbeständigkeit auf der tiefsten Stufe; derselbe ist bei Frostwetter zu Maurerarbeiten im Freien nicht geeignet. Bei mildem Frostwetter kann der Weisskalk unter Zuhaltung des in Norwegen gebräuchlichen Verfahrens schadlos verwendet werden.

Aus unseren Versuchen geht endlich das bautechnische wichtige Resultat hervor, dass in der Frage der Erstellung von Mauerwerk bei niedrigen Temperaturen die absaugende Wirkung des Steinmaterials von ausschlaggebender Bedeutung ist! Allerdings bezieht sich diese Beobachtung zunächst nur auf die hydraulischen Bindemittel, indem der Weisskalk bei scharf absaugender Wirkung der Steine auch ohne Frosteinwirkungen zu sandigen, leicht zerreiblichen, oft kohäsionslosen Mörtelbändern führt.

Endlich sprechen unsere Versuche dafür, dass unter sonst gleichen Verhältnissen ein Bindemittel desto frostbeständiger ist, je kleiner die Menge des Anmachwassers gewählt wird; selbst normale Portland-Cement-Mörtel gehen zu Grunde, wenn sie in flüssiger Breikonsistenz angemacht direkt dem Froste ausgesetzt werden.

4. Der mörteltechnische Wert der Zuschläge zur Erniedrigung des Gefrierpunktes des Wassers und zur Beschleunigung des Erhärtungsprozesses hydraulischer Bindemittel.

Solange das Anmachwasser eines hydraulischen Bindemittels in flüssigem Zustande sich befindet, geht der Erhärtungsprozess bei niedrigen Temperaturen, obschon wie

bei Schlacken- und Portland-Cementen (vgl. Seite 274 bis 291 des 6. Heftes der offiziellen Mitteilungen) stark verzögert, dennoch stetig vor sich. Die Kohäsionsverhältnisse der bei Temperaturen unter Null erhärtenden Mörtel sind nicht erforscht. Verschiedene Beobachtungen schienen indessen dafür zu sprechen, dass beim Uebergange des Porenwassers in feste Aggregatform, sofern nicht wassersatte Mörtel vorliegen, die notwendigerweise eine Lockerung des Zusammenhanges erfahren müssten, der Erhärtungsprozess aufgehoben wird, um später bei Eintritt höherer Temperaturen reaktiviert zu werden. Folgendes Beispiel bestätigt diese Ansicht. Beim Baue des neuen physikalischen Institutes des schweiz. Polytechnikums wurde die in Schlackencementbeton ausgeführte Untermauerung des nördlichen Treppenaufgangs durch den Eintritt des Frostwetters überrascht. Im Auftrage und in Anwesenheit des bauleitenden Architekten, des Hrn. Prof. G. Lasius, überbrachte uns der Bauführer, Herr Architekt Münch, ein Stück des fraglichen Betons, welcher sich durch eine auffallend geringe Kohärenz auszeichnete. Ein grösseres Teilstück des Betonblockes wurde in ein Wasserbad versenkt, in welchem dasselbe allmählich völlig normale Festigkeiten annahm. Der Beton der Treppenuntermauerung hat im Frühjahr beim Eintritt milder Witterung ebenfalls eine befriedigende Beschaffenheit angenommen, infolge dessen der vorgesehene Abbruch dieser Ausführung unterblieb.

Dass durch im Wasser lösliche Salze sowohl der Gefrierpunkt des Wassers erniedrigt als auch der Erhärtungsprozess des Bindemittels beschleunigt werden kann, ist bekannt. Allein unter den vielen in dieser Hinsicht untersuchten Salzen giebt es relativ nur wenige, die mörteltechnisch wertvoll sind. Einzelne dieser Salze haben als chemische Präparate lediglich akademische Bedeutung, andere besitzen Eigenschaften, die ihre Anwendung zu Bauzwecken von vornherein ausschliessen, wie z. B. das Chlorcalcium, Chlor-magnesium u. a. m.

Als Stoffe, die den Gefrierpunkt des Wassers wirksam erniedrigen, wären anzuführen: das Kochsalz, der Alkohol, das Glycerin. Von untergeordneter Bedeutung ist die Soda und das Kali-Alaun. Die erstere giebt nach Prof. Dr. Pernet's Ermittlungen bei -2,2° C. mit 8% eine gesättigte Lösung. Bei 0° C. gesättigte Alaunlösungen erniedrigen den Gefrierpunkt des Wassers bloss um 0,15° C.; es ist daher mittelst Soda und Alaun eine Erniedrigung der Gefriertemperatur unter bezw. -2,2 und -0,15° C. nicht zu erreichen.

Tabelle der Erniedrigung des Gefrierpunktes des Wassers.

Erniedrigung um ° C.	nach:	Alkohol	Glycerin	Kochsalz	Soda	Alaun
		Raoult	Pernet	Rüdorf	Pernet	Pernet
1	fordert an:	2,7%	5,0%	1,7%	3,2%	Erniedrigt bloss um -0,15° C.
2		5,5 "	10,5 "	3,3 "	6,7 "	
3		8,0 "	16,0 "	5,0 "	—	
4		10,6 "	21,5 "	6,7 "	—	
5		13,0 "	27,0 "	8,4 "	—	
6		15,3 "	32,0 "	10,0 "	—	
7		17,8 "	37,5 "	11,7 "	—	
8		19,8 "	42,5 "	13,4 "	—	
9		21,9 "	48,0 "	15,0 "	—	
10		23,6 "	52,5 "	16,7 "	—	
12		27,6 "	62,0 "	20,0 "	—	
14		31,3 "	71,5 "	23,4 "	—	
16		35,1 "	80,5 "	26,7 "	—	

Das Kochsalz des Handels ist mit kleinen Mengen Chlor-magnesium verunreinigt und verdankt diesem seine bekannte, schwankende Hygroscopicität. Die krystallinische Soda (Na CO₃ + 10 H₂O) verwittert an der Luft unter Abgabe von etwa 0,9 ihres Wassergehalts; sie zerfällt zu Pulver, welches wohl unbedeutend hygroscopisch, aber nicht zerfliesslich ist. Luftbeständiger als die Soda ist das Kalialaun (K₂ SO₄ + Al₂ (SO₄)₃ + 24 H₂O), welches zu den nicht hygroscopischen Salzen gehört.

Ueber den mörteltechnischen Wert der Kochsalz-Zuschläge sind im schweiz. Festigkeitstinstitute ausgedehnte Versuche ausgeführt worden. Näheres darüber, vgl. das 6. u. 7. Heft der offiziellen Mitteilungen. Fragliche Versuche

ergaben, dass Kochsalz-Zuschläge die Bindekraft der hydraulischen Mörtel im allgemeinen nachteilig beeinflussen. Der Grad der Abminderung der Bindekraft gesalzener Mörtel im Vergleich zu ungesalzener schwankt mit der Gattung der Bindemittel und ist selbst bei verschiedenen Species der gleichen Gattung verschieden. Im allgemeinen — und in Mengen, wie sie unter unseren klimatischen Verhältnissen vorkommen werden, ist die abmindernde Wirkung der Kochsalzzuschläge nicht so erheblich, dass gegen deren Anwendung Bedenken erhoben werden könnten.

Der Alkohol verzögert die Abbindung, reduziert die Anfangsenergie der Portland-Cemente und mindert deren Bindekraft in höherem Masse ab, als das Kochsalz.

Als Zuschläge zur Beschleunigung des Erhärtungsprozesses fallen in Betracht (vgl. die Mitteilungen auf Seite 303 u. f. des 6. Heftes der offiziellen Mitteilungen):

beim Roman-Cement: Kaliumsulfat; Kalialaun; Magnesiumfluat; Soda;

beim Schlacken-Cement: Kaliumsulfat; Gips; Kalialaun; Chlorbaryum; Magnesiumfluat; Soda; Heintzels Thonerde-Präparat (D. R. P. Nr. 38692);

beim Portland-Cement: Kaliumsulfat, Kalialaun; Soda; Heintzels Thonerde-Präparat (D. R. P. Nr. 38692); Kochsalz bei niedrigen Temperaturen.

Die vorstehenden Zuschläge wirken durch Umlagerung der Moleküle und Produktion von Wärme, die an sich als ein wesentlicher Faktor zur Beschleunigung des Erhärtungsprozesses anzusehen ist. Das Anwärmen des Sandes, des Lösches und Anmachwassers, die norwegische Technik der Mörtelbereitung durch Löschen des Aetzkalkes im Mörtelkasten, die Zumischung von reinem Aetzkalk zum Cement, das Aufstellen von Kokskörben u. a. m. haben direkt eine Steigerung der Temperatur des Mörtels und damit ein rascheres Binden des Bindemittels zum Zwecke.

Als Wärme produzierende Zuschläge sind nach Ruboffs Untersuchungen besonders anzuführen:

beim Roman-Cement: gebrannter Gips, entwässertes Kalialaun;

beim Schlacken-Cement: Kaliumsulfat, Natriumsulfat, Magnesiumsulfat, Kochsalz, Magnesiumfluat;

beim Portland-Cement: Kaliumsulfat, Kalialaun, Magnesiumsulfat, Soda u. a. m.

Der mörteltechnische Wert der meisten dieser Stoffe ist nicht genügend untersucht. Unsere Versuchsergebnisse fassen auf nicht ausreichend breiten Grundlagen, um aus diesen in schwebender Sache ein abschliessendes Urteil abzuleiten. Immerhin geht aus dem vorliegenden Versuchsmateriale hervor, dass dem Techniker bei Ausführung von Cement- und Maurerarbeiten bei niedrigen Temperaturen eine Reihe nützlicher Hilfsmittel zur Verfügung steht, die derselbe nebst dem Bindemittel, der Art der Mörtelbereitung, der herrschenden Temperatur und den lokalen Verhältnissen entsprechend wählen und anpassen kann. Als Zuschläge spielen hierbei der Alkohol, das Alaun, das Kochsalz, die Soda, sowie der Aetzkalk schon aus dem Grunde eine besondere Rolle, weil diese Stoffe innerhalb der vorkommenden Gebrauchsmengen zwar wechselnde, allein ausgesprochen sehr nachteilige Einflüsse auf die Bindekraft der hier speciell in Betracht fallenden Bindemittel (Schlacken- und Portland-Cement) nicht ausüben.

5. Schlusswort.

Die Ergebnisse vorstehender Untersuchungen lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

Bei Erstellung von Mauerwerk bei niedrigen Temperaturen sind absaugende, frostfeste Steine und hydraulische Mörtel, bereitet in kleinen Portionen unter Anwendung vorgewärmten Sandes und Anmachwassers, zu verwenden. Bei Temperaturen bis zu -10° C. genügt ein kräftiger hydraulischer Kalk; Mischungsverhältnis von Kalk zu Sand 1 : 2 bis 1 : 3 in Volumen-Teilen; Menge des Anmachwassers möglichst gering; Mörtelkonsistenz eben noch streich- und wurfgerecht. Bei Temperaturen unter -10° C. (in Winterszeiten bei intensiven Nachfrösten) ist als Bindemittel ein beson-

ders fein gemahlener, möglichst rasch bindender Portland- oder Schlacken-Cement zu verwenden. Unter sonst gleichen Verhältnissen gebührt dem Portland-Cement der Vorzug.

Bei Vermauerung von nicht absaugenden Steinen (Bruchsteine) bzw. bei Ausführung einer Betonage bei niedrigen Temperaturen sind nur frostfeste Steine bzw. frostfeste Füllstoffe und Cement als Bindemittel anzuwenden. Dem zu diesem Zwecke besonders fein zu mahelnden Portland-Cement gebührt vor dem Schlacken- und Roman-Cement der Vorzug. Mischungsverhältnis des Mörtels 1 : 2 $\frac{1}{2}$ bis 3 in Vol.-T.; Zusammensetzung des Betons: 1 : 2 : 4 bis 1 : 2 : 6. Menge des Anmachwassers möglichst gering; Konsistenz des Mörtels streich- und wurfgerecht; Konsistenz des Betons: stampfgerecht. Sand und das Anmachwasser sind vorzuwärmen ($40-60^{\circ}$ C.); das Stein- und Kiesmaterial muss eis- und schneefrei sein; die Mörtel- und Betonbereitung hat in kleinen Portionen zu erfolgen. Zuschläge zur Erniedrigung des Gefrierpunktes des Wassers und zur Beschleunigung des Erhärtungsprozesses des Bindemittels sind bei Temperaturen bis etwa -10° C. überflüssig. Bei Temperaturen unter -10° C. (in Winterszeiten bei intensiven Nachfrösten) können als Zuschläge das Kochsalz, das Alaun, die Soda, der Aetzkalk (zerkleinert) oder Kombinationen dieser Zuschläge verwendet werden; die Menge der Zuschläge bestimmt Fall für Fall die herrschende Lufttemperatur; sie werden entweder dem Bindemittel oder dem Anmachwasser zugesetzt. Ueber Nacht ist frisch erstelltes Mauerwerk, sowie der Beton sorgfältig abzudecken und vorhandene Verschalungen am Beton zu belassen. Im Innern von Bauwerken ist das Aufstellen von Coakskörben empfehlenswert.

Das Deutsche Reichstagshaus zu Berlin.

(Mit einer Tafel.)

II.

Der Beschluss der Errichtung eines neuen Deutschen Reichstagsgebäudes datiert vom Frühjahr des Jahres 1871, der ersten Legislaturperiode nach Gründung des deutschen Reiches. Bereits im Herbst desselben Jahres unterbreitete die zu diesem Zweck erwählte Baukommission dem Reichstag und Bundesrat das Programm für den Bau eines neuen Hauses, dem beide Körperschaften ihre Zustimmung erteilten. Als Standort des neuen Reichstagshauses war die Ostseite des Königsplatzes bestimmt worden, wo nach Abschluss des zweiten Wettbewerbs, am 9. Juni 1884 auch der Grundstein für den nach Wallots Entwurf auszuführenden Bau gelegt wurde. Als Baufonds stand die Summe von 24 Millionen Mark nebst Zinsen zur Verfügung. Seit Anfang des Jahres 1877 konnte auf den ferneren Zuschlag der Zinsen verzichtet werden, da der Baufonds inzwischen zur Höhe von 29 593 573 Mark angewachsen war.

Aus dem im Dezember 1871 vom deutschen Reichskanzler ausgeschriebenen internationalen Wettbewerb war bekanntlich der Architekt L. Bohnstedt in Gotha als Sieger hervorgegangen. Nach dem Urteil des Preisgerichts war indessen weder der preisgekrönte Entwurf Bohnstedts noch einer der andern prämierten Entwürfe zur Ausführung geeignet. Ein Jahrzeit verging, ehe die inzwischen wieder aufgeworfene Platzfrage, die notwendigen Grunderwerbungen und die Reichstagsverhandlungen über die Modifikationen des ursprünglichen Bauprogramms erledigt waren. Im Frühjahr 1882 erliess nunmehr der Reichskanzler auf Grund eines neuen Bauprogramms einen zweiten, diesmal auf deutsche Architekten beschränkten Wettbewerb, in welchem Professor Fr. Thiersch in München und Architekt Paul Wallot in Frankfurt a. M. die ersten Preise errangen. Des letzteren Entwurf wurde von der Kommission als Grundlage für den Bauplan auserwählt. (Eisenbahn Bd. XVII, Nr. 2—10.)

Wallots Entwurf hat indessen eine Reihe von Metamorphosen erfahren, die in der Folge zu einer Neugestaltung der gesamten inneren Raumeinteilung führten. Naturgemäss blieb diese Umgestaltung nicht ohne Einfluss auf die äussere