

Zeitschrift: Die Eisenbahn = Le chemin de fer
Herausgeber: A. Waldner
Band: 6/7 (1877)
Heft: 3

Artikel: Ueber das monolithische Verhalten der Trockenmauern
Autor: Glauser
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-5654>

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: 27.01.2026

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

der Regel erst dann, wenn die Erstgenannten sich überzeugen mussten, dass es Materien gebe, welche ausserhalb ihres Gesichtskreises liegen und die zu ermitteln sie trotz ihrer übrigen Einsicht und Fähigkeiten, nicht im Stande seien. Dann finde aber die Beziehung von technischen Experten gewöhnlich erst zu einer solchen Zeit statt, wo an der Unglücksstätte nichts mehr constatirt und ermittelt werden kann, so dass die wirklichen Ursachen oft nicht aufgeklärt werden können.

So verhalte es sich nun, so viel bekannt, auch im vorliegenden Falle in Wädensweil, während früher, nach Veröffentlichung des Systems, die grössten wissenschaftlichen Autoritäten um ihr Urtheil angegangen worden seien. Das Material sei mit gerichtlichem Beschlag belegt, so dass bis jetzt von wissenschaftlicher Seite aus nichts untersucht werden konnte. Wenn nun auch später noch eine Untersuchung in solchem Sinne stattfinden sollte, so wären voraussichtlich die Spuren sowohl an der Bahn wie an der Locomotive und deren Bestandtheilen derart verwischt, dass von einer Constatirung der wirklichen Ursache des Unglücks wohl schwerlich mehr die Rede sein kann. Nachdem eine Reihe ähnlicher Fälle hervorgehoben worden, bei welchen in solch unzweckmässiger Weise vorgegangen wurde, stimmte die Versammlung der aufgestellten Ansicht bei, dass es Pflicht der Mitglieder des Vereines sei, gegen eine solche Nichtachtung der Techniker Seitens der Behörden nach Kräften zu opponiren und die Stellung der Technik zu wahren.

Entgegen dieser Anschauung sprach sich Herr Professor Pestalozzi in dem Sinne aus, dass allerdings schon verschiedene Fälle vorgekommen sein dürften, bei denen in der gerügten Weise vorgegangen wurde und die zu der Vermuthung führen können, dass es sich auch hier so verhalte, dass aber doch keine genügende Sicherheit vorhanden, dass dem wirklich so sei.

Das Präsidium wünschte nun noch die Frage beantwortet zu sehen, was die Veranlassung zum Durchgehen der Locomotive und damit zu dem bedauerlichen Unglück auf der Wädensweilerbahn gebildet habe.

Hierüber wird sowohl von den Herren Ingenieur Schmid Oberingenieur Maey und Oberingenieur Tobler betont, dass bei allen solchen Unglücksfällen in der Regel ein Zusammenwirken mehrerer ungünstiger Umstände stattfinde, und selten einer einzigen Ursache die Schuld beigelegt werden könne; dass es überhaupt meistens sehr schwer falle, die wahren Ursachen zu ermitteln, namentlich wenn von den Behörden in oben angeführter Weise Beschlag auf die betreffenden Gegenstände gelegt werde.

Die Obgenannten stimmten alle in der Ansicht überein, dass in vorliegendem Falle die vorhandenen Bremsvorrichtungen hätten genügen sollen, wenn nicht solche aus bis jetzt unaufgeklärten Ursachen abgeschwächt worden wären.

Auch wurde besonders hervorgehoben, dass das Unglück an und für sich mit dem System Wetli in keiner unmittelbaren Be- rührung stehe und man daher der vielfach gehörten irrgen Ansicht, das System als solches dafür verantwortlich machen zu wollen, entgegentreten müsse.

Hr. Ober-Ing. Maey tritt sodann speciell auf die Thalfahrt ein und beschreibt dieselbe; er zeigte namentlich, wie im Anfang auf eine Länge von circa 400 Meter die Fahrt ganz regelmässig und langsam vor sich gegangen; wie er, bei der gemachten Beobachtung, dass sich die Schnelligkeit in etwas vermehrt habe, sogleich die am Wagen befindliche Bremse habe stärker anziehen lassen. Sowie er bemerkte, dass Maschinenmeister Haueter Gegendampf gebe, scheinbar ohne Wirkung, habe er die Wagenbremse durch seine Leute noch mehr anziehen lassen, so dass der Wagen auf der ganzen Fahrt gezogen worden sei. Die Hoffnung auf der Horizontalen der Station Samstagern die Locomotive zum Stehen zu bringen, habe sich nicht erfüllt, obschon die Geschwindigkeit etwas nachgelassen habe. Ueberhaupt schätzt der Redner die Geschwindigkeit in dieser ersten Periode bis Samstagern auf nur etwa 60 Kilometer. Von Samstagern hinweg habe dieselbe aber bedeutend zugenommen und sei auf vielleicht 120 Kilometer gestiegen. Noch wäre es möglich gewesen, den Wagen von der Locomotive abzukuppeln und sich zu retten, er hätte diess jedoch nicht für passend gehalten. Unterhalb Burghalden habe der Wagen sodann furchtbare Schwankungen angenommen und sei nach

mehreren äusserst heftigen Stössen plötzlich stille gestanden. In diesem Moment, welchen er und Wetli zum Absteigen benutzten, habe sich auch die Schnelligkeit der Lokomotive so verringert gehabt, dass er hoffte, dieselbe werde glücklich in den Bahnhof Wädensweil gelangen. Bei der Entgleisung habe die Schnelligkeit überhaupt nur noch etwa 60—70 Kilometer betragen, während sich dieselbe sodann auf der nur noch kurzen Distanz von 1 Kilometer bis Wädensweil wieder bis auf circa 120 Kilometer vergrössert hätte.

Auf diesen Moment der Katastrophe möchte derselbe ganz besonders aufmerksam machen, wenn zur Untersuchung der An-gelegenheit vielleicht noch eine technische Expertise vorgenommen werde.

Nachdem der früher bestellten Commission nun noch ihr Mandat für Vornahme von Versuchen mit diesen Special-Bahn-systemen erneuert wurde, wurde derselben gleichzeitig auch die angeregte Frage über das bei Bergbahnen nothwendige Verhältniss der Anzahl von Bremsen zu der Wagenzahl der Züge, so wie über die Construction dieser Bremsen zur Untersuchung und Bericht überwiesen, und schliesslich vom Präsidium dem Referenten, wie den übrigen Rednern ihre Mittheilungen, so wie den Vereinsmitgliedern ihr äusserst zahlreiches Erscheinen verdankt.

* * *

Ueber das monolithische Verhalten der Trockenmauern.

(Correspondenz.)

In neulichen Erörterungen über die vorgeschlagenen Constructionsweisen für die Stütz- und Futtermauern der Gott-hard-bahn, ob Mörtel- oder Trockenmauerwerk, ist unseres Erachtens das letztere um einige gute Motive zu kurz gekommen. Vorzugsweise wurde geltend gemacht: „dass bei den Trockenmauern die Steine nicht durch Mörtel zu einem Monolith verbunden werden, sondern nur durch Druck und Reibung zusammenhalten“, und daraus geschlossen, dass überhaupt trockenes Mauerwerk nur gegen geringen Druck, wie etwa bei Futtermauern, Anwendung finden könne.

Es sei uns gestattet, gegenüber dieser Beurtheilung eine entgegengesetzte Anschauung zu begründen, nämlich:

Dass Trockenmauern dem Erddruck ganz eben so gut wie Mörtelmauern als Monolithe entgegen wirken, dass überhaupt aus statischen Gründen eine Trockenmauer einem bestimmten Erddruck mit gleicher Sicherheit widersteht, wie eine Mörtelmauer von gleichem Querschnitt.

Die Stabilität irgend einer Mauer, die einem bestimmten Erddruck zu widerstehen hat, besteht in der Erfüllung zweier Bedingungen:

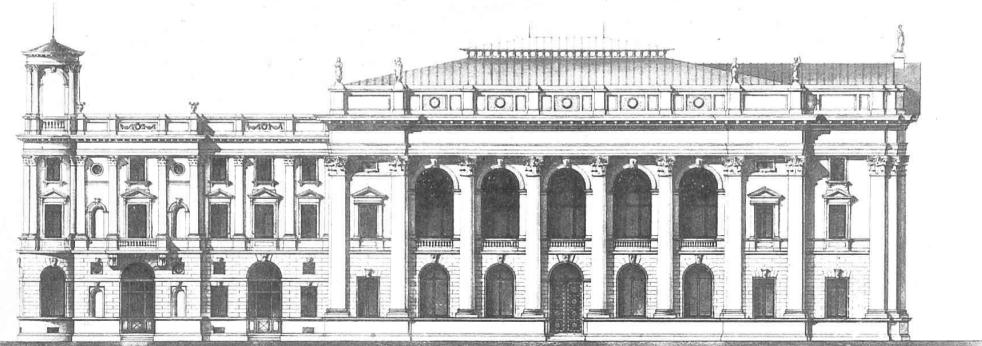
dass erstens die Mauer nicht hinausgeschoben werde, d. h. dass der in der Richtung senkrecht zur Druckfläche entstehenden scheerenden Kraft durch innere Kräfte das Gleichgewicht gehalten werde — bei Mörtelmauern ist es die Festigkeit des Mörtels, bei Trockenmauern die durch das Mauergewicht erzeugte Reibung, bei schiefen Mauern überdies noch eine Componente des Mauergewichtes, welche diesen Widerstand leisten,

dass zweitens die Mauer nicht umgeworfen werde, d. h. dass das Moment des Mauergewichtes, bezogen auf den vordern Fusspunkt der Mauer, dem Moment des Erddruckes zum Mindesten gleich sei.

Die nach erster Bedingung berechnete Mauerstärke fällt gewöhnlich bei schiefen Mauern so zu sagen immer kleiner aus, als diejenige, die der zweiten Bedingung genügt. Es ist somit überhaupt die zweite Bedingung die wichtigere. Um aber auch hinsichtlich der ersten Bedingung Trocken- und Mörtelmauer zu vergleichen, genügt es zu erwägen, dass bei Trockenmauern die ineinander greifenden Unebenheiten rauher Steine, einen mindestens eben so grossen Reibungswiderstand zu erzeugen fähig sind, als bei Mörtelmauern die Abscheerungsfestigkeit des Mörtels leisten kann, namentlich wenn derselbe, wie es gewöhnlich der Fall, der äussern Kraft schon widerstehen soll, wenn er noch nicht erhartet ist. In diesem Falle wird er wohl eher als Schmiermittel denn als widerstehende Potenz wirken.

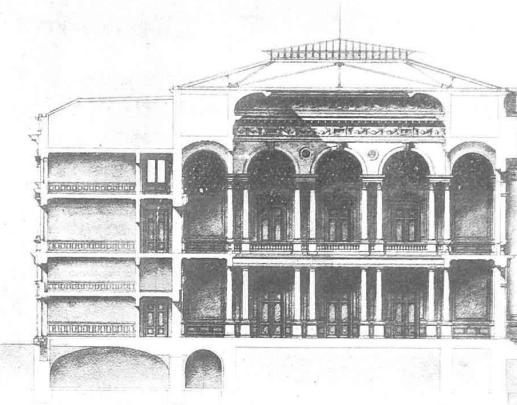
Bezüglich der zweiten Bedingung, Sicherheit gegen Umwerfen, ist nothwendig, dass die Mauer mit dem Moment ihres

Die Concurrenzpläne für den Bau einer Börse in Zürich.

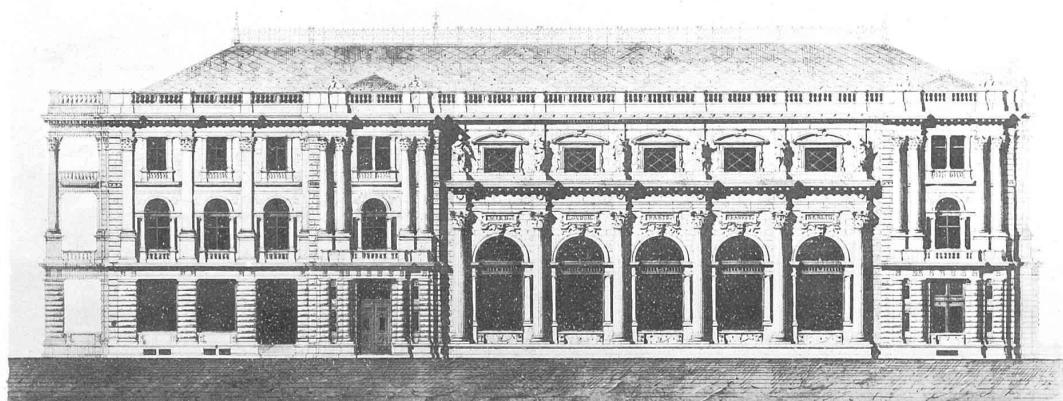


Hauptfaçade gegen die Bahnhofstrasse.

Entwurf von Gebrüder Reutlinger, Architecten in Zürich.

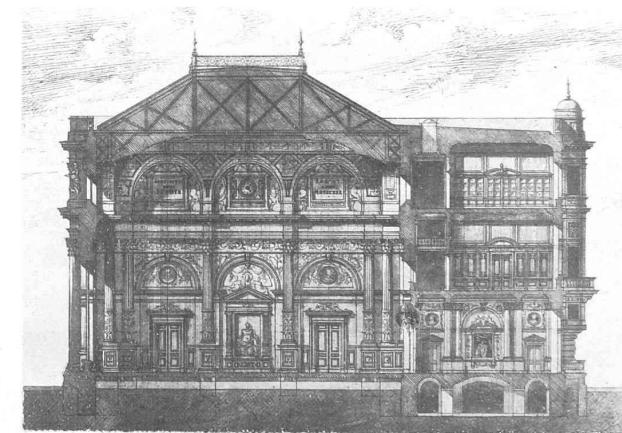


Querschnitt.



Hauptfaçade gegen die Bahnhofstrasse.

Entwurf von F. Walser & A. Müller, Architecten in Zürich.



Querschnitt.

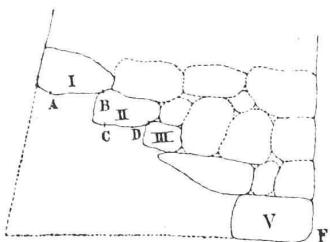
Seite / page

18(3)

leer / vide / blank

Gewichtes, d. h. mit dem Gewicht mal dem Horizontalabstand des Schwerpunktes der Mauermasse vom vorderen Fusspunkt, dem Erddruckmoment in gleicher Weise entgegenwirke, wie es ein Monolith, ein zusammenhängender Körper thun würde. In dieser Hinsicht scheint nun allerdings auf den ersten Blick eine Mörtelmauer dem Ideal eines Monolithen näher zu stehen als eine Trockenmauer, welche, sobald es wirklich zum Einsturz kommen sollte, nichts weniger als ein regelrechtes Umkanten, vielmehr ein regelloses in sich selbst Zusammenfallen zeigen würde. Es ist aber auch nicht dieser Fall, sondern vielmehr das statische Verhalten im Falle des Gleichgewichts massgebend, um eine Mauer als Monolith beurtheilen zu können.

Zu dieser Beurtheilung hilft nun folgende Betrachtung:



Ein Stein **I** in der hintern Mauerflucht wird sein eigenes Gewicht und dasjenige der auf ihm ruhenden Mauermasse im Allgemeinen in zwei hervorragenden Auflagerpunkten **A** und **B** auf die unterhalb gelegenen Mauertheile übertragen. Der Effect des Erddruckes auf diesen Stein und die von ihm getragene Mauermasse wird aber der sein, dass je grösser der Erddruck, um so mehr der hintere Auflagerpunkt **A** entlastet und das ganze Gewicht mehr und mehr nur im vorderen **B** wirksam wird. Diese unter dem Einfluss des Erddrucks stehende Mauermasse kann auf die weiter nach vornen gelegenen Mauertheile nicht eher eine umstürzende Tendenz ausüben, als bis ihr ganzes Gewicht nur im Auflagerpunkt **B** zur Wirkung kommt und hier den Stein **II** belastet. Diese ganze Mauermasse, welche auf **I** ruht, verbunden mit derjenigen, welche ihr Gewicht auf den Stein **II** stützt, sammt den Steinen **I** und **II** selbst, bilden also im äussersten Falle des Gleichgewichts zusammen schon einen Monolith. Es lagert aber auch der Stein **II** das ganze Gewicht dieses Monolithen im Allgemeinen auf zwei Auflagerpunkte **C** und **D**, von denen aber im äussersten Falle des Gleichgewichts wieder **C** vollständig entlastet ist, und dafür das volle Gewicht in **D** wirkt und sich hier auf einen dritten Stein **III** überträgt, mit dem und dessen directer Belastung vereinigt die vorige Masse neuerdings einen Monolith bildet. Dieses Argument weiter verfolgend, gelangen wir endlich zu dem Vorsetzstein **V** in der vorderen Mauerflucht, der im äussersten Gleichgewichtsfalle, das heisst eben bevor der Einsturz beginnen würde, in seinem vorderen Fusspunkt **F** das ganze Gewicht der Mauer bis und mit den Steinen **I**, **II**, **III**, ..., **V**, wie dasjenige eines Monolithen auf die Unterlage überträgt, und der Einsturz wird nicht erfolgen, wenn dieses Gewicht, multiplicirt mit seinem Hebelarm bezüglich **F** als Drehpunkt, durch das Moment des Erddrucks nicht übertrifft wird.

Sehen wir zu, welcher Vortheil, gegenüber dieser Leistung einer Trockenmauer, durch eine Mörtelmauer von ganz derselben Structur geboten würde. Dieser Vortheil könnte höchstens darin bestehen, dass der keilförmige Mauertheil, der unterhalb der Steine **V** ..., **III**, **II**, **I** liegt, also nicht mehr durch successive Ueberbindung getragen wird, vermöge der Zugfestigkeit des Mörtels an diesen Steinen hängen bliebe, wodurch das wirksame Mauer gewicht und sein Moment etwas vergrössert würde. Es ist aber bekanntlich nicht üblich in Mauerwerken, dem Mörtel irgend welche Zugfestigkeit zuzumuthen und dies kann hier um so weniger geschehen, als im Eisenbahnbau gewöhnlich die Nachfüllung der Dämme in gleichem Masse wie die Aufführung der Stützmauern forschreitet, so dass diese letztern schon den vollen Erddruck auszuhalten haben, bevor ihr Mörtel Zeit gefunden, gehörig zu erhärten.

Wir sind darum wohl berechtigt, die statische Wirksamkeit einer trockenen Stützmauer als derjenigen einer in Mörtel aus-

geführten vollständig ebenbürtig zu bezeichnen, so dass eine Mauerstärke, die einem bestimmten Erddruck gemäss berechnet worden ist, ganz gleich gut auf Trocken- wie auf Mörtelmauerwerk anwendbar ist.

Die vorige Betrachtung lässt uns auch sofort erkennen, welche Eigenschaften eine Trockenmauer und gleicherweise auch eine Mörtelmauer „gut“ machen, d. h. zu möglichst grosser Widerstandskraft bei gegebener Mauerstärke befähigen. Es ist vorerst zu verlangen, dass der verlorene Mauerkeil, d. h. der unter den Steinen **V**, ..., **III**, **II**, **I** gelegene Theil möglichst klein ausfalle. Dazu hilft einzig ein möglichst vollkommener Quer verband, d. h. möglichst grosse Zahl und Länge der Binder. Namentlich gilt dies für die untersten Schichten, für welche das Verhältniss zwischen Mauerstärke und Erddruck am Ungünstigsten ist. Es ist übrigens leicht, in dieser Beziehung grosse Vollkommenheit zu erreichen, denn schon die geringste Ueberbindung genügt, wie unsere Figur zeigt, um die untere Grenzfläche des monolithischen Theils der Mauer sehr flach zu machen. Weiter hilft zu möglichst vollkommener Ausnutzung des Mauergewichtes die Vollkantigkeit der Vorsetzsteine in der vordern Mauerflucht, denn nur unter dieser Voraussetzung kommt der Drehpunkt **F** der Momente wirklich in die vordere Mauerflucht zu liegen, und wird also der Hebelarm des Mauergewichtes möglichst gross.

Nachdem die aus statischen Gründen gegen die trockenen Stütz- und Futtermauern erhobenen Bedenken widerlegt sind, mögen noch einige practische Verhältnisse hervorgehoben werden, die wohl geeignet scheinen, diese Constructionsart als gerade für den Eisenbahnbau besonders passend und nützlich zu empfehlen.

Die oben erwiesene statische Gleichwerthigkeit beider Mauerarten stützt sich auf die Voraussetzung gleicher Structur; es darf aber wohl behauptet werden, dass im Allgemeinen die Structur einer Trockenmauer eine bessere sein wird.

Gar mancher Stein erhält in der Mörtelmauer eine Lage, die er nicht behalten könnte, wenn nicht der Mörtel ihn vorübergehend fest kitten würde. Gar manches Loch wird mit elendem Schutt ausgefüllt und schnell, wenn etwa ein Bauführer in Sicht, mit einem Kübel Mörtel zu einer schönen Sichtfläche verkleistert. So dient der Mörtel, statt als satt ausfüllendes Bindemittel, sehr oft nur als Schönheitspflaster für alle möglichen Fehler der Structur. Anders ist es bei der Trockenmauer, wo kein Stein ausser in der naturgemässen Lage hält, wo stets der ganze Verband der Aufsicht offen da liegt, hier muss besser gearbeitet werden.

Auch als Einwendung gegen die Trockenmauern werden die lockernden Wirkungen der Erschütterungen durch fahrende Züge angerufen. Solche Lockerungen zeigen sich freilich bei Mörtelmauern, wie am Mauerwerk mancher offener Dohlen und Durchfahrten in der Nähe der Auflagerquader, ja sogar am Riegelwerk mancher neben der Bahn stehender Wärterhäuser zu bemerken ist, aber eben dieser Umstand empfiehlt die Trockenmauern, bei denen nichts da ist, das wie der Mörtel der Auflockerung fähig wäre, bei denen vielmehr in der Ausfüllung der Fugen mit Moos ein treffliches Mittel gegeben ist, die Erschütterungen zu mildern und ihre Fortpflanzung zu beschränken.

Endlich bleibt auch der billigere Preis des Trockenmauerwerks noch in die Waagschale zu legen, indem Trockenmauerwerk von bester Qualität, pro Cubiemeter 7—8 Fr. billiger zu stehen kommt, als Mörtelmauerwerk, was bei so grossen Quantitäten wie sie z. B. bei der Gotthardbahn vorkommen, einer beträchtlichen Ersparniss entspricht.

* * *

Die eidgenössische Festigkeitsmaschine!

Vortrag im technischen Verein Winterthur, 22. December 1876.

(Früherer Artikel Bd. II, Nr. 26, Seite 293)

Von obiger Maschine publicirte Herr Prof. K r o n a u e r sel. einen hübschen Atlas mit ausführlicher Beschreibung, welcher wir einige Daten entnehmen. Nachdem Herr K r o n a u e r mittelst geschichtlicher Einleitung gezeigt, wie sich das Bedürfniss nach einer Festigkeitsmaschine besonders beim Brückenbau schon früher herausgestellt und wie nach und nach durch Gebrauch