Ueber Mauer- und Cementarbeiten bei niedrigen Temperaturen

Autor(en): **Tetmajer, L.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **23/24 (1894)**

Heft 20

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-18738

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

INHALT: Ueber Cementarbeiten bei niedrigen Temperaturen. — Simplon-Tunnel. III. — Villa des Herrn Oberst Ulrich Wille in Bern. — Konkurrenzen: Wettbewerb für eine neue evangelische Kirche in St. Gallen. — Miscellanea: Fortschritte des Telegraphen. Fortschritte der elektrischen Lokomotive, System Heilmann. Société internationale des électriciens à Paris. Erdsenkungen im rheinisch-westfälischen Bergbaugebiet. Seilbahn in Rom. Eine Anlage für die Ableitung der Schmutzwässer. Der Bau einer Bahn längs des Schwarzen Meeres. Lokomotivbau in Russland. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ing.- u. Arch.-Verein. Stellenvermittelung.
Hierzu eine Tafel: Villa des Herrn Oberst Ulrich Wille in Bern.

Ueber Mauer- und Cementarbeiten bei niedrigen Temperaturen.

Von Prof. *L. Tetmajer* in Zürich.

1. Allgemeines.

In die Reihe der Aufgaben, deren experimentelle Untersuchung den Materialprüfungsanstalten zufällt, gehört auch die Prüfung des Verhaltens der Baustoffe bei niedrigen Temperaturen und ganz speciell die Ergründung der Schutzmittel bei Ausführung von Mauerwerk und Cementarbeiten bei solchen Temperaturen.

Die Anfänge unserer diesbezüglichen Arbeiten reichen in die Zeit (1884—85) zurück, zu welcher Zeit im eidg. Festigkeitsinstitute die Frage der Wirkung der Zumischmittel auf die Bindekraft des Portland-Cementes studiert wurde. Später veranlassten äussere Umstände die Frage der Frostbeständigkeitsverhältnisse der hydraul. Bindemittel weiter zu verfolgen und einem vorläufigen Abschlusse zuzuführen.

Im Dezember 1889, als die Mauerarbeit am Neubau des Hôtel Bellevue in Zürich durch Eintritt des Frostwetters ins Stocken geriet und die Gefahr für den Bestand des frisch erstellten Mauerwerks sich geltend machte, wandte sich für die Bauunternehmung *Locher & Cie.* in Zürich Herr Oberst *Fritz Locher* mit der Anfrage an uns, welche Erfahrungen hinsichtlich der Frostbeständigkeit hydraul. Bindemittel vorlägen. Der Bauunternehmung wurde die Anwendung von Portland-Cementmörtel, sowie absaugende Steine empfohlen; dank der Sorgfalt der Ausführung wurden damit gute Resultate erzielt. Der Mörtel wurde in kleinen Portionen mit warmem Wasser angemacht; die Backsteine ungewässert vermauert und das Mauerwerk über Nacht sachgemäss abgedeckt. Während der Arbeit bewegte sich die Lufttemperatur zwischen 2 und 4° C. unter Null.

Im Jahre 1890 stand in Zürich das neue Stadttheater im Bau, für dessen Vollendung bestimmte Termine einzuhalten waren. Die Bauunternehmung, *Locher & Cie.* in Zürich, sah die Notwendigkeit der Winterarbeit voraus und schlug der Bauleitung, den Architekten *Helmer und Fellner* [1]) vor, „bei gelinder Kälte dem im Mörtel als Bindemittel bisher verwendeten hydraul. Kalke, Portland-Cement beizumischen und bei stärker auftretendem Frostwetter reinen Portland-Cementmörtel zu verwenden, sowie die Bruchsteine durch Backsteine zu ersetzen."

Diese Vorschläge wurden von Hrn. *Helmer* mit Hinweis auf angebliche Wiener Erfahrungen, welche dahin lauten, dass Weisskalkmörtel bei Frostwetter genügende Sicherheit für solide Ausführung von Mauerwerk biete, abgelehnt, worauf sich die Bauunternehmung am 25. Oktober schriftlich mit dem Gesuch an den Verfasser wandte und die Frage:

„Welche Art von Mörtel zur Erstellung von Mauerwerk bei eintretendem Frostwetter mit dem geringsten Risiko zu verwenden sei?"

zu begutachten bat.

Auf Grund unserer Erfahrungen konnte, im Gegensatz zu den Wiener Anschauungen und entgegen der durch Hrn. Architekt *Helmer* nachträglich veranlassten Kundgebung der Genossenschaft der Wiener Stadtbaumeister, angeführt werden, dass die grösste Gewähr für Frostbeständigkeit, derjenige Mörtel biete, welcher:

1. in kürzester Frist abbinde und dabei möglichst hohe Festigkeit erreiche;
2. während des Abbindeprozesses einen möglichst grossen Teil des Anmachwassers chemisch binde;
3. mit der geringsten Wassermenge sich plastisch verarbeiten lasse. Es wurde die Verwendung von rasch bezw. mittelbindenden Portland-Cements, absaugender Steine, thunlichst geringe Menge Anmachwassers und die Abdeckung des frischen Mauerwerks empfohlen und darauf hingewiesen, dass gemäss einer Mitteilung der Generaldirektion des Rothschildschen Eisenwerks zu Witkowitz, Nr. 36008 vom 21. XI. 1890, im Winter 1888 auf 1889 bei einer Lufttemperatur bis 15° C. unter Null, zwei 50 *m*, eine 45 *m* und zwei 35 *m* hohe Essen (Kamine des neuen Stahlwerks) mit gesalzenem Schlackencementmörtel 1 : 3, unter Anwendung von Schlackensand, zur vollkommenen Zufriedenheit der Werksverwaltung ausgeführt wurden. Am Mauerwerk sind weder Frostschäden, noch andere Nachteile beobachtet worden. Der verwendete Schlackencement erhielt fabriksmässig 2% Kochsalz zugemischt.

Die Bauunternehmung der Zürcher Theaterbaute hat sich schliesslich für den mit 2% Kochsalz versetzten *Schlackencement* entschieden und damit die Umfassungswände des Bühnenraumes, verschiedener Zwischenräume, sämtliche Böden und Decken zwischen eisernen Trägern, einschliesslich des grossen Bogens über dem Prosceniumraume ausgeführt. Am 18. April 1893 fand eine Untersuchung der Theaterbaute durch den Berichterstatter statt, wobei keinerlei auf die Winterarbeit oder die Anwendung der Kochsalzzuschläge bezüglichen, nachteiligen Wahrnehmungen gemacht werden konnten. Frostschäden, feuchte Wände u. dergl. m. lagen nicht vor; dagegen wurden an mehreren Stellen, die offenbar vor der Eindeckung des Gebäudes bezw. die nachträglich zufällig eingewässert wurden, staubförmige, mit Kalk untermischte Kochsalzanflüge (weisser Beschlag am Putz) beobachtet.

Die Anwendung von Kochsalz zur Erhöhung der Frostbeständigkeit scheint ziemlich alten Ursprungs zu sein. Wer Kochsalz zu Mauerarbeiten zuerst in Anwendung brachte und wo dies geschah, war nicht zu ermitteln. Ohne Zweifel geschah dies in der Absicht, den Gefrierpunkt des Wassers zu erniedrigen und damit den frischen Mörtel vor Frostschäden zu bewahren.

Neben dem Kochsalz wurden zu verschiedenen Zeiten in verschiedenen Ländern zum Zwecke der Steigerung der Frostbeständigkeit des frischen Mörtels verschiedenartige Zuschläge gemacht; so die calcinierte Soda in Deutschland und Frankreich (vergl. die deutsche Bauzeitung, 1893, S. 153), Seife und Aetzkalk in Norwegen (The Engineer, 1883, 3. Febr.); Alkohol in Russland u. dergl. m.[2]). Erhebungen, die auf unsere Veranlassung durch die gefl. Vermittelung des Generaldirektors des norwegischen Strassenwesens, durch Hrn. *H. Krag* in Christiania und Drontheim gepflogen wurden, ergaben übereinstimmend, dass unter — 10° C. die Maurerarbeit mit Weisskalk im Freien unzuverlässig sei und daher möglichst vermieden werde, dass der bei Mauerarbeiten bei niedrigen Temperaturen benützte Stückkalk unmittelbar vor dessen Verwendung, oft in den Mörtelkästen am Gerüste, unter Anwendung warmen Wassers gelöscht, mit aufgetautem oder doch zerstossenem Sande gemischt und der gewonnene Mörtel „*löschwarm*" (20 bis 40° R.) verwendet wird. Mischungs-

[1]) Es sei hier bemerkt, dass die Angaben des Hrn. Arch. *Helmer*, vergl. die Zeitschrift des österr. Ing.- und Arch.-Vereins, 1893 S. 68, sowohl bezüglich des Hergangs der Angelegenheit als auch der schliesslich verwendeten Mörtelsorten nicht völlig zutreffen.

[2]) Nach direkt in Norwegen gepflogener Erhebung ist dort von der Verwendung der Seife oder anderer Zuschläge zum Weisskalkmörtel (Steinkalkmörtel) nichts bekannt. Desgleichen möchten wir bezweifeln, dass in Russland der Alkohol seinen Weg in den Mörtel fand.

verhältnis 1 Teil Kalk: 2 bis 3 Teile Sand. *Zuschläge erhält der Mörtel nicht.* In *Drontheim* werden hart gebrannte Steine verwendet; der Berichterstatter bemerkt, dass mit so erstelltem Mauerwerk bei wechselnden Temperaturen — Tauwetter bei Tag, scharfe Kälte bei Nacht — häufig schlechte Erfahrungen gemacht wurden. Bauwerke, die bei andauernd niedrigen Temperaturen (−5 bis −8° R.) ausgeführt wurden, z. B. die Ihlens-Kirche, in einem andern Falle wurde bei −15° R. gemauert, zeigen bei Anwendung warmen Mörtels, gegenüber im Sommer erstelltem Mauerwerk, keinen Unterschied.

Es würde zu weit führen, an dieser Stelle auf all die, grösstenteils widersprechenden, Erfahrungen einzutreten, die mit Mauerarbeiten bei niedrigen Temperaturen in den verschiedenen Staaten gemacht wurden. Einer Mitteilung des Hrn. *O. Grunner* in Dresden, vergl. die deutsche Bauzeitung, 1893, S. 154, sei indessen hier noch gedacht, weil die darin niedergelegten Erfahrungen sich in mehreren Punkten mit den unsrigen decken. Im Winter 1890/91 bei einer Temperatur von −1 bis 2° R. bei Tag und −4 bis 8° R. bei Nacht, wurde Sandstein-, Klinker- und gewöhnliches Ziegelmauerwerk in Weisskalkmörtel erstellt. Im März und August 1891 wurde die Ausführung untersucht und hat sich hierbei herausgestellt, dass der Mörtel des Sandsteinmauerwerks ohne Kohäsion war; etwas besser erwies sich das Ziegelmauerwerk. Der Fugen-Mörtel war indessen teilweise vollkommen sandartiger Beschaffenheit. Beim Klinkermauerwerk war auf ein normales Erhärten des Mörtels zu rechnen. Bei den unter Dach ausgeführten Kellergewölben — in den Kellerräumen wurde Feuer unterhalten — erwiesen sich die Mörtelfugen überraschend gut!

Die kurze Arbeitszeit an Wintertagen, die minderwertigen Leistungen der mit der Kälte kämpfenden Arbeiter, die Verumständlichung und Verteuerung der Ausführung gebieten, Cement- und Mauerarbeiten im Freien bei Temperaturen unter Null thunlichst einzuschränken. Wo indessen zwingende Umstände Winterarbeiten fordern, wird man Frostschutzmittel anwenden und bei der Ausführung Wege betreten, die eine möglichst weitgehende Gewähr für den tadellosen Bestand des Bauwerks bieten. Hier fällt in Betracht:

die Verwendung geeigneter, d. h. solcher Bindemittel, die an sich möglichst frostfest sind;
die Wahl frostfester Füllstoffe in Cementarbeiten, geeigneter, frostfester Steine bei Mauerarbeiten;
die Wahl geeigneter Mischungsverhältnisse von Bindemittel und Füllstoff im Mörtel, sowie die Wahl geeigneter Mengen des Anmachwassers;
die Verwendung von Zuschlägen und Manipulationen zur Beschleunigung des Erhärtungsprozesses;
die Verwendung von Zuschlägen zur Erniedrigung der Erstarrungstemperatur des Anmachwassers; endlich
die sachgemässe Behandlung des erstellten, frischen Mauerwerks oder der Cementarbeit.

(Fortsetzung folgt.)

Simplon-Tunnel.

III.

Ventilation im Bahnbetriebe.

Eingeleisige Tunnel von 20 *km* Länge können in Bezug auf ihre Ventilation nicht mehr den wechselnden atmosphärischen Druckverhältnissen allein überlassen bleiben, welche bei den jetzt bestehenden Gebirgstunneln immer noch genügenden Luftzug und genügende Lufterneuerung in denselben erzeugen. Es können Tage vorkommen, wo die natürliche Ventilation völlig ruht, wo daher aller Rauch der durchfahrenden Züge sich im Tunnel ansammelt und somit die Möglichkeit für eine bedenkliche Verunreinigung der Luft gegeben ist. Es ist deshalb für den Simplontunnel eine künstliche Ventilation in Aussicht genommen.

Ventilationseinrichtungen und die verschiedenen Arten der Ventilation. Zur Ventilation des Tunnels während des Betriebes dienen dieselben Ventilationseinrichtungen, welche für den Bau beschafft wurden. An jedem Portale ist eine Gruppe von zwei Ventilatoren aufgestellt, deren Anordnung so getroffen ist, dass sie entweder einzeln auf Menge oder auf Druck gekuppelt, Luft ansaugen oder drücken können. Einzeln liefert jeder Ventilator 50 m^3 Luft von 243 *mm* Wasserdruck; auf Menge gekuppelt liefern sie 100 m^3 von derselben Spannung, auf Druck gekuppelt 50 m^3 von 487 *mm* Wasserdruck. Es lassen sich für die Ventilation mit diesen Einrichtungen verschiedene Methoden denken, die auf der Annahme der Einführung von 50 m^3 Luft per Sekunde in den Tunnel, beruhen.

1. *Methode.* Die Lufterneuerung kann in ähnlicher Weise vor sich gehen, wie die Ventilation von Stollen und Tunnel während der Bauzeit. Es werden durch den Stollen II 50 m^3 Luft pro Sekunde eingeblasen. Diese reine Luft tritt in der Mitte des Tunnels I in diesen ein und fliesst nach beiden Seiten hin ab, den Portalen zu.

2. *Methode.* 50 m^3 Luft per Sekunde werden von Nord nach Süd durch den ganzen Tunnel befördert.

3. *Methode.* 50 m^3 Luft per Sekunde werden von Süd nach Nord durch den ganzen Tunnel befördert. Die Methode 1 kann nur angewendet werden, so lange der Tunnel I allein betrieben wird. Sobald Tunnel II ausgebaut und dem Betrieb übergeben ist, wird im Tunnel I nur mehr von Nord nach Süd, im Tunnel II von Süd nach Nord gefahren. Jeder Tunnel muss für sich nach einer der Methoden 2 und 3 ventiliert werden.

Nach einlässlicher Prüfung der verschiedenen Ventilationsarten sind folgende Methoden zur Ventilation des Simplontunnels angenommen worden:

1. So lange nur Tunnel I im Betriebe ist, werden für gewöhnlich 50 m^3 Luft pro Sekunde von der Nordseite her in den Tunnel eingeblasen. Das Nordportal wird mit einer Wetterthüre abgeschlossen

2. Beim Betriebe beider Tunnels. Von der Nordseite her werden 50 m^3 Luft pro Sekunde in den Tunnel I (Ost) geblasen; von der Südseite her eine gleiche Menge in den Tunnel II (West). In beiden Tunnels bewegt sich also die Luft in derselben Richtung wie die Züge. Das Nordportal von Tunnel I und das Südportal von Tunnel II werden mit Wetterthüren abgeschlossen. Für die Wahl der Ventilationsrichtung mit den Zügen entscheidet ein ökonomischer Grund. Die in Fahrt befindlichen Züge üben eine erhebliche saugende Wirkung auf die Tunnelluft aus. Gestattet man der Luft, dem Zuge zu folgen, so benutzt man diese Saugwirkung selbst zur Ventilation — ein Vorgang, welcher schon an kürzeren Tunneln leicht zu beobachten ist. Bläst man dem Zuge mehr Luft nach, als ohnedies ihm folgen würde, so wird seine Saugarbeit zum Teil vom Ventilator übernommen und dieser hilft dem Zuge. Dies bedeutet eine Ersparnis an Brennmaterial gegenüber einer Ventilation gegen die Fahrrichtung, welche um so merklicher wird, je grösser die Fahrgeschwindigkeit der Züge ist.

Die Fläche des Tunnelprofiles ist	23,2 m^2
Der Umfang desselben	18,1 *m*
Der Reibungskoefficient der Luft im ausgemauerten Tunnel	0,00037
Die Länge des ganzen Tunnels	19,731 *m*.

Demnach der Luftwiderstand des ganzen Tunnels, in *mm* Wassersäule, wenn v die mittlere Geschwindigkeit im Tunnel in *m* per Sekunde ist:

$$0{,}00037 \frac{18{,}1}{23{,}2} \cdot 19{,}731\, v^2 = 5{,}66\, v^2.$$

Rechnet man die zur Erzeugung der Geschwindigkeit erforderliche Druckhöhe, welche bei 1,2 *kg* Luftgewicht per m^3 gleich 0,061 v^2 ist, hinzu, so folgt im ganzen der erforderliche Druck zu $h = 5{,}72\, v^2$.

Oder wenn q das Luftquantum ist, in m^3 per Sekunde,

$$h = \frac{5{,}72}{(23{,}2)^2}\, q^2 = 0{,}0106\, q^2.$$

Demnach ist zur Beförderung von $q = 50\, m^3$ Luft ein Druck von: $h = 26{,}5$ *mm* Wassersäule erforderlich. Bei ungünstigem Barometerstande kann sich der grösste