

Bemessung von übermauerten Vollstürzen nach neuer Norm

Autor(en): **Diener, Heinrich / Räss, Ruedi**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **116 (1998)**

Heft 40

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-79574>

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.

Heinrich Diener und Ruedi Räss, Zürich

Bemessung von übermauerten Vollstürzen nach neuer Norm

Vor 50 Jahren wurde mit dem Sturzbrett aus vorgespanntem Ton ein für den Mauerwerksbau sehr erfolgreiches Produkt geschaffen. Es wirkt im Verbund mit dem darüberliegenden, durch das Mauerwerk gebildeten Druckgewölbe als Zugband. Neue Mauersteine und Mörtelarten sowie die grundlegende Änderung der Bemessungsphilosophie für Tragwerke führten zu einer Überarbeitung der Bemessungsunterlagen für die heutigen Mauerwerksarten auf der Grundlage der Empfehlung SIA V 177 (1995) und den dazu anwendbaren Entwürfen der Euronormen.

Grundlagen für die neuen Bemessungsunterlagen bilden einerseits Versuche an Vollsturzkonstruktionen und andererseits die Erarbeitung eines neuen theoretischen Ansatzes. Die Versuche waren gemäss den Anforderungen der Euronormen unabdingbar, um die Korrelation zwischen der angewandten Bemessungstheorie und den Prüfergebnissen nachzuweisen. Folgende Normen wurden den Arbeiten zugrunde gelegt:

- SIA 177: Mauerwerk, 1980
- SIA 177/2: Bemessung von Mauerwerkswänden, 1992
- SIA V 177: Mauerwerk, 1995
- SIA 162: Betonbauten, 1989
- SIA 162/1: Betonbauten: Materialprüfung, 1989
- Entwurf CEN prEN 846-9: Methods of test for ancillary components: Determination of flexural resistance, load at a specified deflection and shear load resistance of lintels, September 1994
- Entwurf CEN prEN 846-2: Specification for ancillary components for masonry: Lintels, June 1995

Versuche

Die Versuchsanlagen wurden speziell angefertigt. Die Prüfkörper waren einfache Balken mit statisch bestimmter Lagerung auf Stahlplatten. Um Unebenheiten der Oberflächen auszugleichen und somit lokale Spannungsspitzen zu vermeiden, wurde auf den Stahlplatten eine Gipsausgleichsschicht aufgebracht.

Die Belastung wurde mittels einer hydraulischen Presse stufenweise aufgebracht. Gemessen wurden die aufgebrachte Kraft sowie die Durchbiegungen. Die Schub- und Biegeversuche wurden an Vollsturzkonstruktionen mit unterschiedlichen Übermauerungsarten gemäss Bild 1 vorgenommen.

Schubversuche

Zur Ermittlung des Schubwiderstands ist die Laststellung im Normentwurf prEN 846-9 wie folgt festgelegt:

$$L_1 = D_c + 75 \text{ mm, wobei:}$$

D_c : Höhe des Sturzes

Anstelle mehrerer Versuche mit derselben Versuchsanordnung wurden Prüfungen mit unterschiedlichen Laststellungen durchgeführt. Damit liess sich die Abhän-

gigkeit der Resultate von der Lage des Lastangriffspunkts L_1 ermitteln (Bild 2).

Biegeversuche

Um einen Biegebruch zu erzielen, d.h. einen vorzeitigen Schubbruch zu verhindern, wurden die Randzonen des Prüfkörpers mit einer Kraft von je 30 kN vertikal leicht vorgespannt (Bild 3).

Die gleichmässig verteilte Last wurde durch zwei Einzellasten im Abstand von $\frac{1}{4}$ vom Auflager simuliert. Bei weiteren Versuchen wurde die gleichmässig verteilte Last durch vier Einzellasten simuliert.

Resultate

Die Ergebnisse der Schubversuche lassen sich wie folgt zusammenfassen:

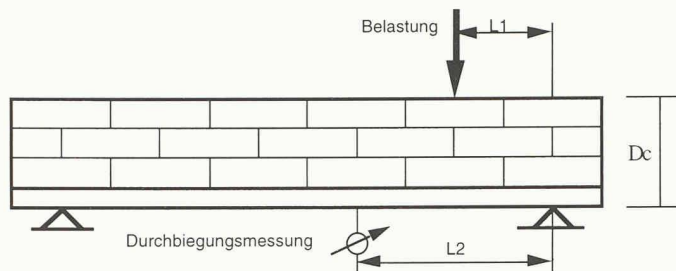
- Eine knirsche Vermauerung der Stossfugen reduziert die Traglast der Sturzkonstruktion drastisch.

- Der Normversuch gemäss CEN ergibt nicht den kleinsten Tragwiderstand. Die Schub-Bruchlast nimmt bei gleichen geometrischen Abmessungen der Versuchsanordnung ab, wenn der Lastangriffspunkt gegen die Balkenmitte verschoben wird.

1
Versuchsprogramm

Übermauerung	Versuchstyp	Versuchsanzahl	Stossfugenausbildung
Swiss Modul MB 29/12.5/14	Schubversuch: gemäss Norm übrige	13	vollfugig vermörtelt
		23	vollfugig bzw. knirsch
	Biegeversuch: gemäss Norm übrige	9	vollfugig vermörtelt
		6	vollfugig vermörtelt
Swiss Modul MB 29/12.5/19	Schubversuch: gemäss Norm übrige	1	vollfugig vermörtelt
		7	vollfugig vermörtelt
Kalksandstein MK 25/12/14	Schubversuch: gemäss Norm übrige	8	vollfugig vermörtelt
		12	vollfugig vermörtelt
	Biegeversuch: gemäss Norm übrige	13	vollfugig vermörtelt
		0	vollfugig vermörtelt
Kalksandstein MK 25/12/19	Schubversuch: gemäss Norm übrige	4	vollfugig vermörtelt
		2	vollfugig vermörtelt
	Biegeversuch: gemäss Norm übrige	0	vollfugig vermörtelt
		0	vollfugig vermörtelt
Kalksandstein MK 25/12/9.5	Schubversuch: gemäss Norm übrige	2	vollfugig vermörtelt
		2	vollfugig vermörtelt
	Biegeversuch: gemäss Norm übrige	0	vollfugig vermörtelt
		0	vollfugig vermörtelt

Für die Versuche mit Übermauerung MK wurden neben vorgespannten Ton-Sturzbrettern auch vorgespannte Betonsturzbretter verwendet.



L1: variabel
L2: Messstelle bei v_{max}

2

Versuchsanordnung für Schubversuche

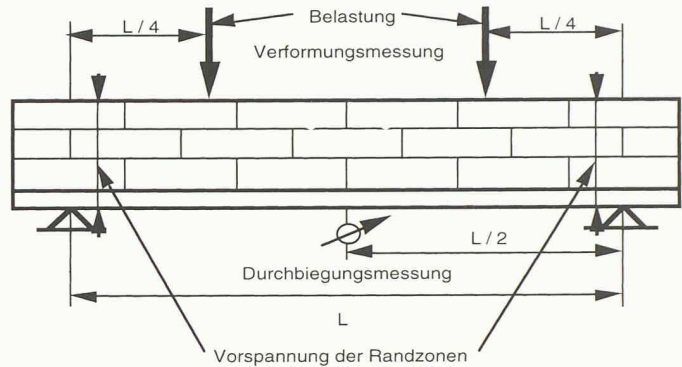
Die Mörtelfestigkeit hat einen vernachlässigbaren Einfluss auf den Tragwiderstand der Sturzkonstruktion.

Die primäre Bruchursache ist das Versagen des Verbundes zwischen Mauerstein und Mörtel. Der Bruch erfolgt meist treppenförmig in den Lager- und Stossfugen im Bereich der steileren Druckdiagonale (Verbindung Lastangriffspunkt-Auflager, Bild 4).

Bei den Biegeversuchen hat sich gezeigt, dass der Tragwiderstand entscheidend von der Qualität des Verbundes zwischen der Übermauerung und dem Sturzbrett im Auflagerbereich, d.h. in der Krafterleitungszone, abhängt.

Bezüglich Gebrauchstauglichkeit wurde folgendes beobachtet:

Die Gebrauchstauglichkeit wird wesentlich durch den Grad der Vorspannung bestimmt. Je steifer die Konstruktion ist, desto besser ist das Risse- und somit das Deformationsverhalten.



3

Versuchsanordnung für Biegeversuche

Risse im Gebrauchszustand sind bei voller Vorspannung und korrektem Einbau gemäss bestehenden Ausführungsvorschriften nicht beobachtet worden. Die Risslast betrug im ungünstigsten Fall mindestens 60% der Bruchlast.

Theorie

Modellbildung

Die angewandte Theorie beruht auf einem kontinuumsmechanischen Modell. Sie ist deshalb nur für Übermauerungen mit vollfugig vermauerten Stossfugen anwendbar. Für die Übermauerung bedeutet dies, dass sie gemäss Empfehlung SIA V177 als «Mauerwerk mit erhöhten Anforderungen» auszuführen ist.

Nachweis der Tragsicherheit

Der Nachweis der Tragsicherheit wird nach dem statischen Grenzwertsatz der Plastizitätstheorie erbracht. Alle dazu notwendigen Materialkennwerte und Mo-

delle stützen sich auf die Empfehlung SIA V177 (1995) sowie Versuche an der ETH Zürich, die im Rahmen dieser Norm durchgeführt wurden, ab. Die Traglast ist dann erreicht, wenn die Spannung in einem der betrachteten Bereiche (2-4) des Spannungsfelds die Bruchfestigkeit f_{m6} erreicht oder der Spannstahl (5) ins Fliesen kommt (Bild 5).

Das Sicherheitskonzept gemäss der Empfehlung SIA V177 (1995) lautet:

$$R_d \geq S_d, \text{ mit:}$$

R_d : Bemessungswert des Tragwiderstands
 S_d : Bemessungswert der Beanspruchung

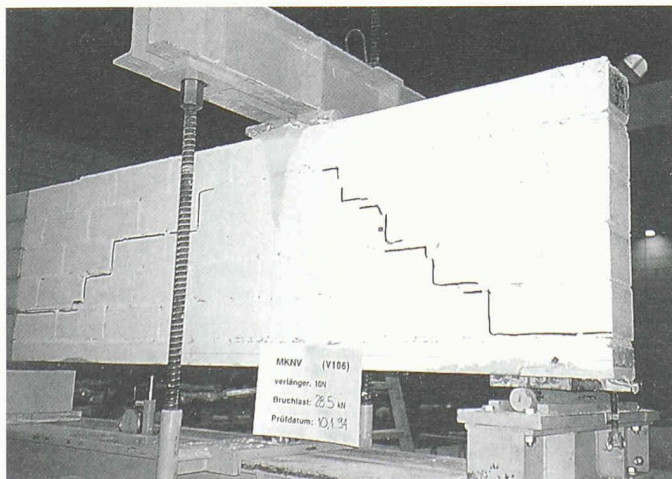
Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit muss folgenden Bedingungen genügen:

- Beschränkung der Rissbreiten gemäss Empfehlung SIA V177 (1995)
- Beschränkung der Durchbiegung gemäss Entwurf CEN prEN 845-2

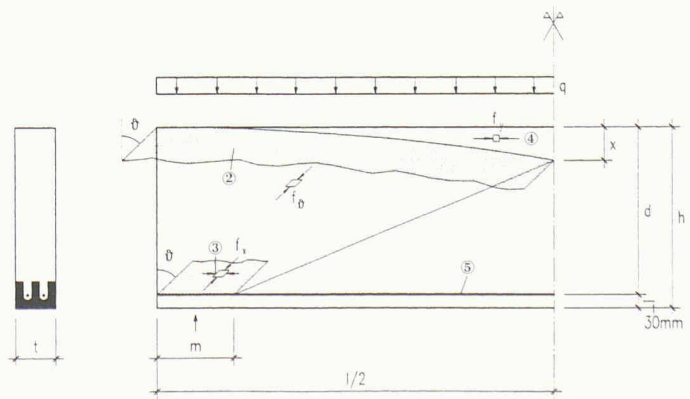
4

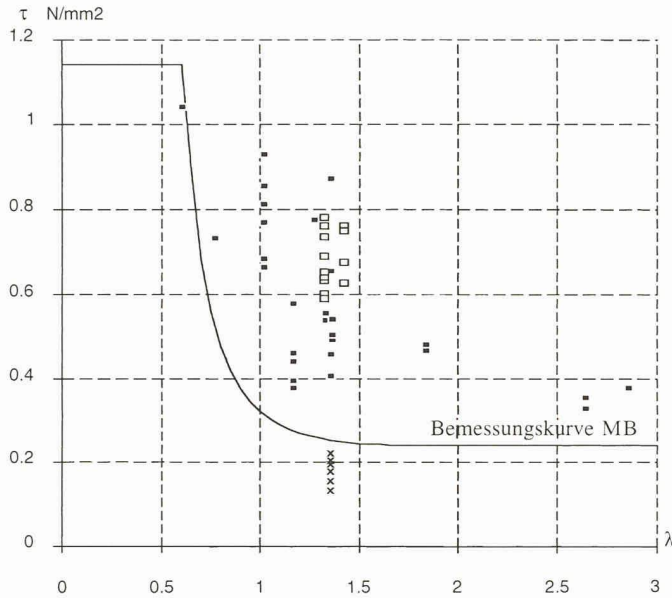
Typisches Bruchbild. Bruchlast: 28,5 kN, Bruchmechanismus: Mörtelbruch



5

Modell für übermauerte Vollsturzkonstruktionen unter verteilter Belastung

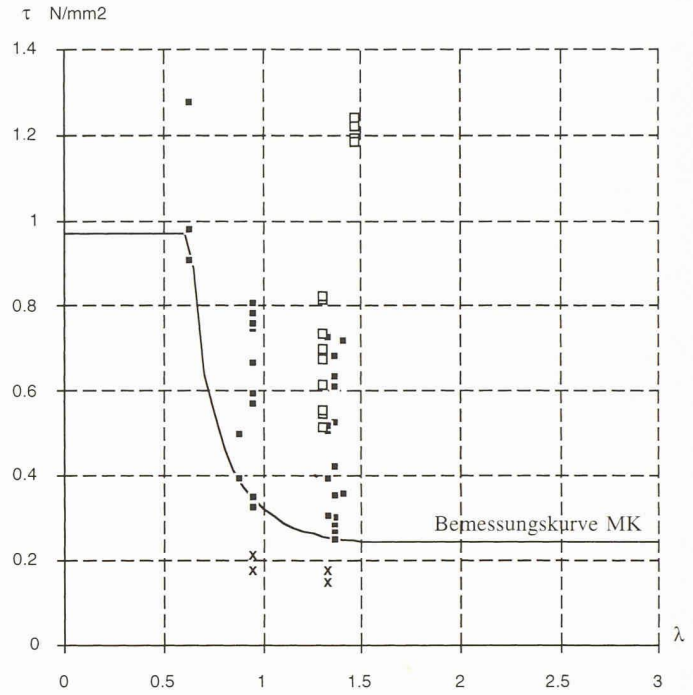




- Schubversuche mit vollfugig vermörtelten Stossfugen
- x Schubversuche mit knirsched vermauerten Stossfugen
- Biegeversuche mit vollfugig vermörtelten Stossfugen

6

Bemessung von übermauerten Vollstürzen im Mauerwerk MB



- Schubversuche mit vollfugig vermörtelten Stossfugen
- x Schubversuche mit z.T. geschlossener Steinlochung
- Biegeversuche mit vollfugig vermörtelten Stossfugen

7

Bemessung von übermauerten Vollstürzen im Mauerwerk MK

Vergleich der Versuche mit Theorie

Die Resultate können selbstredend nur für die geprüften Sturzbretter (Kasten) Gültigkeit beanspruchen.

Tragsicherheit

Übermauerung MB

In Bild 6 sind die Versuchsergebnisse der Bemessungskurve gegenübergestellt. Alle Versuchsergebnisse von Prüfkörpern mit vollfugig vermörtelten Stossfugen liegen auf der «sicheren Seite». Sind die Stossfugen «knirsched» vermauert, so ist die Theorie nicht mehr gültig. Für die Grafiken gelten folgende Definitionen:

$$\tau = \frac{V_U}{t \cdot z} \quad \text{wobei:}$$

- V_U : Querkraft unter Bruchlast
- t : Wanddicke
- z : Hebelarm der inneren Kräfte

$\lambda = a/d$, wobei:

- a : horizontaler Abstand des Lasteinleitungspunktes vom Auflager
- d : statische Höhe des Versuchskörpers

Übermauerung MK

In Bild 7 sind die Versuchsergebnisse der Bemessungskurve gegenübergestellt. Die meisten Versuchsergebnisse liegen auf der «sicheren Seite».

Die Werte mit einem Schubwiderstand kleiner als $0,2 \text{ N/mm}^2$, d.h. auf der «unsicheren Seite», stammen von Versuchen, bei denen die Steine der Übermauerung eine kleine, z.T. sogar geschlossene, Lochung aufwiesen. Zudem war das Handloch sehr klein, wodurch sich die mechanische Verzahnung in der Lagerfuge und damit der Bruchwiderstand verringerte. Dies zeigt, dass die Qualität der Steine ebenso wichtig ist wie die Qualität der Verarbeitung.

Gebrauchstauglichkeit

Die Risslast beträgt mindestens 60% der Bruchlast, d.h. die Risslast wird aufgrund der geforderten Sicherheitsfaktoren im Gebrauchszustand nicht erreicht. Ein Nachweis erübrigt sich somit.

Die Durchbiegungen sind im Vergleich mit dem Normwert unkritisch. Sie liegen mit einem Wert von maximal $1/460$ klar innerhalb der Anforderungen des CEN-Normentwurfs von $1/500$.

Bemessungstabellen

Für den Einsatz der geprüften Sturzbretter in den Mauerwerken MB und MK wurde die Bemessung in Form von je zwei Bemessungstabellen aufbereitet. Die eine Tabelle ermöglicht die Bemessung der Sturzkonstruktionen auf Grund der theoretischen Traglasten. Sie dient als Arbeitsunterlage für Architekten und Ingenieure. Die andere Tabelle erlaubt eine Abschätzung der zulässigen Gebrauchslasten. Sie ist für den Praktiker auf der Baustelle bestimmt.

Adresse der Verfasser:
 Heinrich Diener, dipl. Bauing. HTL, Stahlton AG, Riesbachstr. 57, 8034 Zürich, Ruedi Räss, dipl. Bauing. ETH (vormals Stahlton AG), Generalsekretariat SIA, Selnastr. 16, 8039 Zürich

Geprüfte Sturzbretter

Die in den Bildern 6 und 7 dargestellten Messwerte beziehen sich auf die geprüften Sturzbretter der Marken Stahlton und Lauper.