

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 9/10 (1887)  
**Heft:** 10

**Artikel:** Ueber die Volumenbeständigkeit hydraulischer Bindemittel  
**Autor:** Tetmajer, L.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-14412>

### **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:** 04.04.2026

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

fenster deuten darauf hin, dass hier ein jüngster Theil der Anlage besteht. Wir biegen um die Ecke, wo sich das Latrinenhaus als ein besonderer Einbau zwischen die genannte Fassade und den langen Flügel mit dem Gerichtssaale schiebt. Dann folgen Mauerreste, welche Ueberbleibsel der ältesten Anlage sind. Schmale Fensterschlitze steigen in regelmässiger Folge von Süd nach Norden an. Sie sind die einzigen Oeffnungen, welche die Souterrains erhellen. Dann aber, wo auf der sturmfreien Höhe die Säle und Kemenaten liegen, beginnt sich mit einem Male ein freier und wohnlicher Charakter zu entwickeln. Hier öffnen sich die luftigen Bogenfenster, deren Stil auf die Epoche Peters II. weist. Im ersten Stocke setzt sich ihre Folge mit Unterbrechungen bis zu dem Speisesaale fort, während die höher gelegenen Kreuzfenster des Rittersaales auf eine spätgothische Erneuerung weisen, und wieder so haben die Wandlungen der Bedürfnisse und der Mode einem Umbau des südlich folgenden Theiles gerufen, wo mit Consequenz die ganze Befensterung in spätgothischem Stile erneuert worden ist. Erst von der Castellanswohnung an ist Einheit zu gewahren. Von hier geht die Ringmauer aus, die Graf Peter II. um 1250 im Zusammenhang mit dem stattlichen Thorbau und der Befestigung der Ostseite hatte errichten lassen.

Prägt sich in der langen Seefronte der Charakter der Wohnlichkeit mit allen Reizen einer zufällig malerischen Verbindung verschiedenartiger Formen und Bestandtheile aus, so stellt das volle Gegenbild hiezu die Ansicht von der Landseite dar. Nur die Epheuumschlingung und ein üppiger Wuchs von Bäumen erwecken den Eindruck von Anmuth und Leben, sonst prägt sich hier lauter Ernst, ein trotziges wehrhaftes Wesen aus. Ein doppelter Mauergürtel steigt hinter dem Graben empor. Halbbrunde Thürme bewehren die erste Front, den Abschluss im Süden bildet ein starkes Thor. Darüber ragt, Alles beherrschend, der Bergfried empor. Keine Kunstformen sind ausser den malerischen Thurmkronen zu sehen, nur kahle Flächen, die mit sparsamen Oeffnungen zu Wehr und Angriff durchbrochen sind. Selbst die Schlosskapelle zeichnet sich nur durch einen Halbgiebel und ihre gothischen Fensterschlitze aus.

Frägt man, wann die verschiedenen Theile der Burg, einer nach dem andern entstanden sind, so ist es nöthig, sich der Hauptmomente ihrer Geschichte zu erinnern. Erst um die Mitte des XII. Jahrhunderts taucht eine völlig sichere Nachricht über Chillon auf. Damals ist die Burg das Eigenthum der Bischöfe von Sitten gewesen, von denen sie die Grafen von Savoyen zu Lehen hatten. Aus dem Lehen ist dann aber bald ein freies Besitzthum geworden, denn mit Thomas I., der wahrscheinlich 1192 die Regierung übernahm, war der Stern des Hauses Savoyen aufgegangen. Sein Hof wurde als eine Schule der Tapferkeit und ritterlicher Tugenden geachtet und den Einfluss des Grafen mehrte die Stellung, zu welcher er eine zahlreiche Nachkommenschaft erhoben sah. Drei Söhne nahmen einen hohen Rang als Kirchenfürsten ein und nicht weniger als vier seiner Enkelinnen waren mit gekrönten Häuptern vermählt. Aber noch glänzender als Thomas trat sein Sohn, Graf Peter II. auf, der in der Geschichte den Beinamen des „petit Charlemagne“ führt. Weit über die angestammte Machtsphäre hinaus hat er mit grossartigen Zügen in die Politik hineingegriffen und eine Zeitlang sogar nach der Krone von England getrachtet<sup>1)</sup>. Mit seltener Energie und Klugheit wusste er sich die Waadt und weite Gebiete auf beiden Seiten der Alpen zu erwerben. Nur wenig hätte gefehlt, dass er der Stifter eines dauernden Zwischenreiches zwischen Deutschland, Italien und Frankreich geworden wäre. Nicht vor dem Jahre 1254 wird Peter urkundlich als Herr von Chillon genannt, das noch 1245 seinem Bruder

Amadeus IV gehörte. In Chillon hat Peter einen Theil der letzten Lebensjahre verbracht. 1268 ist er in Pierre Châtel en Bugey gestorben. Als Erbe, mit dem Titel eines Grafen von Savoyen folgte ihm sein Bruder Philipp nach. Aber von da an bis zum Beginn des XVI. Jahrhunderts ist wenig mehr über die Geschicke des Schlosses bekannt. Die spätern Herren scheinen sich desselben nur zu kurzen Aufhalten bedient zu haben. Bei der Verschiebung der Machtverhältnisse hatte die Burg überhaupt ihre ehemalige Bedeutung verloren. Sie war zu einem Posten zweiten Ranges herabgesunken, der als Stützpunkt der Autorität über die umgebenden Unterthanenlande diente. Gelegentlich ist wol noch von Verschönerungen die Rede; 1342 wird ein Maler Johannes von Grandson für Bilder gelohnt, mit denen er das Gemach des Grafen geschmückt hatte und Rechnungen aus den Jahren 1400—1402 lassen auf durchgreifende Umbauten des westlichen Flügels schliessen.

Aber schon bald nachher war die savoyische Macht von ihrer Höhe herabgesunken und seit dem Jahre 1469, da Jolantha von Valois, die Schwester Ludwigs XI. von Frankreich im Namen ihres unmündigen Sohnes Philibert I. die Regierung übernommen hatte, fingen die Verwickelungen an, die so wesentlich zum Ausbruche des Burgunderkrieges beigetragen haben. Ohne Zweifel hat die Burg unter dieser Regentin ihren letzten Ausbau erfahren. Zur Zeit des Burgunderkrieges hat Chillon keine Rolle gespielt. Die kleine Besatzung hat wol gute Gründe gehabt, den Schweizern und ihren Verbündeten die Passage offen zu lassen. Die Geschichte des alten Chillon schliesst mit dem Jahre 1536 ab. Am 27. März traf Hans Franz Nägeli mit seinen Bernern vor dem Schlosse ein, eine genferische Flottille hielt die Wacht auf dem See. Schon am 29. März, an demselben Tage, wo das Feuer eröffnet worden war, erklärte sich Antoine de Beaufort, der Befehlshaber Chillons zur Capitulation bereit. Aber gewisse Forderungen wollte ihm Nägeli nicht bewilligen. Auf einer Galeere brach nun Beaufort durch die genferische Linie durch. Es gelang ihm, das jenseitige Ufer zu erreichen und, nachdem er die Stücke versenkt und sein Fahrzeug in Brand gesteckt hatte, in die Berge von Faucigny zu entkommen. Als die Schiffe am folgenden Mittag von einer vergeblichen Verfolgung zurückkehrten, war Chillon von den Bernern besetzt, und Bonivard, dessen Schicksal wesentlich den Zuzug der Genfer bestimmt hatte, von den Siegern befreit. Sechs Jahre hatte dieser mannhafte Vertheidiger der Unabhängigkeit Genfs in Chillon geschmachtet und den grösseren Theil der Haft in einem der unwirthlichen Souterrains verbracht. In den eigenen Aufzeichnungen versichert er, dass seine Fussspuren im Felsboden einem eingemeisselten Wege geglichen haben.

## Ueber die Volumenbeständigkeit hydraulischer Bindemittel \*).

Von Professor L. Telmajer.

Die technisch wichtigste Eigenschaft der Bindemittel ist ihre Volumenbeständigkeit. Ein Bindemittel mag mangelhaft gebrannt, grob gemahlen, von geringer Festigkeit und Sandcapazität, mit einem Worte minderwerthig sein, seine Verwendbarkeit verliert es erst dann, wenn es nicht volumenbeständig ist. Die Versuche auf Volumenbeständigkeit können daher nicht häufig genug vorgenommen werden, die Methoden selbst nicht scharf genug sein. Missverständnissen vorzubeugen, muss hier schon und mit Nachdruck hervorgehoben werden, dass absolut volumenbeständige Bindemittel überhaupt nicht existiren; sie dehnen sich alle im Wasser etwas aus und contrahiren an der Luft. Wenn wir also von entsprechend scharfen Methoden zur Bestimmung der Volumenbeständigkeit hydraulischer Bindemittel sprechen, so können selbstverständlich nur solche gemeint sein, die mit dem Wesen des Mate-

<sup>1)</sup> Vgl. L. Wurstemberger, Peter II., Graf von Savoyen. Bern und Zürich 1856; L. Vulliamin, Chillon, Étude historique 3<sup>ème</sup> éd. Lausanne 1863 p. 47 ff. und meine Geschichte des Schlosses Chillon. (Mittheilungen der antiquar. Gesellschaft in Zürich. Bd. XXII, Heft 3) S. 9 u. ff.

\* Mit gefälliger Erlaubniss des Herrn Verfassers dem in Nr. 8 erwähnten Bericht über die Nomenclatur und Prüfungsbestimmungen hydraulischer Bindemittel entnommen.

rials harmoniren und seinen naturgemässen Veränderungen Rechnung tragen. Aus diesem Grunde sind beispielsweise die in der Schweiz hin und wieder noch in Anwendung stehenden Glasproben, bei welchen dickwandige Trink- oder Einmachgläser mit einem entsprechend consistenten Brei des zu prüfenden Bindemittels gefüllt werden, die man sodann bei Luft- oder Wasserlagerung beobachtet, sinnlos und zu verwerfen.

Hydraul. Bindemittel werden als volumenbeständig angesehen, wenn dieselben ohne Sandzusatz angemacht, an der Luft oder unter Wasser die beim Abbinden angenommene Form dauernd beibehalten. Volumenunbeständige Bindemittel erleiden im spätern Verlaufe der Erhärtung stets Formveränderungen oder mit Formveränderungen verbundene Rissbildungen, welche sich bis zur gänzlichen Zerstörung des anfänglich angenommenen Zusammenhangs steigern können.

Volumenveränderungen hydr. Bindemittel sind bedingt:

1. entweder durch eine Contraction, oder
2. durch eine Ausdehnung der erhärtenden Masse. Erstere nennt man Schwindung und die durch sie erzeugten Rissbildungen „Schwindrissigkeit“; letztere heisst Treiben beziehungsweise „Treibrissigkeit“.

Eingangs ist bereits darauf hingewiesen worden, dass sämtliche hydraul. Bindemittel an der Luft der Schwindung unterworfen sind. Bei hydr. Kalken, Roman- und Portland-Cementen können die durch die Schwindung der Masse erzeugten Molekularspannungen sich bis zur Schwindrissigkeit steigern und tritt diese sodann entweder in Form isolirter, bei kuchenförmigen Probekörpern meist concentrischer Risse (Kreisrissigkeit), oder in Form feiner oberflächlicher Haarrisse (Netzrissigkeit) auf. Formveränderungen, insbesondere Verkrümmungen begleiten diese Rissbildungen nur in verschwindend geringfügiger Masse. Schlackencemente schwinden an der Luft ungleich stärker als die übrigen hydr. Bindemittel; die die Kreisrissigkeit erzeugenden Molekularspannungen können bei bestimmten Sorten dieser Bindemittel bis zur selbstthätigen Ablösung sichelförmiger Randstücke der Kuchenproben führen.

Die Haarrissigkeit hydr. Bindemittel ist häufig zu sehen; sie tritt mit ausgesprochener Regelmässigkeit insbesondere an solchen Stellen des Verputzes auf, wo durch die Art der Bearbeitung der Oberfläche Schlammabsonderungen hervorgehoben werden. Die Mörteltechnik kennt eine Reihe von Hilfsmitteln, um die Schwindrissigkeit auf ein mehr oder weniger unschädliches Minimum zu reduciren.

Bindemittel, deren Schwindrissigkeit sich bis zur selbstthätigen Ablösung einzelner Fragmente steigern kann, sollten von Bauausführungen an der Luft ausgeschlossen bleiben.

Das „Treiben“ d. h. die schädliche Volumenvergrößerung hydr. Bindemittel kann sowohl bei deren Luft- als auch Wasserlagerung eintreten; wir unterscheiden daher:

- a. Lufttreiben und
- b. Wassertreiben.

Es sei gestattet, zunächst mit der Besprechung

a. des s. g. Lufttreibens (Luftzerfallens)

zu beginnen. Die Erscheinung des Lufttreibens kommt, soweit unsere Erfahrungen reichen, bei scharf gebrannten Cementen vor und besteht in einem durch erhebliche Kohlensäure-Aufnahme begleiteten, von aussen nach innen allmählig fortschreitenden Zerfallen des Materials. Plattenförmige Proben solcher Cemente werfen sich, zeigen nach einiger Zeit vom Plattenrande ausgehende Risse, die im spätern Verlaufe des Processes die ganze Oberfläche umfassen. Das Material verliert allmählig fortschreitend seine ursprünglich angenommene Cohäsion; es wird mürbe, bröcklig und zerreiblich. Mörtel solcher Cemente beginnen überall da abzusanden, wo die atmosphärische Kohlensäure freien Zutritt findet.

Die Erscheinung des Lufttreibens haben wir zuerst im mech.-techn. Laboratorium der tech. Hochschule zu München kennen gelernt. Hr. Prof. *Bauschinger* hatte die Güte, uns auf die zufällig gemachte Beobachtung aufmerksam zu machen, dass einzelne Portland-Cementmarken, trotz vorzüglichen Verhaltens im Wasser, nach Jahren an der Luft mürbe und

zerreiblich wurden. Anlässlich eines Besuchs der bekannten Portland-Cementwerke in Heidelberg bestätigte Hr. Director *Schott* Bauschingers Befund und konnte uns Plattenproben eines aus dem Handel genommenen Lufttreibers vorlegen. Aehnliche Beobachtungen hat auch Hr. Dr. *W. Michaëlis* gemacht. Auf eine diesbezügliche, directe Anfrage macht uns Hr. Dr. *Heintzel*, Inhaber des Laboratoriums für Cementindustrie in Lüneburg, folgende Mittheilung: „... constatire ich, dass mir Lufttreiber bei Handelswaaren vielfach vorgekommen sind. Vornehmlich zeigten die grob gemahlene, englischen Cemente diese Eigenthümlichkeit. Diese Cemente zeigten bei der Kugelprobe immer starke Risse; auch in der Darrprobe traten Rissen auf. Ich habe hier ein schönes Sortiment englischer und deutscher Proben dieser Art; die Kuchen zerfallen beim Anfassen. Die Wasserproben sind fest...“

Im Laboratorium der eidg. Festigkeitsanstalt sind bisher im Ganzen 4 lufttreibende Portland-Cemente angetroffen worden. Die erste Marke dieser Art wurde über ein Jahr Wasserlagerung hinaus beobachtet. Zwei Jahre nach Verarbeitung dieses Materials zu Probekörpern waren wir erstaunt, die inzwischen an der Luft gelassenen Treibproben (Kuchen von ca. 12 auf 12 cm) mürbe und bröcklig anzutreffen. Der eine dieser Probekörper zerfiel unter unsern Händen; der andere wurde aufbewahrt. Das Material im Anlieferungs-Zustande hatte folgende Zusammensetzung:

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	F <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	CaCO <sub>3</sub>	CaSO <sub>4</sub>	MgO	H <sub>2</sub> O
19,73%	8,40	3,42	61,63	Spur	3,16	1,95	1,63%

Im Februar 1886 constatirte Hr. Prof. Dr. *Treadwell* in den abgebröckelten Körnern des zerfallenen Kuchens 8,75% Kohlensäure.

Im Herbst 1884 wurde in der Anstalt ein künstlicher Portland-Cement zur Prüfung eingereicht. Die übliche Normenprobe, Zug und Druck (1:3) war auf 3 Altersklassen, die Plattenprobe auf Volumenbeständigkeit unter Wasser auf eine 1jährige Beobachtungsdauer ausgedehnt. Das Material war an sich schwach, gab jedoch in Folge stetiger Verfestigung (Zug nach 84 Tagen: 22,0 kg) zu besondern Bemerkungen keine Veranlassung. Nach ca. 1 1/2 Jahren begann ein an der Luft gelassener Würfel abzusanden. Die Kanten wurden allmählig stumpf; heute ist die obere Würfelhälfte abgerundet und nahezu gänzlich cohäsionslos.

Dieser Cement hatte im Anlieferungszustande folgende Zusammensetzung:

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O, Bit.
20,16%	6,19	2,90	62,28	3,76	0,75	3,05	0%

Die Zusammensetzung des Materials in zerfallenem Zustande konnte in Ermanglung eines Belegmaterials und der Luftplattenproben, die s. Z. nach ca. 1jähriger Beobachtung intact cassirt wurden, nicht bestimmt werden.

Im Frühjahr 1886 ist uns ein künstlicher Portland-Cement einer andern Fabrik, welcher das Lufttreiben schon nach ca. 3monatlicher Luftlagerung zu erkennen gab, in die Hände gefallen. Dieser Cement hatte:

ein specif. Gewicht von: 3,07  
einen Glühverlust von: 2,92%

Seine Zusammensetzung im Anlieferungszustande war folgende:

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	CaSO <sub>4</sub>	CaCO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O
21,85%	7,20	2,82	60,42	0,83	1,93	1,34	2,13%

Nach 3monatlicher Lagerung im Sack zeigte der nämliche Cement nach Dr. *Heintzel* folgende Zusammensetzung:

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	CaSO <sub>4</sub>	CaCO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O
21,17%	6,97	2,73	54,93	0,81	1,85	7,52	2,66%

Der Cement ist also im Sack u. z. unter erheblicher Kohlensäureaufnahme degenerirt. Mit diesem degenerirten Materiale neuerdings u. z. in grossem Massstabe ausgeführte Plattenproben haben bisher die Luftlagerung bestanden, obgleich sie bezüglich der Klangfarbe noch zu wünschen übrig lassen.

Die mit dem ursprünglichen, also nicht degenerirten Materiale ausgeführten Proben der Volumenbeständigkeit zeigen bei Wasserlagerung bis zur Stunde vollkommen normales, tadelloses Verhalten.

(Schluss folgt.)