

# Naturstein-Mauerwerk

Autor(en): **Schmid, M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **119/120 (1942)**

Heft 14

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-52339>

## **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.

typisch lombardischen Bogenfries, dem Portal und den genannten Säulen der Krypta ist die Kirche völlig schmucklos und sie darf ohne Uebertreibung als die wohl rassistigste und am ausgesprochensten hochgebirgsmässige des ganzen lombardischen Stilgebiets bezeichnet werden, wobei sie die noch primitivere (obwohl jüngere) Santa Maria di Torello in der Arbostora zwischen Figino und Carona dann wieder an Grösse des Raumes und Schönheit des Mauerwerks übertrifft.

Der Schub des schweren Steindachs hat im Lauf der Jahrhunderte die Seitenmauern etwas auseinander getrieben, sodass nun eine umfassende Wiederherstellung unternommen werden soll. Ein Komitee und ein Ehrenkomitee unter dem Präsidium von Bundesrat Dr. Enrico Celio wirbt um Beiträge. Die Arbeiten stehen unter der Leitung von Ing. R. Gianella, unter der Aufsicht des tessinischen Baudepartements. Das Unternehmen ist aller Förderung wert: es handelt sich nicht nur um eine tessinische, sondern um eine eidgenössische Angelegenheit. Eine typographisch etwas grob geratene Broschüre wirbt um freiwillige Beiträge: Postcheck «Pro Restauri di San Nicolao» Nr. XI 1178, Bellinzona.

Wer dieses bedeutende und für den Tessin höchst charakteristische Baudenkmal besuchen will, dem sei als ein- oder zweitägige, auch landschaftlich wundervolle Fusswanderung empfohlen, von der Station Rodi-Fiesso über Prato auf das Plateau von Dalpe hinauf zu steigen und weiterhin dem rechten Talhang entlang bis fast zur Waldgrenze nach Gribbio, von hier aus abwärts nach Chironico und weiter nach Giornico, wobei man unterwegs die schön dekorierte und mit ausgezeichneten Wandgemälden geschmückte, ganz im Kastanienwald versteckte Kapelle San Pellegrino nicht versäumen darf. Es gibt vielleicht keine Wanderung, auf der man den Uebergang vom Norden nach dem Süden, von der Baumgrenze und Tannenregion bis zu den Kastanien, Rebbergen und Feigen, vom alpinen Blockbau bis zur ausgesprochenen italienischen Architektur und Landschaft so nachdrücklich erlebt wie hier.

Abb. 7. Blick in die Krypta. — Abb. 1, 7 und 8 Phot. A. u. W. Borelli, Airolo



## Naturstein-Mauerwerk

Von Dipl. Ing. M. SCHMID, Zürich

Arch. J. Schweizer und Ing. J. Schneider haben, hauptsächlich auf Grund deutscher Veröffentlichungen über dieses Thema, in der Schweiz. Bauzeitung vom 18. Oktober und 22. November 1941 das Natursteinmauerwerk behandelt. Während J. Schweizer (Bd. 118, S. 187) die rein ästhetische Seite der Frage aufwarf, äusserte sich J. Schneider (Bd. 118, S. 248) als Ingenieur in erster Linie über die finanziellen Auswirkungen der Ausführungen Schweizer. Es sei nun einem zweiten Ingenieur gestattet, die sehr wichtige technische Seite des Problems, vor allem in statischer wie festigkeitstechnischer Beziehung zu beleuchten, wobei die ästhetische wie die finanzielle Frage als Schlussfolgerung dieser Betrachtungsweise erst richtig untersucht werden können.

Im Verlauf der vergangenen 70 Jahre hat sich die Betonbauweise im gesamten Bauwesen in dominierender Weise durchgesetzt. Der Naturstein, der in der Schweiz um die letzte Jahrhundertwende anlässlich der grossen Bahnbauten der NOB unter

## SAN NICOLAO GIORNICO

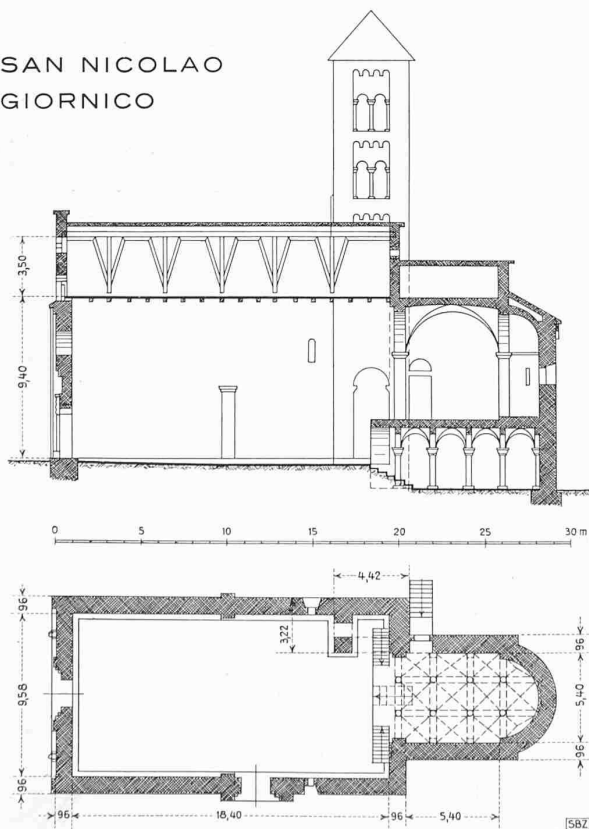


Abb. 4 u. 5. Grundriss und Längsschnitt. — Masstab 1 : 400

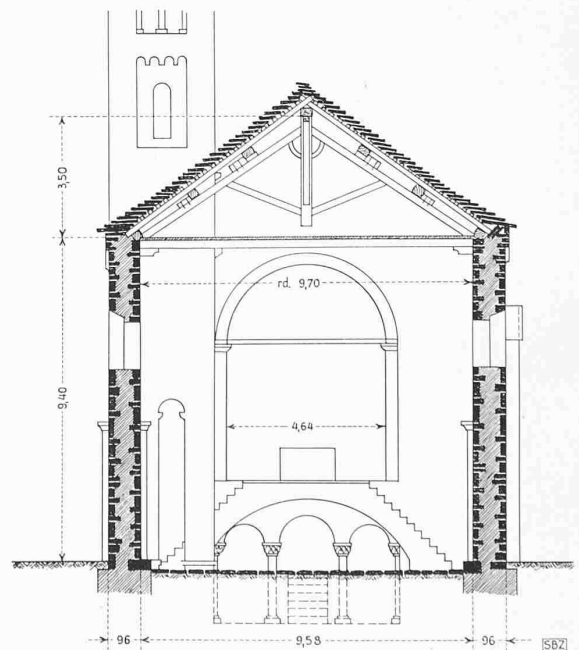


Abb. 6. Querschnitt 1 : 200. — Die abwechselnd gestellten bzw. gelegten Gneiss-Granit-Quader ergeben einen trefflichen Verband mit dem Füllmauerwerk, und nach aussen die schöne Horizontalstreifung der Mauerflächen



Abb. 8. Blick gegen Chor und Krypta von San Nicolao

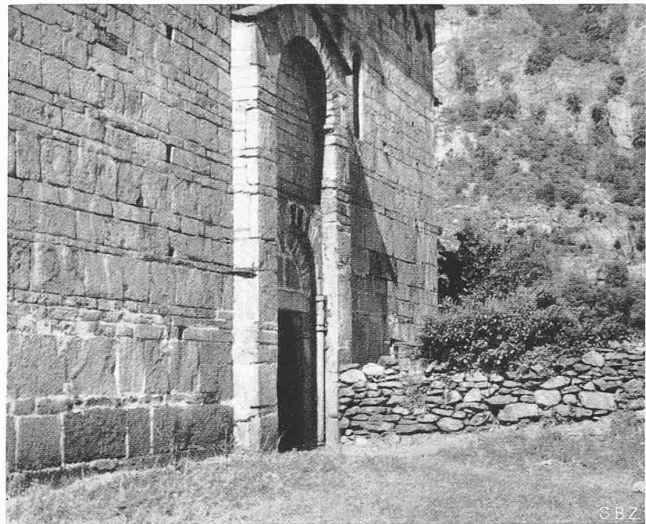


Abb. 9. Nebenportal in der Südfront von San Nicolao in Giornico

Oberingenieur R. Moser an den Zürichsee- und Schaffhauser-Linien sowie bei den Rhätischen Bahnen nochmals eine kurze Blütezeit (als Reaktion auf die einseitige Ausführung von Eisen-Konstruktionen) erlebte, wurde nachher fast ausschliesslich nurmehr als architektonisches Verkleidungselement und nicht mehr als tragender Baustoff angewandt. Wenn heute, besonders durch den Alpenstrassenbau, diese uralte, bodenständige und ausgezeichnete Bauweise wieder einen neuen Aufschwung nimmt, noch durch kriegswirtschaftliche Erwägungen kräftig gefördert, so ist dies nicht nur in technischer, sondern auch in ästhetischer und finanzieller Hinsicht von Bedeutung.

Wie sich an zahlreichen neuen Ausführungen, besonders an unsern Alpenstrassen zeigt, hat die ausschliessliche Verwendung des Betons den Ingenieur wie auch den Architekten dem Wesen des Natursteins entfremdet. Wichtige Erkenntnisse und Erfahrungen gingen verloren und vergessen. Auch die Kunst des Maurers war auf einem bedenklichen Tiefstand angelangt.

Die monolithische, fugenlose Betonbauweise hatte zur Folge, dass uns besonders das Wesen der druckübertragenden Mauerwerksfuge Schwierigkeiten bereitete. Im Gewölbekonstruktion ist die Lagerfuge senkrecht zur Drucklinie allerdings auch heute noch dem Ingenieur eine Selbstverständlichkeit, während dies bei Stützmauern jetzt nicht mehr der Fall ist, wie die neuen Ausführungen zeigen (S. 164/165). Die Ursache dafür, dass Stützmauern in Form von Zyklopen- und ähnlichem wildem, ungeordnetem Mauerwerk trotz dem durchaus falschen Konstruk-

tionsprinzip in technischer Hinsicht den Anforderungen Genüge leisten, liegt in der geringen Beanspruchung des Mauerwerkes. Eine massive Stützmauer stellt in erster Linie ein statisches (Gleichgewichts-)Problem dar, während die Festigkeitseigenschaften eine sehr untergeordnete Bedeutung aufweisen, da die Beanspruchungen auf Druck in Stützmauern einige wenige kg pro cm<sup>2</sup> nicht überschreiten. Da im Bau von Gewölben und Säulen aber tatsächlich hohe Beanspruchungen des Materials auftreten können, sei kurz auf einige Festigkeitsuntersuchungen an Mauerwerkprismen hingewiesen, die 1914 und 1915 Prof. F. Schüle für das Werk «Die natürlichen Bausteine und Dachschiefer der Schweiz» ausführte, sowie auch auf neuere deutsche Untersuchungen von Prof. E. Gaber. Diese Versuche zeigen alle, dass für die Uebertragung von Druck allein Mauerwerk aus mittelmässigem Gestein die Druckfestigkeit besten Betons erreicht und sogar übertrifft. In Tabelle 1 sind einige Festigkeitszahlen von Gesteinen und Mauerwerk schweizerischer Herkunft aufgeführt.

Tabelle 1: Einige Gesteinsfestigkeiten

Tuffe . . . . .	100 kg/cm <sup>2</sup>
Mittelmässiger Bolligersandstein (Zürichsee) . . . . .	500 bis 1000 kg/cm <sup>2</sup>
Bächlersandstein . . . . .	800 bis 1000 kg/cm <sup>2</sup>
Muschelsandstein . . . . .	300 bis 900 kg/cm <sup>2</sup>
Lägernkalke . . . . .	bis 1500 kg/cm <sup>2</sup>
Kalksandsteine, z. B. Benken . . . . .	1300 bis 2500 kg/cm <sup>2</sup>
Granite . . . . .	2000 bis 2700 kg/cm <sup>2</sup>

Wir sehen, dass schon mittelmässige Sandsteine bereits Festigkeiten von bestem hochwertigem Beton erreichen und sogar übertreffen.

Die Druckfestigkeit eines guten Zementmörtels 1 : 3 erreicht nach Versuchen an Würfeln nach 28 Tagen leicht 300 kg/cm<sup>2</sup>, an dünnen Platten von 0,5 bis 2 cm Stärke nach den neuesten deutschen Versuchen aber bis 1000 kg/cm<sup>2</sup>. Diese hohen Druckfestigkeiten dünner Mörtelfugen sind eine altbekannte Tatsache, worauf auch Prof. Schüle in seinen Mauerwerkuntersuchungen schon hinwies. Seine Versuche mit Mauerwerkprismen ergaben nämlich z. T. Druckfestigkeiten, die die Druckfestigkeit der Würfelproben aus Zementmörtel weit übertrafen und bis an die Grenze der Gesteinsfestigkeiten heranreichten, wobei aus technischen Gründen nur Prismenfestigkeiten ermittelt werden konnten.



Abb. 10 und 11. Figürliche Konsolen und Kapitäl am Südportal von San Nicolao



Abb. 12. Sockelfigur am Westportal

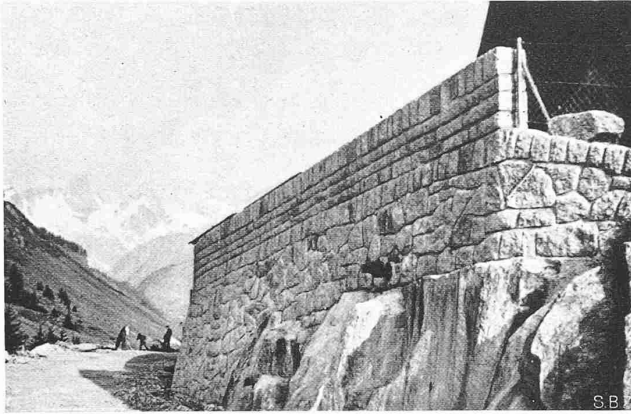


Abb. 1. Stütz- und Brüstungsmauer. Aufeinanderfolge von Zyklopen, Rollschar, lagerhaft und nochmals Rollschar wirkt schlecht. Auf die Spitze gestellter Eckstein besonders unsinnig

Diese wiederum reichen bekanntlich nicht an die Würfel- und Prismafestigkeiten heran, sondern betragen bei den verwendeten Prismengrößen rd. 60 bis 80 % der theoretischen Würfel- und Prismafestigkeiten (Tabellen 2 und 3).

#### Tabelle 2: Beispiele von EMPA-Versuchen 1914

Ebnater Sandstein, Steinfestigkeit . . . . .	1500 kg/cm <sup>2</sup>
Würfel-Mörtelfestigkeit, Zement-Mörtel 1 : 3 . . . . .	300 kg/cm <sup>2</sup>
Mauerwerksfestigkeit an Quaderprismen 20 × 20 × 30 cm, zwei Schichten . . . . .	530 kg/cm <sup>2</sup>
Mauerwerksfestigkeit an <i>lagerhaft</i> gemauerten Bruchsteinprismen 30 × 30 × 90 cm . . . . .	200 kg/cm <sup>2</sup>
Plastische Mörtel ergaben naturgemäß die besten Resultate.	

#### Tabelle 3: Neuere deutsche Versuche zum Vergleich mit Beton

Betonmauerwerk: Würfel- und Prismafestigkeit . . . . .	400 kg/cm <sup>2</sup>
Prismenfestigkeit an Prismen 30 × 30 × 66 cm . . . . .	300 kg/cm <sup>2</sup>
Sandsteinmauerwerk: Steinfestigkeit . . . . .	600 kg/cm <sup>2</sup>
Prismenfestigkeit mit einer Lagerfuge . . . . .	390 kg/cm <sup>2</sup>

Bei Granit ergeben sich Festigkeiten, die das Doppelte von bestem Beton erreichen.

Der Einfluss der Fugen wurde in Deutschland ebenfalls untersucht und zeitigte folgende Resultate: Die Festigkeiten aus Prismen mit drei Lagerfugen betragen noch 80 % der Festigkeit mit einer Lagerfuge. Bei nur einer Stossfuge (senkrechte Fuge) konnte praktisch kein Einfluss festgestellt werden. Lagerfugen von 0,5 bis 2 cm Stärke ergaben die grössten Festigkeiten, über 2 cm tritt eine Abnahme der Festigkeit ein, die sich dann der normalen Würfel- und Prismafestigkeit nähert. Zu enge und zu weite Fugen sind schlecht, rauhe Fugen besser als glatte.

Wir ersehen aus den Versuchen, dass Quadermauerwerk dem besten Beton in bezug auf Druckfestigkeit ebenbürtig oder überlegen ist, lagerhaftes Bruchsteinmauerwerk aber an die Festigkeiten von gutem Beton heranreicht. Der Schlankheitsgrad wirkt sich nicht ungünstiger aus als bei Beton ohne Stahleinlagen. Dies gilt aber nur für lagerhaftes Mauerwerk mit Lagerfugen, die senkrecht zur Druckrichtung liegen. Zyklopen- und anderes

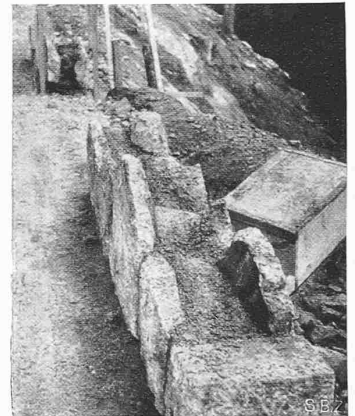


Abb. 4. Pfeiler für Lawinengalerie: grosse Vertikallasten erfordern lagerhaftes Mauerwerk, nicht solche regellose Steinhaufen



Abb. 2. Unschöne Futtermauer, weder Schichten- noch Zyklopmauerwerk. Mörtelfugen zu breit

Abb. 3 (rechts). Brüstungsmauer mit Betonfüllung, zwischen aufgestellten Steinplatten, täuscht massige Zyklopmauer vor (vgl. Abb. 6 auf Seite 162)



regellose Wildmauerwerk, eine Erfindung romantisch veranlagter Baukünstler der Neuzeit, wird, wie aus obigen Darstellungen leicht zu folgern ist, niemals diese hohen Prismafestigkeiten erreichen; es ist demnach in technischer Beziehung falsch. Man kann natürlich eine gewisse Gewölbewirkung innerhalb einer solchen Mauer ins Feld führen. Sie tritt aber nur zufällig und stellenweise auf, und die «Widerlager» solcher Gewölbe halten nur, weil der Zementmörtel alles zusammenleimt und klebt. Als Trockenmauerwerk für Säulen oder Gewölbe ausgeführt, würde ein solches Zyklopmauerwerk auseinanderfahren. Kein Techniker wird deswegen in Versuchung kommen, Säulen oder Gewölbe anders als lagerhaft zu mauern.

Was die Bearbeitung der Sichtflächen bei Hausteinen anbetrifft, so kommt im allgemeinen nur ein ganz rohes Spitzen in Frage, was aber nicht höhere Gesteinskosten als Bossen verursacht (Abb. 5, im Hintergrund, und 10). Bossen sind in festigkeitstechnischer Beziehung überflüssig und vermehren die Transportkosten bis zu 10 %<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Weil diese nach Gewicht bezahlt werden, das Liefern (und Vermauern) hingegen nach m<sup>2</sup> Ansichtsfläche. Würde man die überflüssigen Bossen weglassen, so könnte auch der Preis beim Steinproduzenten gesenkt werden. Es ist daher verständlich, dass dieser sich gegen die Abschaffung des alten Zopfes, der Bossen, wehrt. Sein oft gehörter Einwand, das Weglassen der Bossen bringe keine Arbeitersparnis, ist nicht stichhaltig: meist müssen die Bossen künstlich gehauen werden. Red.

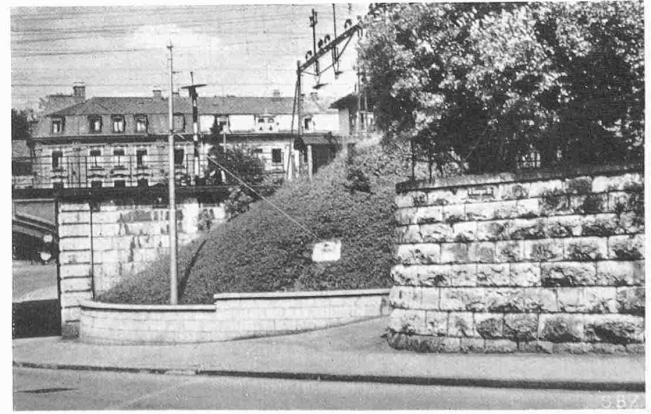


Abb. 5. Stützmauer rechts kräftig bossiert ist Schmutzfänger im Gegensatz zur glatten, ruhigen Fussmauer (hinten)



Abb. 6. Lawingalerie (1867)  
lagerhaft gut gemauert



Abb. 7 (Gegenbeispiel). Neue Mauernische. Stichgewölbe ohne ausgeprägte Widerlager wirkt fast wie ein Balken. Ungünstige Verhältnisse der Steingrößen sind dem Gesamteindruck abträglich: die kleinsten Steine sind die am stärksten beanspruchten

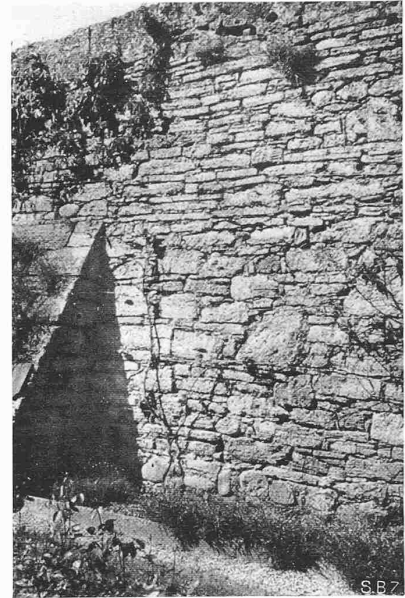


Abb. 8. Stützmauer von 1816  
natürlich und trefflich

Um unregelmässig anfallende Gesteine ohne wesentliche Bearbeitung für Bruchsteinmauerwerk zu verwenden, wird am besten nach der Mauerungsweise unserer Vorfahren verfahren, von der überall im Lande Beispiele in grosser Zahl zu finden sind, aus denen uns J. Schweizer einige prächtige Muster gezeigt hat. Unregelmässige Zwickel werden mit kleinern, faustgrossen Steinen und Steinscherben ausgezwickt, sodass immer wieder horizontale Lagerfugen entstehen. Es müssen dabei aber die veralteten Vorschriften, dass nur Steine von mindestens 15 bis 20 cm Stärke verwendet werden dürfen, einmal wenigstens für Stützmauern fallen gelassen werden. Auch kleine Steine sind druckfest und bei richtiger Auslese dauerhaft, besonders wenn sie in Mörtel versetzt werden, was ja unzählige, auch sehr alte Bauwerke dieser Art beweisen (Abb. 6 und 8). Ich erinnere an alte Bruchsteingewölbe wie z. B. der Kinnbrücke bei Stalden, der Neubrück-Brücke im Vispental, der sogen. Römerbrücke bei Curaglia, die nach Jahrhunderten heute noch z. Teil sogar dem modernen Verkehr trotzen. Die Ausnützung unserer Steinbrüche wird damit gesteigert und die hässlichen Schutthalden verschwinden. Solches Bruchsteinmauerwerk wird und kann sich auch im Preise nicht teurer stellen als Zyklopenmauerwerk, das doch noch sehr viel Hammer- und Meisselarbeit für exaktes Einpassen der Steine erfordert, was bei echtem, ausgezwickeltem, lagerhaftem Bruchsteinmauerwerk fast völlig dahinfällt.

Was das nachträgliche Ausfügen mit fetterem Mörtel anbetrifft, so sollte dies bei Bruchsteinmauerwerk unterlassen werden, und für Schichtenmauerwerk darf dazu nur Mörtel gleicher Mischung wie im Innern der Mauer in Anwendung kommen. Nach Beobachtungen an älteren Bauwerken stellen sich sonst

ähnliche Schäden ein wie beim Verputz von Betonmauern an der Luftseite. Die Verdunstung der natürlichen Erdfeuchtigkeit bei ungenügender Isolierung des Betons wird verhindert, was zu schweren Frostschäden an Mörtel und Steinen führt. Gute Entwässerung und Isolierung, Verwendung nicht zu magerer Betonmischungen sind auch bei verkleidetem Mauerwerk absolut erforderlich.

An Alpenstrassen sollte man heute die Verwendung von Beton weitgehend reduzieren, und Mauern wie Brücken sollten nicht nur verkleidet, sondern voll in Bruchsteinmauerwerk erstellt werden. Es kann damit namhaft an Zement, also an Kohle, wie auch an Transport-Treibstoffen gespart werden.

Was noch die Frage der Anordnung von Schwindfugen anbetrifft, so ist es sehr interessant, die Verschiedenheit der Anschauungen festzustellen. An der Walenseestrasse<sup>2)</sup> wie auch am Susten auf der Bernerseite<sup>3)</sup> wurden Schwindfugen angeordnet, am Kerenzerberg und am Susten auf der Urnerseite aber als überflüssig erachtet und auch ohne Schaden weggelassen. Die Verkleidung und natürliche Feuchtigkeitzufuhr vom Boden her verhindern das Austrocknen des frischen Betons, also das Schwinden weitgehend, und Fugen sind nur bei wechselndem Baugrund, plötzlichen Beanspruchungsänderungen in der Fundamentfuge, event. bei sehr langen Mauern in grössern Abständen und bei nach aussen gekrümmten Mauern notwendig.

Als Ingenieur komme ich also vom technischen Standpunkt aus zur Ablehnung von Zyklopen- und ähnlichem, nicht lagerhaftem Mauerwerk, wobei den ästhetischen und finanziellen Forderungen in glücklicher Weise durch lagerhaftes Bruchsteinmauerwerk vollständig entsprochen werden kann.

<sup>2)</sup> Vgl. hierüber J. Schneider in «Strasse und Verkehr», Nr. 2, 1942.  
<sup>3)</sup> Siehe «Strasse und Verkehr», Nr. 15, 1941.

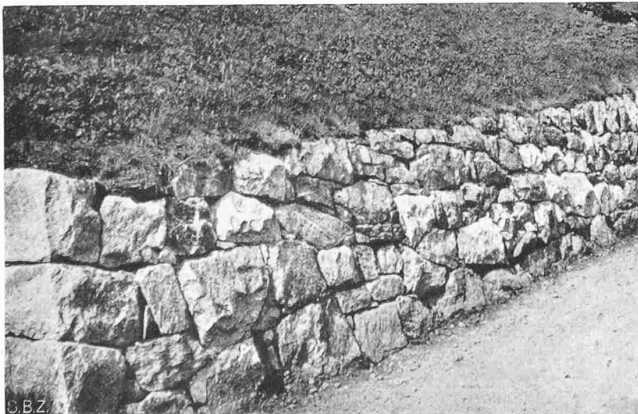


Abb. 9. Gut gefügte (neue!) Trockenmauer, mit Humus gut abgedeckt. Gefühlsmäßige Handwerksarbeit, ohne künstlerische Anleitung

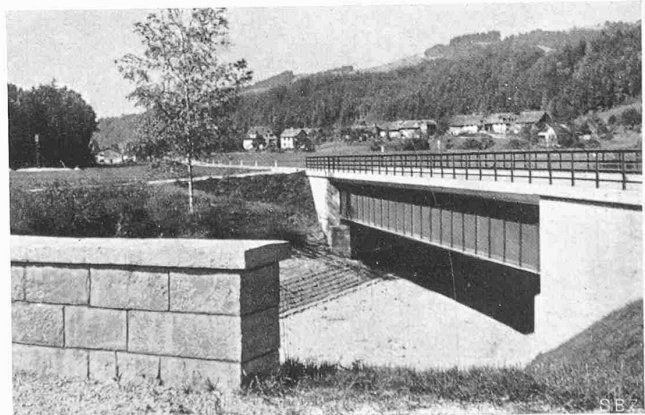


Abb. 10. Eine Brüstungsmauer in Sandstein (links), roh gespitzt, ohne Bossen, ruhige Wirkung