

# Aspekte der Geschichte des ingenieurmässig bemessenen Trockenmauerwerks in der Schweiz



© 2002  
Gerhard Stoll  
Trockenmaurer / Dipl. Arch. ETH/SIA  
Hüeblistrasse 28  
8636 Wald / Switzerland

+41/55/246'34'55  
+41/78/761'38'18  
gstoll@bluewin.ch  
www.stonewalls.ch  
www.trockensteinmaurer-verband.ch

## Abstract

Im 19. Jahrhundert, zur Zeit der Industrialisierung, wurde Trockenmauerwerk beim Bau von Infrastrukturbauten (Bahn, Strassen) in grossem Stil eingesetzt. Diese Trockenmauern wurden ingenieurmässig bemessen, im Gegensatz zu den überall vorhandenen Trockenmauern der so genannten "anonymen Architektur". Der Beitrag versucht aufzeigen, wie und wann der Übergang vom anonymen Trockenmauern zum ingenieurmässig berechneten Trockenmauern erfolgte.

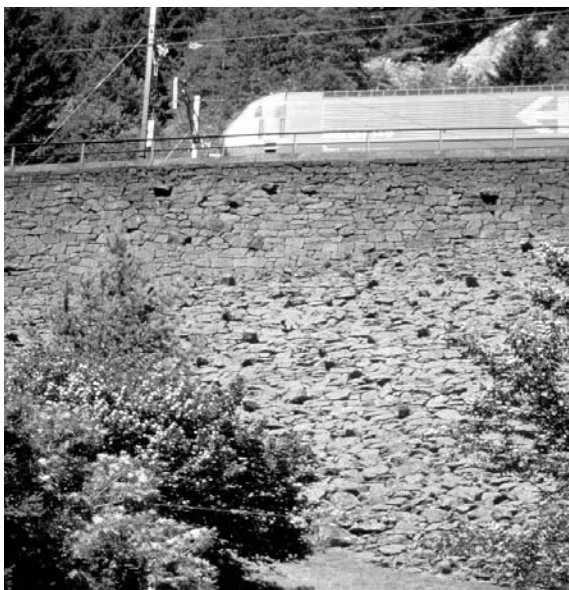


Abbildung 1:  
Gotthard-Bahn, Steinsatz mit aufgesetzter Stützmauer bei Wassen.  
Alles Trockenmauerwerk mit Ausnahme der Mauerkrone



Abbildung 2:  
Gotthard-Bahn, Steinsatz mit aufgesetzter Stützmauer. Detailansicht.

## 1. Einleitung

Viele Leute stellen sich unter Trockenmauerwerk kleine, relativ instabile Bauwerke der bäuerlichen Kultur vor, wie man sie von Terrassierungen oder freistehenden Weidemauern her kennt. Trockenmauern ist für sie eine Bautechnik, die mit unserer modernen Zeit und den heutigen technischen Anforderungen nicht mehr mithalten kann. Dabei geht vergessen, dass im 19. Jahrhundert, zur Zeit der industriellen Revolution, der Bau von Trockenmauern einen letzten Höhepunkt erlebte. Man wollte mit den damals neuen Transportmitteln, Auto, Lastwagen und Eisenbahn, über die Alpen bequem von Nord nach Süd und zurück fahren können. Dazu wurden neue, grössere Strassen und wenig später auch Eisenbahnen gebaut. Viele der damals dazu errichteten trockengemauerten Bauwerke sind noch heute in Gebrauch [Abb. 1-2].

Warum wurden bei diesen grossen Projekten Trockenmauern angewendet und nicht das heute in grossem Stil verwendete Baumaterial Stahlbeton? Dieses heute alltägliche Baumaterial war damals, Ende des 19. Jahrhunderts, erst gerade erfunden worden und wurde noch nicht für grosse Bauwerke angewendet. Auch Transporte waren im damals noch weitgehend unzugänglichen Gebirge schwierig. Man war deshalb darauf angewiesen, wenn möglich das an Ort vorhandene Baumaterial zu verwenden. Für die zahlreichen Stützmauern, welche beim Bau der Strassen- und Eisenbahntrassees nötig waren, wurde Naturstein verwendet, oft als Mörtelmauerwerk, wo möglich aber auch als Trockenmauerwerk.

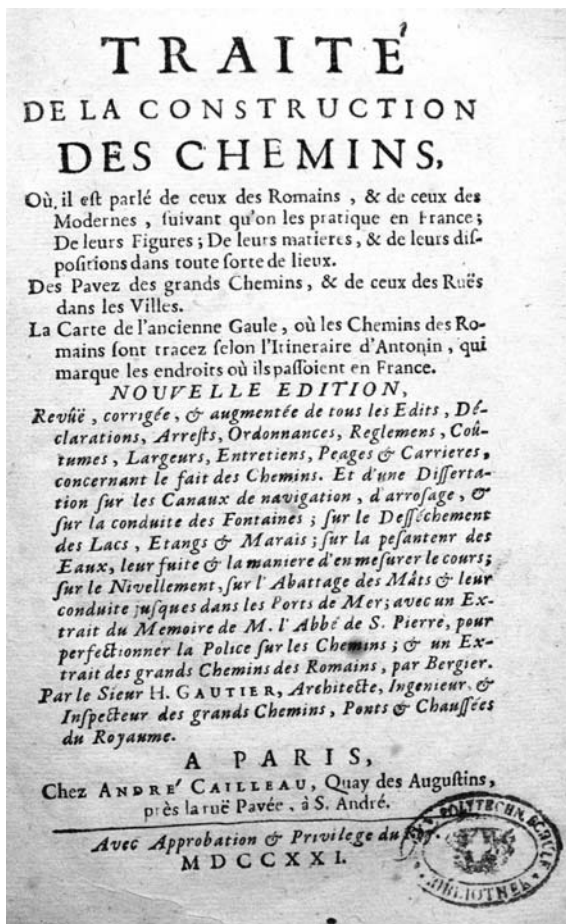


Abbildung 3: Titelbild Hubert Gauthier, Traité de la construction des chemins, Ausgabe von 1721

## 2. Ursprung des ingenieurmässigen Trockenmauerbaus

Diese ingenieurmässige Verwendung von Trockenmauerwerk, die zweite grosse Strömung neben den Trockenmauerbauwerken der bäuerlichen "anonymen Architektur", stammt vermutlich aus der Zeit des Absolutismus, als in Frankreich Militäringenieur im Zuge der Aufklärung und unter Anwendung von mathematischen Methoden die theoretischen Grundlagen der traditionellen Bautechniken ergründeten. Damals mussten zur Verschiebung der grossen Heere Militärstrassen gebaut werden, die den Gewichten der mittransportierten Kanonen standhielten. Die Qualität solcher Bauwerke wurde nicht mehr dem Zufall überlassen, sondern in Richtlinien und Bauvorschriften festgelegt.

## 3. Unterschiede des ingenieurmässigen und "anonymen" Trockenmauerns

Ich habe verschiedene Dokumente aus der Zeit zwischen 1700 bis 1950 gefunden, welche Regeln zum Bau von ingenieurmässig bemessenem Mauerwerk beschreiben. Nebst dem ältesten Dokument, dem "Traité de la Construction des Chemins" des Franzosen Hubert Gauthier aus den Jahre 1693 [Abb. 3], auch die Richtlinien und Normen, die beim Bau der Gotthardbahn Verwendung fanden [Abb. 4,5]. Aus diesen Eisenbahn-Normen vom Ende des 19. Jahrhunderts wurden später die Schweizer Mauerwerksnormen abgeleitet. Die letzten dieser Richtlinien und Normen, die noch den Bau von Trockenmauern beschreiben, stammen aus der Zeit zwischen 1940 und 1950.

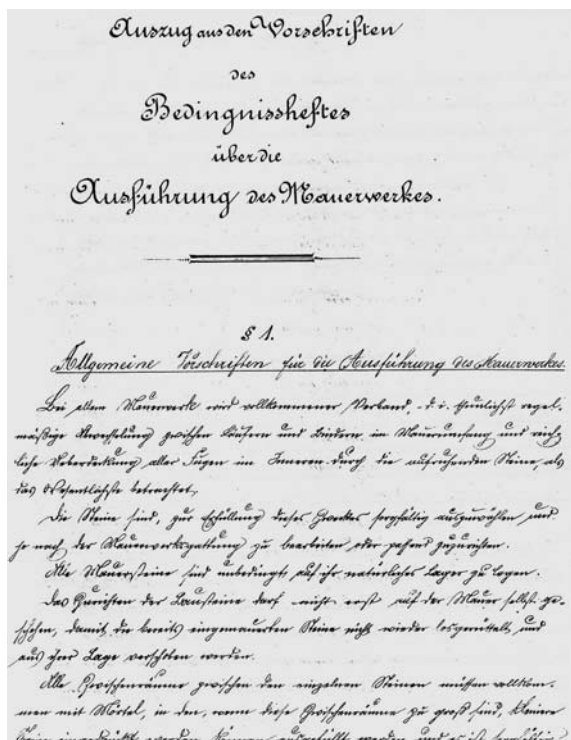


Abbildung 5: Gotthard-Bahn, Ausschnitt aus dem Normenblatt Nr. 5, "Erd- und Steindämme, Steinsätze und Trockenmauern".

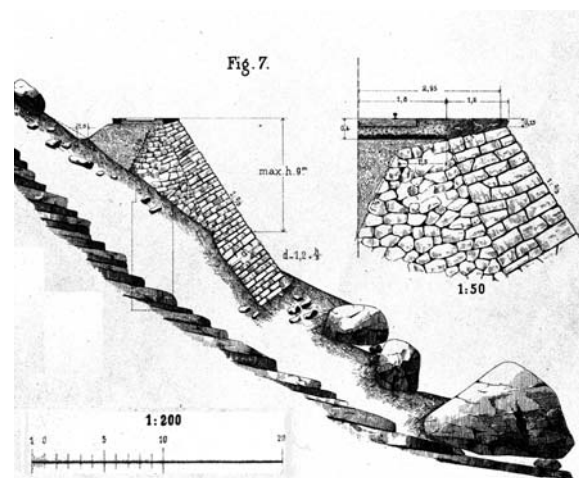


Abbildung 4: Titelbild Bedingnishefte für die Ausführung des Mauerwerkes der Gotthard-Bahn, 1873

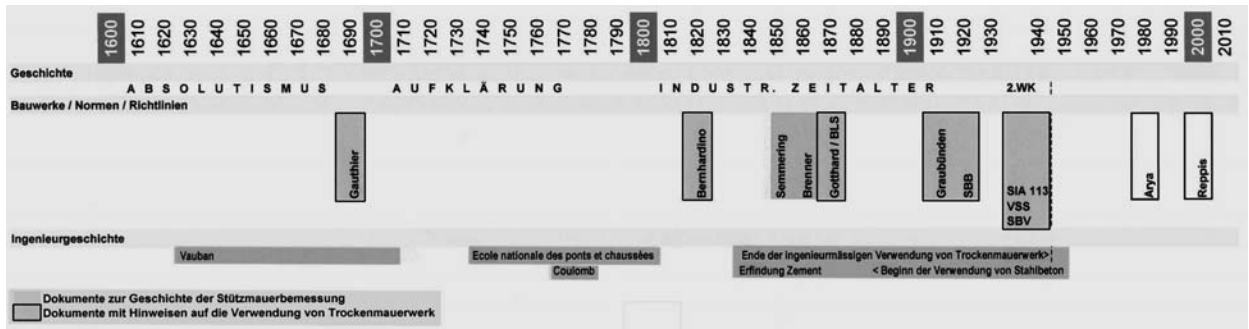


Abbildung 6: Summarische Darstellung der zeitlichen Entwicklung des ingenieurmässigen Trockenmauerns

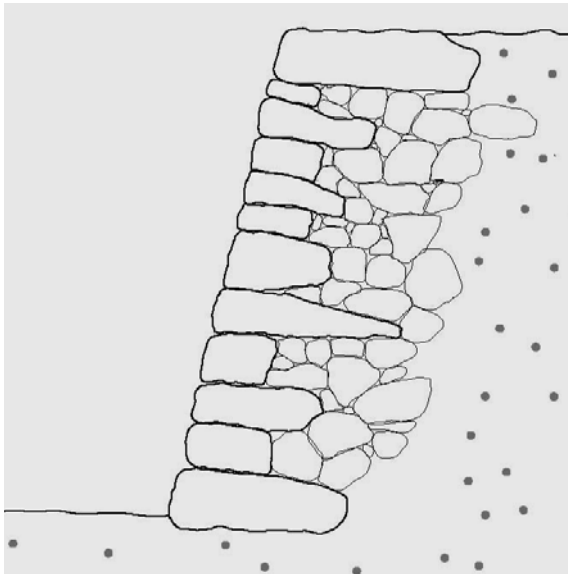


Abbildung 7: Bauprinzip einer einschaligen Stützmauer

Uns als Trockenmauerer interessiert nun, ob diese Ingenieur-Trockenmauern gleich konstruiert wurden wie die eingangs erwähnten Trockenmauern der so genannten "anonymen Architektur". Die beiden Baustile unterscheiden sich wie folgt:

### Querschnitt

Bei der Bauweise der "anonymen Architektur" einer Stützmauer wird nur eine äussere sorgfältig aufgebaute Mauerschale aus relativ grossen Mauersteinen aufgezogen. Der Zwischenraum zwischen Aussen- und Erdreich wird mit kleineren, meist unförmigen Steinen hintermauert und hinterfüllt. Das Tragverhalten einer solchen in "einschaligen" Bauweise erstellten Stützmauer ist nicht berechenbar [Abb. 7].

Im Gegensatz dazu stehen die ingenieurmässig berechneten und gebauten Stützmauern in Trockenmauerwerk. Die Dimensionen solcher "Schwergewichtsmauern" kann rechnerisch ermittelt werden, indem Erddruck und Auflast dem Eigengewicht und der geometrischen Ausbildung der Mauer (Anzug der Maueraussenfläche, Neigung des Fundamentes etc.)

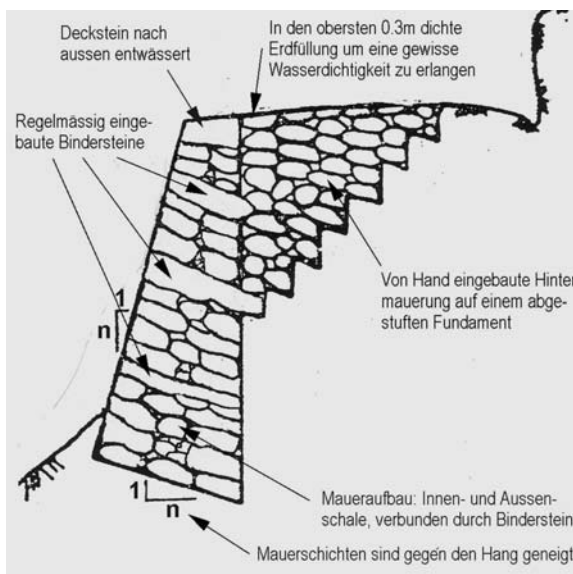


Abbildung 8: Bauprinzip einer trockengemauerten Schwergewichtsmauer

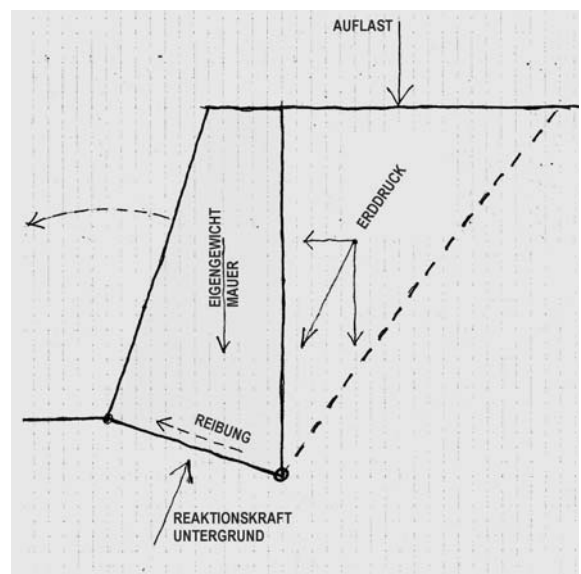


Abbildung 9: Statisches System von Schwergewichts-Stützmauern

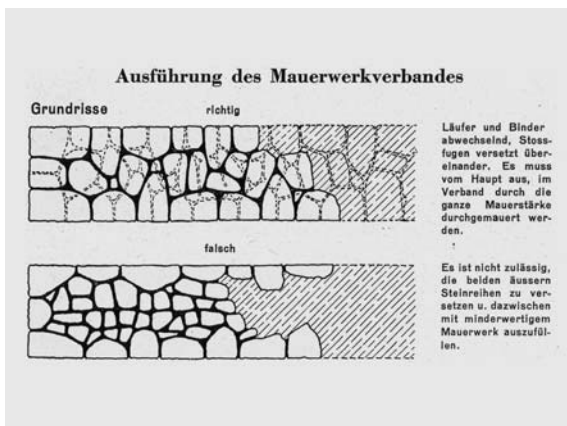


Abbildung 10:  
Bedingungen für die Ausbildung des Mauerverbandes

gegenübergestellt werden [Abb. 9]. Berücksichtigt werden muss auch die Tragfähigkeit des Untergrundes. Die Berechnung ergibt einen trapezförmigen Querschnitt, der am Fusspunkt breiter ist als im Bereich des Mauerkopfes [Abb. 8,9].

Das Trockenmauerwerk, das beim Aufmauern solcher Querschnitte zur Anwendung kam, hatte festgelegten Qualitätsansprüchen zu genügen. Geregelt wurde unter anderem:

### Verband

Der trapezförmige Querschnitt wurde mit soliden Mauersteinen in einwandfreiem Verband aufgemauert. Eine Verkeilung von aussen war nicht erlaubt. Eine kleinformatige Füllung war nicht zulässig [Abb. 10,11].

### Bearbeitung

Die Bearbeitung der Stoss- und Lagerfugen war vorgeschrieben [Abb. 12].

### Steinqualität

Die Druckfestigkeit und Witterungsbeständigkeit der verwendeten Natursteine musste nachgewiesen werden.

Beim Trockenmauern der sog. anonymen Architektur wurde das an Ort vorhandene Steinmaterial verbaut ohne Rücksicht auf Steinqualität.

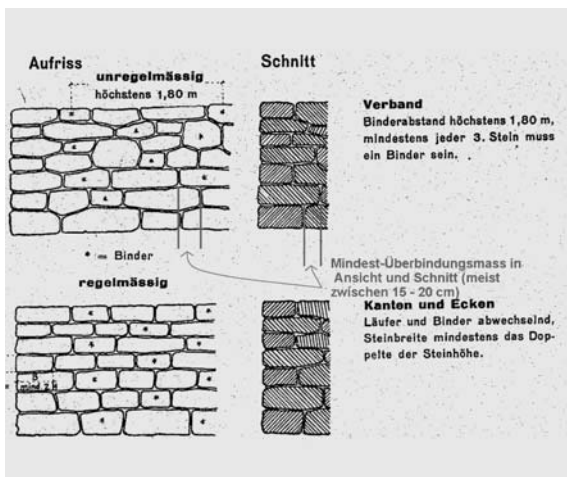


Abbildung 11:  
Bedingungen für die Ausbildung des Mauerverbandes

### 4. Nutzen

Welchen Nutzen haben die alten Dokumente für uns? Bei unseren Trockenmauer-Projekten geht es oft darum, Stützmauern unterhalb alter Saumwege zu erneuern [Abb. 13,14]. Anstatt von Maultieren und Personen müssen die Mauern heute Ladewagen und Fahrzeuge tragen. Hier kann der Rückgriff auf die statisch bemessenen, mit definierter Qualität gebauten Trockenmauern eine Lösung bieten.

Die vor 150 Jahren in der Schweiz aufgestellten Richtlinien für die Ausführung von Trockenmauerwerk, welche dann bis etwa 1945 weiterentwickelt worden sind, können heute ohne weiteres als Grundlage für Ausschreibung und Qualitätssicherung von Trockenmauerwerk genommen werden, das heutigen Sicherheitsanforderungen genügen muss.

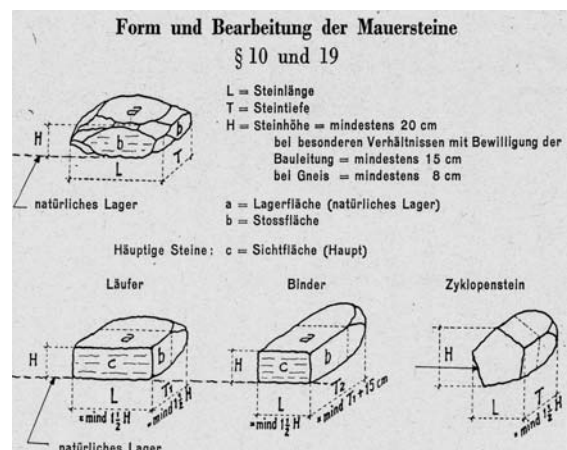


Abbildung 12:  
Bedingungen für die Bearbeitung der Stoss- und Lagerfugen



Abbildung 13:  
Stiftung Umwelt-Einsatz Schweiz, Bau einer Lasten tragenden Stützmauer in Verdabbio GR / Dezember 2002



Abbildung 14:  
Stiftung Umwelt-Einsatz Schweiz, Bau einer Lasten tragenden Stützmauer in Verdabbio GR / Juni 2002

## 5. Zusammenfassung

Zusammenfassend kann man also sagen, dass es neben dem traditionellen Trockenmauern der sog. „anonymen Architektur“ ein ingenieurmässiges, statisch bemessenes und genormtes Trockenmauern gab. Beim ingenieurmässigen Trockenmauern war neben dem einzuhaltenden Mauerverband auch die Steinqualität und die zulässige Grösse der Lager- und Stossfugen geregelt. Der Ursprung des ingenieurmässigen Trockenmauerns liegt vermutlich bei französischen Militäringenieurern, welche vom 17. Jahrhundert an im Zusammenhang mit Festungs- und Strassenbau den Bau von Stützmauern wissenschaftlich erforschten. Im 19. Jahrhundert wurde die Technik perfektioniert und beim Bau der grossen Alpenstrassen und Alpenbahnen angewendet.

## 6. Literatur

- Traité de la construction des chemins  
Hubert Gauthier  
Paris, 1693
- Gotthard-Bahn
  - a.) Besondere Bestimmungen für die Ausführung der Erd- und Steinwerke, 1873
  - b.) Besondere Bestimmungen für die Ausführung des Mauerwerkes, 1873
  - c.) Besondere Vorschriften für Unterbau, 1873
  - d.) Normalien Unterbau, 1879
- Schweizerische Bundesbahnen  
Besondere Bestimmungen für die Ausführung der Tiefbauarbeiten, Bern, 1924
- Norm SIA Nr. 113  
Provisorische Normen für die Berechnung und Ausführung von Mauerwerk aus natürlichen und künstlichen Bausteinen, 1943
- Vereinigung Schweizerischer Strassenfachmänner  
Normalien für Bergstrassen, I. Teil  
Ausgabe 1944
- Schweizerischer Baumeisterverband  
Richtlinien für die Ausführung von Natursteinmauerwerk entsprechend den besonderen Bestimmungen der SBB, 1946
- Arya, A.S. / Gupta, V.P.  
'Retaining wall for hill roads', Indian Roads Congress Journal, Vol.44-1/44-4, 1983, Paper Nr. 356,