

# **Tragfähigkeit unbe- wehrter Mauerwerks- druckglieder bei zwei- achsig exzentrischer Beanspruchung**

Valentin Förster

**Tragfähigkeit unbewehrter Mauerwerksdruckglieder  
bei zweiachsig exzentrischer Beanspruchung**

*Herausgeber*

*Deutscher Ausschuss für Mauerwerk e. V.*

*Dr. Valentin Förster*



DAfM Schriftenreihe Heft 2

# **Tragfähigkeit unbewehrter Mauerwerksdruckglieder bei zweiachsig exzentrischer Beanspruchung**

*Herausgeber*

*Deutscher Ausschuss für Mauerwerk e. V.*

*Dr. Valentin Förster*

## Herausgeber

*Deutscher Ausschuss für Mauerwerk e. V.*

Kochstraße 6–7  
10969 Berlin  
Germany

*Dr.-Ing. Valentin Förster*

■ Alle Bücher von Ernst & Sohn werden sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren, Herausgeber und Verlag in keinem Fall, einschließlich des vorliegenden Werkes, für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler irgendeine Haftung

## **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2020 Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Rotherstraße 21, 10245 Berlin, Germany

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Photokopie, Mikroverfilmung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie nicht eigens als solche markiert sind.

**Herstellung** pp030 – Produktionsbüro Heike Praetor, Berlin

**Satz** Olaf Mangold Text & Typo, Stuttgart

**Druck and Bindung**

**Print ISBN** 978-3-433-03324-1

**ePDF ISBN** 978-3-433-61048-0

**oBook ISBN** 978-3-433-61049-7

## Vorwort

Mauerwerkspfeiler oder -wände sind Druckglieder, die infolge der Durchbiegung aufliegender Stahlbetondecken oder einer gegenüber der Wandachse exzentrischen Lasteinleitung neben der einwirkenden Normalkraft sehr häufig auch durch Biegung um die schwache Achse beansprucht sind. Ist das betrachtete Druckglied zudem Teil des Aussteifungssystems und erfährt somit eine zusätzliche Biegebeanspruchung um die starke Achse, so wirkt die Normalkraft zweiachsig exzentrisch (Doppelbiegung). Baupraktisch gesehen unterliegen viele der zur Gebäudeaussteifung notwendigen Wände und fast alle Mauerwerkspfeiler einer zweiachsig exzentrischen Druckbeanspruchung. Deshalb ist die wirklichkeitsnahe Bestimmung der Tragfähigkeit zweiachsig exzentrisch beanspruchter Mauerwerksdruckglieder unter Berücksichtigung des Einflusses der Schlankheit sowie der Mauerwerkeigenschaften von großer Bedeutung.

Die vorliegende Publikation ist eine speziell auf Mauerwerksdruckglieder zugeschnittene Fassung der Dissertation Förster (2018), welche die Thematik vollumfänglich behandelt. Sie liefert neue Erkenntnisse, die mittels aussagekräftiger Grafiken und Diagramme anschaulich aufbereitet werden. Die erzielten Forschungsergebnisse sind sowohl für die Bauwirtschaft als auch für die Wissenschaft von großer Bedeutung. Insbesondere für die in der Praxis tätigen Ingenieure stellt das Werk ein wertvolles Planungswerkzeug dar, weshalb der Forschungsbeirat des Deutschen Ausschusses für Mauerwerk (DAfM) e. V. die Herausgabe in seiner Schriftenreihe empfohlen hat.

Frankfurt am Main, April 2020

Autor

*Dr.-Ing. Valentin Förster*

Stellvertretend für den Forschungsbeirat des  
Deutschen Ausschusses für Mauerwerk e. V.,  
der Obmann

*Univ.-Prof. Dr.-Ing. Carl-Alexander Graubner*



## Kurzfassung

Druckglieder, wie Stützen und Wände, dienen primär zum vertikalen Lastabtrag und erfahren Biegemomente infolge der Verdrehungen angrenzender Bauteile wie Decken oder Unterzüge. Sofern Verdrehungen um zwei Achsen auftreten oder das Druckglied neben einer einachsigen Biegung um die schwache Achse als Teil des Aussteifungssystems durch horizontale Kräfte in Richtung der starken Achse beansprucht wird, wirken Biegemomente um zwei Achsen. Obwohl unbewehrte Druckglieder nennenswerte Biegemomente abtragen können, liegt für die Ermittlung der Tragfähigkeit bei schiefer Biegebeanspruchung kein adäquates Berechnungsverfahren vor.

Um die bestehenden Tragfähigkeitspotenziale unbewehrter Mauerwerksdruckglieder mit rechteckigem Querschnitt nutzen zu können, wird ein nichtlineares Berechnungsmodell zur wirklichkeitsnahen Bestimmung der Tragfähigkeit entwickelt und in ein praxisgerechtes Bemessungsverfahren überführt. Grundlagen dafür sind systematisch aufeinander aufbauende Analysen zur Querschnittstragfähigkeit, -krümmung und Systemtragfähigkeit, wobei unterschiedliche Werkstoffverhalten ebenso berücksichtigt werden wie die Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung für schlanke Druckglieder.

## Abstract

Compression members, such as columns or walls, mainly have to carry vertical loads. In addition, they experience bending moments due to the rotation of adjacent components, such as slabs or beams. If rotations occur about two axes or the compression member is, in addition to a uniaxial bending moment about the weak axis, part of the bracing system and therefore loaded with horizontal forces in direction of the strong axis, bending moments about two axes arise. Although unreinforced compression members can resist considerable bending moments, an adequate calculation method for the determination of the load-carrying capacity in case of biaxial bending does not exist.

In order to use the existing load-carrying capabilities of unreinforced masonry compression members with a rectangular cross-section, a non-linear calculation model is developed for the realistic derivation of the load-carrying capacity and transferred into a design method for practical application. The model is based on systematic analyses of the load carrying capacity of the cross-section, the curvature and the load-carrying capacity of the system. Herein, different material behaviours are taken into account as well as the effects of second order theory for slender compression members.





## Inhaltsverzeichnis

	<b>Vorwort</b>	<i>V</i>
	<b>Kurzfassung/Abstract</b>	<i>VII</i>
	<b>Formelzeichen und Variablen</b>	<i>XIII</i>
<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<i>1</i>
1.1	Problemstellung und Motivation	<i>1</i>
1.2	Zielsetzung	<i>2</i>
1.3	Vorgehensweise	<i>3</i>
<b>2</b>	<b>Werkstoff Mauerwerk</b>	<i>5</i>
2.1	Einführung	<i>5</i>
2.2	Ausgangsstoffe	<i>6</i>
2.2.1	Mauersteine	<i>6</i>
2.2.2	Mauermörtel	<i>7</i>
2.3	Tragverhalten	<i>8</i>
2.3.1	Druckbeanspruchung	<i>8</i>
2.3.2	Zug- und Biegezugbeanspruchung senkrecht zur Lagerfuge	<i>12</i>
2.4	Modellierung der einachsialen Spannungs-Dehnungs-Beziehung	<i>14</i>
2.4.1	Grundlagen	<i>14</i>
2.4.2	Normierte einachsiale Spannungs-Dehnungs-Beziehung	<i>14</i>
2.4.3	Werkstoffkennwerte	<i>16</i>
2.5	Zusammenfassung	<i>18</i>
<b>3</b>	<b>Analyse ausgewählter Berechnungs- und Bemessungsverfahren</b>	<i>19</i>
3.1	Einführung	<i>19</i>
3.2	Historische Entwicklung	<i>21</i>
3.2.1	Querschnittstragfähigkeit	<i>21</i>
3.2.2	Systemtragfähigkeit	<i>24</i>
3.3	Analyse ausgewählter Berechnungsverfahren	<i>26</i>
3.3.1	Grundlagen	<i>26</i>
3.3.2	Berechnungsverfahren für Druckglieder bei einachsiger Biegebeanspruchung	<i>26</i>
3.3.2.1	Haller und Kirtschig	<i>26</i>
3.3.2.2	Kordina & Quast und Bastgen	<i>28</i>
3.3.2.3	Glock	<i>30</i>
3.3.3	Berechnungsverfahren für Druckglieder bei zweiachsiger Biegebeanspruchung	<i>33</i>
3.3.3.1	Habel	<i>33</i>

3.3.3.2	Lau und Yang sowie Phipps, Swailes und Bell	34
3.3.3.3	Shi und Liu	35
3.3.3.4	Morton	37
3.3.3.5	Yu, Shi und Song	38
3.3.4	Vergleich der Berechnungsverfahren für Druckglieder bei zweiachsiger Biegebeanspruchung	40
3.4	Normative Bemessungsverfahren	41
3.4.1	Grundlagen	41
3.4.2	Europäische Norm EN 1996	42
3.4.3	Amerikanische Norm TMS 402/602	45
3.4.4	Kanadische Norm CSA S304.1	46
3.4.5	Australische Norm AS 3700	47
3.4.6	Vergleich normativer Bemessungsverfahren für Druckglieder bei zweiachsiger Biegebeanspruchung	48
3.5	Zusammenfassung	48
<b>4</b>	<b>Nichtlineares Berechnungsmodell</b>	<b>51</b>
4.1	Einführung	51
4.2	Querschnittstragfähigkeit	52
4.2.1	Grundlagen	52
4.2.2	Linear-elastisches Werkstoffverhalten	54
4.2.2.1	Allgemeines	54
4.2.2.2	Modellierung mit Begrenzung der Druckdehnung	54
4.2.2.3	Modellierung ohne Begrenzung der Druckdehnung	62
4.2.2.4	Analyse der Querschnittstragfähigkeit	64
4.2.3	Starr-plastisches Werkstoffverhalten	65
4.2.3.1	Allgemeines	65
4.2.3.2	Realitätsnähere Modellierung der Druckzone	66
4.2.3.3	Rechteckige Modellierung der Druckzone	70
4.2.3.4	Analyse der Querschnittstragfähigkeit	71
4.2.4	Nichtlineares Werkstoffverhalten	72
4.3	Querschnittskrümmung	75
4.3.1	Grundlagen	75
4.3.2	Linear-elastisches Werkstoffverhalten	76
4.3.2.1	Allgemeines	76
4.3.2.2	Fall I	77
4.3.2.3	Fall II	78
4.3.2.4	Fall III	79
4.3.2.5	Fall IV	80
4.3.2.6	Fall V	81
4.3.2.7	Analyse der Krümmung	82
4.3.3	Nichtlineares Werkstoffverhalten	84
4.4	Systemtragfähigkeit	85
4.4.1	Grundlagen	85
4.4.2	Linear-elastisches Werkstoffverhalten	89
4.4.2.1	Allgemeines	89
4.4.2.2	Fall I	92
4.4.2.3	Fall II	96

4.4.2.4	Fall III	97
4.4.2.5	Fall IV	99
4.4.2.6	Fall V	101
4.4.2.7	Iterative Ermittlung der Systemtragfähigkeit	103
4.4.2.8	Analyse der Systemtragfähigkeit	104
4.4.2.9	Sonderfall des linear-elastischen Werkstoffverhaltens mit betragsmäßig gleicher Druck- und Biegezugfestigkeit am Beispiel Stahl und Holz	109
4.4.3	Nichtlineares Werkstoffverhalten	111
4.4.4	Weitere mögliche Versagensmodi	115
4.4.4.1	Allgemeines	115
4.4.4.2	Versagen infolge von Biegedrillknicken	115
4.4.4.3	Querkraftversagen	117
4.4.4.4	Versagen infolge von horizontaler Last bei minimaler Normalkraft	118
4.5	Experimentelle Verifizierung	118
4.5.1	Grundlagen	118
4.5.2	Querschnittstragfähigkeit	119
4.5.3	Systemtragfähigkeit	124
4.6	Zusammenfassung	128
<b>5</b>	<b>Nichtlineares Bemessungsverfahren</b>	<b>131</b>
5.1	Einführung	131
5.2	Vorschlag eines nichtlinearen Bemessungsverfahrens	132
5.2.1	Grundlagen	132
5.2.2	Approximation der Systemtragfähigkeit	135
5.2.3	Verifizierung der Approximation der Systemtragfähigkeit	137
5.2.4	Modellbildung bei unterschiedlichen Exzentrizitäten an Kopf und Fuß	142
5.3	Berücksichtigung des semiprobabilistischen Teilsicherheitskonzepts	143
5.3.1	Grundlagen	143
5.3.2	Bemessungswert der Druckfestigkeit	144
5.3.3	Modifizierung des $\gamma_R$ -Verfahrens	145
5.3.4	Überprüfung der normenkonformen Bemessung mit dem modifizierten $\gamma_R$ -Verfahren	148
5.4	Nichtlineare Bemessung auf Basis normativer Verfahren	151
5.4.1	Grundlagen	151
5.4.2	Bemessung auf Basis von EN 1996-1-1	151
5.4.3	Bemessung auf Basis von EN 1996-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1996-1-1/NA	153
5.4.4	Bemessung auf Basis von prEN 1996-1-1	155
5.5	Vorschlag zur direkten Ermittlung der Systemtragfähigkeit	155
5.6	Zusammenfassung	157
<b>6</b>	<b>Resümee und Ausblick</b>	<b>159</b>
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>163</b>



## Formelzeichen und Variablen

Die Bezeichnung der Formelzeichen und Variablen erfolgt in Anlehnung an die Bemessungsnormen DIN EN 1996-1-1 (2010) und DIN EN 1992-1-1 (2011). Für voneinander abweichende Bezeichnungen zwischen den beiden Normen erfolgen einheitliche Definitionen. Nicht aufgeführte Formelzeichen und Variablen sind von untergeordneter Bedeutung und werden im Text erwähnt. Allgemein zeigen die hochgestellten Indexe <sup>I</sup> oder <sup>II</sup> an, ob die Größe einer Berechnung nach Theorie I. oder II. Ordnung entspricht.

### Lateinische Buchstaben

A	Querschnittsfläche
$A_0$	spannungsfreie Querschnittsfläche infolge von Überschreitung der Bruchstauchung
$A_i$	Hilfsrechenwerte $i$
b	Querschnittsbreite
$b_0$	spannungsfreie Querschnittsbreite infolge von Überschreitung der Bruchstauchung
$b_1$	Hilfsrechengröße in Querschnittsbreitenrichtung
$b_c$	überdrückte Querschnittsbreite
$b_{c,lin}$ ; $b_{1,c,lin}$ ; $b_{2,c,lin}$	überdrückte Querschnittsbreiten bei linear-elastischem Werkstoffverhalten
$b_{c,pl}$ ; $b_{1,c,pl}$ ; $b_{2,c,pl}$	überdrückte Querschnittsbreiten bei starr-plastischem Werkstoffverhalten
$b_{red}$	rechnerisch reduzierte Querschnittsbreite
C	Integrationskonstante in y- und z-Richtung
$C_y$ ; $C_z$	Integrationskonstante in y- bzw. z-Richtung
$E_0$	Elastizitätsmodul als Ursprungsmodul
$E_{c0\ m}$	mittlerer Elastizitätsmodul als Ursprungsmodul
$E_{c0R}$	rechnerischer Mittelwert des Elastizitätsmoduls als Ursprungsmodul
$E_{c0Rmod}$	modifizierter rechnerischer Mittelwert des Elastizitätsmoduls als Ursprungsmodul
$E_{cm}$	mittlerer Elastizitätsmodul als Sekantenmodul
$E_d$	Bemessungswert der Einwirkungen
$EI_{y,sec}$ ; $EI_{z,sec}$	Biegesteifigkeit um die y- bzw. z-Achse als Sekantensteifigkeit
$e_{y,o}$ ; $e_{z,o}$	Exzentrizität am Kopf in y- bzw. z-Richtung
$e_{y,u}$ ; $e_{z,u}$	Exzentrizität am Fuß in y- bzw. z-Richtung
$e_y$ ; $e_z$	Exzentrizität in y- bzw. z-Richtung

$f_b$	normierte Druckfestigkeit eines Mauersteins
$f_c$	Druckfestigkeit
$f_{cd}$	Bemessungswert der Druckfestigkeit
$f_{cd,EC2}$	Bemessungswert der Druckfestigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA (2013)
$f_{cd,EC6}$	Bemessungswert der Druckfestigkeit nach DIN EN 1996-1-1/NA (2012)
$f_{ck}$	charakteristische Druckfestigkeit
$f_{cm}$	mittlere Druckfestigkeit
$f_{cR}$	rechnerischer Mittelwert der Druckfestigkeit
$f_{cRmod}$	modifizierter rechnerischer Mittelwert der Druckfestigkeit
$f_m$	Druckfestigkeit des Mauermörtels
$f_t$	Zug- und Biegezugfestigkeit
$f_{tk}$	charakteristische Zug- und Biegezugfestigkeit
$f_{tm}$	mittlere Zug- und Biegezugfestigkeit
$f_u$	Druckfestigkeit im Bruchzustand
$G$	Schubmodul
$G_0$	Schubmodul als Ursprungsmodul
$G_F$	Bruchenergie
$G_m$	mittleres Schubmodul als Sekantenmodul
$G_{rech}$	rechnerischer Schubmodul
$h$	Druckgliedhöhe
$H$	Horizontalkraft
$h_{ef,y}; h_{ef,z}$	Knicklänge in $y$ - bzw. $z$ -Richtung
$I_y; I_z$	Flächenträgheitsmoment 2. Grades um die $y$ - bzw. $z$ -Achse
$k_0$	normierter Ursprungsmodul
$K_E$	Kennzahl zur Bestimmung des Elastizitätsmoduls
$M$	Biegemoment
$M_{E,y}; M_{E,z}$	einwirkendes Biegemoment um die $y$ - bzw. $z$ -Achse
$M_{Ed,y}; M_{Ed,z}$	Bemessungswert des einwirkenden Biegemomentes um die $y$ - bzw. $z$ -Achse
$M_{R,y}; M_{R,z}$	aufnehmbares Biegemoment um die $y$ - bzw. $z$ -Achse
$M_{Rd,y}; M_{Rd,z}$	Bemessungswert des aufnehmbaren Biegemomentes um die $y$ - bzw. $z$ -Achse
$M_y; M_z$	Biegemoment um die $y$ - bzw. $z$ -Achse
$N$	Drucknormalkraft
$N_{crit}^{II}$	Eulersche Verzweigungslast
$N_{Ed}$	Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft
$N_R$	Normalkrafttragfähigkeit auf Querschnitts- oder Systemebene
$R_{cR}$	rechnerischer Mittelwert des Tragwiderstands
$R_{cRmod}$	modifizierter rechnerischer Mittelwert des Tragwiderstands
$R_d$	Bemessungswert des Tragwiderstands
$S_A$	Schwerpunkt der überdrückten Fläche
$S_\sigma$	Schwerpunkt der Spannung und der Normalkraft
$t$	Querschnittsdicke
$t_0$	spannungsfreie Querschnittsdicke infolge von Überschreitung der Bruchstauchung
$t_1$	Hilfsrechengröße in Querschnittsdickenrichtung
$t_c$	überdrückte Querschnittsdicke
$t_{c,lin}; t_{1,c,lin}; t_{2,c,lin}$	überdrückte Querschnittsdicke bei linear-elastischem Werkstoffverhalten

$t_{c,pl}; t_{1,c,pl}; t_{2,c,pl}$	überdrückte Querschnittsdicke bei starr-plastischem Werkstoffverhalten
$t_{red}$	rechnerisch reduzierte Querschnittsdicke
$t_u$	Querschnittsdicke parallel zur u-Achse
$t_{u,max}$	maximale Querschnittsdicke parallel zur u-Achse
$W_y; W_z$	Widerstandsmoment um die y- bzw. z-Achse

## Griechische Buchstaben

$\alpha_0$	geometrischer Völligkeitsgrad
$\alpha_{cc}$	Dauerstandsfaktor für bewehrte Bauteile
$\alpha_{cc,pl}$	Dauerstandsfaktor für unbewehrte Bauteile
$\alpha_G$	Faktor zur rechnerischen Abminderung des Schubmoduls
$\gamma_C$	Teilsicherheitsbeiwert für Beton
$\gamma_{C,pl}$	zusätzlicher Teilsicherheitsbeiwert für unbewehrte Betonbauteile
$\gamma_{glob}$	globaler Sicherheitsbeiwert für Einwirkungs- und Widerstandsseite
$\gamma_M$	Teilsicherheitsbeiwert für Mauerwerk
$\gamma_R$	Teilsicherheitsbeiwert für den Systemwiderstand
$\gamma_{R,m}$	globaler Sicherheitsbeiwert für die Widerstandsseite bei Berechnung mit Mittelwerten
$\gamma_{R,m,mod}$	auf Basis von Mittelwerten rückgerechneter globaler Sicherheitsbeiwert für die Widerstandsseite bei Berechnung mit modifizierten rechnerischen Mittelwerten
$\delta$	Verhältnis der Schlankheiten
$\Delta e_y^{II}; \Delta e_z^{II}$	zusätzliche Exzentrizität respektive Verformung in y- bzw. z-Richtung
$\Delta \kappa_y^{II}; \Delta \kappa_z^{II}$	zusätzliche Krümmung um die y- bzw. z-Achse infolge der Verformung
$\varepsilon$	Stauchung
$\varepsilon_f$	Stauchung bei Höchstdruckspannung
$\varepsilon_{fR,mod}$	modifizierte rechnerische Stauchung bei Höchstdruckspannung
$\varepsilon_i$	Stauchung an der Querschnittsecke i
$\varepsilon_t$	Dehnung
$\varepsilon_{tf}$	Dehnung bei Höchstzugspannung
$\varepsilon_{tu}$	Dehnung im Bruchzustand bei Zugbeanspruchung
$\varepsilon_u$	Stauchung im Bruchzustand
$\zeta$	Dauerstandsfaktor für Mauerwerk
$\eta$	bezogene Stauchung
$\eta_i$	bezogene Stauchung der Querschnittsecke i
$\eta_{max}$	maximale bezogene Stauchung
$\eta_{tf}$	bezogene Dehnung bei Höchstzugspannung
$\eta_{tu}$	bezogene Dehnung im Bruchzustand bei Zugbeanspruchung
$\eta_u$	bezogene Stauchung im Bruchzustand
$\kappa_y; \kappa_z$	Krümmung um die y- bzw. z-Achse
$\kappa_{I,y}; \kappa_{II,y}; \kappa_{III,y}; \kappa_{IV,y}; \kappa_{V,y}; \kappa_{I,z}; \kappa_{II,z}; \kappa_{III,z}; \kappa_{IV,z}; \kappa_{V,z}$	Krümmung um die y- bzw. z-Achse der Fälle I bis V
$\kappa_{\Phi,y}; \kappa_{\Phi,z}$	normierte Krümmung um die y- bzw. z-Achse
$\kappa_{\Phi,I,y}; \kappa_{\Phi,II,y}; \kappa_{\Phi,III,y}; \kappa_{\Phi,IV,y}; \kappa_{\Phi,V,y}; \kappa_{\Phi,I,z}; \kappa_{\Phi,II,z}; \kappa_{\Phi,III,z}; \kappa_{\Phi,IV,z}; \kappa_{\Phi,V,z}$	normierte Krümmung um die y- bzw. z-Achse der Fälle I bis V



$\max \kappa_{\Phi,I,y}; \max \kappa_{\Phi,II,y}; \max \kappa_{\Phi,III,y}; \max \kappa_{\Phi,IV,y}; \max \kappa_{\Phi,V,y}$	maximale normierte Krümmung um die y-Achse der Fälle I bis V
$\max \kappa_{\Phi,I,z}; \max \kappa_{\Phi,II,z}; \max \kappa_{\Phi,III,z}; \max \kappa_{\Phi,IV,z}; \max \kappa_{\Phi,V,z}$	maximale normierte Krümmung um die z-Achse der Fälle I bis V
$\lambda$	normierte Schlankheit in y- und z-Richtung
$\lambda_y; \lambda_z$	normierte Schlankheit in y- bzw. z-Richtung
$\lambda_{y,lim}$	normierte Grenzschlankheit in y-Richtung beim Übergang vom Querschnittsversagen nach Theorie II. Ordnung zum Stabilitätsversagen
$\lambda_{y,I,lim}; \lambda_{y,II,lim}; \lambda_{y,III,lim}; \lambda_{y,IV,lim}; \lambda_{y,V,lim}; \lambda_{z,I,lim}; \lambda_{z,II,lim}; \lambda_{z,III,lim}; \lambda_{z,IV,lim}; \lambda_{z,V,lim}$	normierte Grenzschlankheit in y- bzw. z-Richtung beim Übergang vom Querschnittsversagen nach Theorie II. Ordnung zum Stabilitätsversagen der Fälle I bis V
$\mu_y; \mu_z$	normiertes Biegemoment um die y- bzw. z-Achse
$\nu$	Poissonzahl
$\sigma_{crit}^{II}$	kritische Druckversagensspannung
$\sigma_c$	Druckspannung
$\sigma_i$	Druckspannung an der Querschnittsecke i
$\sigma_{m,max}$	maximale mittlere Druckspannung
$\sigma_t$	Zugspannung
$\Phi$	normierte Drucknormalkraft
$\Phi_{crit}^{II}$	normierte Eulersche Verzweigungslast
$\Phi_{R,I,QS,c}^{II}$	normierte Normalkrafttragfähigkeit beim Querschnittsversagen infolge Druckspannungsversagen nach Theorie II. Ordnung im Fall I
$\Phi_{R,I,QS,t}^{II}$	normierte Normalkrafttragfähigkeit beim Querschnittsversagen infolge Biegezugspannungsversagen nach Theorie II. Ordnung im Fall I
$\Phi_{R,I,QS}^{II}; \Phi_{R,II,QS}^{II}; \Phi_{R,III,QS}^{II}; \Phi_{R,IV,QS}^{II}; \Phi_{R,V,QS}^{II}$	normierte Normalkrafttragfähigkeit beim Querschnittsversagen nach Theorie II. Ordnung der Fälle I bis V
$\Phi_{R,I,St}^{II}; \Phi_{R,II,St}^{II}; \Phi_{R,III,St}^{II}; \Phi_{R,IV,St}^{II}; \Phi_{R,V,St}^{II}$	normierte Normalkrafttragfähigkeit beim Stabilitätsversagen der Fälle I bis V
$\Phi_E$	normierte einwirkende Normalkraft
$\Phi_{Ed}$	Bemessungswert der normierten einwirkenden Normalkraft
$\Phi_R$	normierte Normalkrafttragfähigkeit auf Querschnitts- oder Systemebene
$\Phi_{R,I}; \Phi_{R,II}; \Phi_{R,III}; \Phi_{R,IV}; \Phi_{R,V}$	normierte Normalkrafttragfähigkeit der Fälle I bis V
$\Phi_{R,I,c}$	normierte Normalkrafttragfähigkeit im Fall I infolge von Druckversagen
$\Phi_{R,I,t}$	normierte Normalkrafttragfähigkeit im Fall I infolge von Biegezugversagen
$\Phi_{Rd}$	Bemessungswert der normierten Normalkrafttragfähigkeit
$\Phi_{Rd,y}; \Phi_{Rd,z}$	Bemessungswert der normierten Normalkrafttragfähigkeit bei ausschließlich exzentrischer Beanspruchung in y- bzw. z-Richtung
$\phi_y; \phi_z$	Krümmungsradius um die y- bzw. z-Achse
$\psi$	Verhältnis der bezogenen Exzentrizitäten von z- zur y-Richtung
$\Psi_n$	normiertes Verhältnis der bezogenen Exzentrizitäten von z- zur y-Richtung
$\Omega$	Korrekturfaktor

## Definitionen ausgewählter bezogener Größen

$k_0 = \frac{E_0 \cdot \varepsilon_f}{f_c}$	normierter Ursprungsmodul
$\eta = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_f}$	bezogene Stauchung
$\left  \frac{f_t}{f_c} \right $	Betrag der bezogenen Zug- und Biegezugfestigkeit
$\frac{e_y}{t}$	bezogene Exzentrizität in y-Richtung
$\frac{e_z}{b}$	bezogene Exzentrizität in z-Richtung
$\psi = \frac{\frac{e_z}{b}}{\frac{e_y}{t}} = \frac{e_z \cdot t}{e_y \cdot b}$	Verhältnis der bezogenen Exzentrizitäten
$\frac{h_{ef,y}}{t}$	Schlankheit in y-Richtung
$\frac{h_{ef,z}}{b}$	Schlankheit in z-Richtung
$\lambda_y = \frac{h_{ef,y}}{t} \cdot \sqrt{\varepsilon_f}$	werkstoffnormierte Schlankheit in y-Richtung
$\lambda_z = \frac{h_{ef,z}}{b} \cdot \sqrt{\varepsilon_f}$	werkstoffnormierte Schlankheit in z-Richtung
$\delta = \frac{\lambda_y}{\lambda_z} = \frac{h_{ef,y} \cdot b}{h_{ef,z} \cdot t}$	Verhältnis der Schlankheiten
$\kappa_{\Phi,y} = \frac{\kappa_y}{\Phi} \cdot \frac{b \cdot k_0}{\varepsilon_f}$	werkstoff- und normalkraftnormierte Krümmung um die y-Achse
$\kappa_{\Phi,z} = \frac{\kappa_z}{\Phi} \cdot \frac{t \cdot k_0}{\varepsilon_f}$	werkstoff- und normalkraftnormierte Krümmung um die z-Achse
$\Phi = \frac{N}{b \cdot t \cdot f_c}$	normierte Normalkraft
$\mu_y = \frac{M_y}{b^2 \cdot t \cdot f_c} = \Phi \cdot \frac{e_z}{b}$	normiertes Biegemoment um die y-Achse
$\mu_z = \frac{M_z}{b \cdot t^2 \cdot f_c} = \Phi \cdot \frac{e_y}{t}$	normiertes Biegemoment um die z-Achse

# Mitgliedschaft im DAfM



**DAfM**  
Deutscher Ausschuss  
für Mauerwerk e.V.

Wer hat es nicht schon als Kind von seinen Eltern oder im Kindergarten gelernt?  
Nur wenn die Bauklötze versetzt übereinander gebaut werden, dann wird das Bauwerk auch stabil!

Vor diesem Hintergrund wurde am 30. Januar 2018 der Deutsche Ausschuss für Mauerwerk e.V. (DAfM) in Berlin gegründet. Mit dem Aufbau dieses Vereins verhält es sich im übertragenen Sinne wie mit den Bauklötzen: Nur gut „vernetzt“, im direkten Kontakt und Erfahrungsaustausch von Planern, Wissenschaft, Bauaufsicht, Prüfingenieuren und Herstellern können neue Synergien entstehen, um die zukünftigen Herausforderungen im Mauerwerksbau meistern zu können. Gemeinsam wollen wir u. a. bei der Erstellung von Richtlinien und Schriftenreihen zum Mauerwerksbau sowie bei der Durchführung von Weiterbildungsveranstaltungen zusammenarbeiten, im fachlichen Dialog stehen, Forschungsprojekte anstoßen und auf kurzen Wegen Informationen austauschen.

Mehr als 72 Prozent aller Wohnungsbauten werden in Deutschland aus Mauerwerk errichtet. Mehr als 413.000 Menschen beschäftigen sich arbeitstäglich mit der Produktion, Planung und Ausführung von Mauerwerk. Wir wollen die Bauweise gemeinsam zukunftsicher weiterentwickeln!

Deshalb:

## Werden Sie Mitglied und wirken Sie im DAfM mit!

Sie profitieren ab sofort von der Erweiterung Ihres beruflichen Netzwerks und können sich bei der Erarbeitung von Richtlinien und Merkblättern zum Mauerwerksbau persönlich einbringen. Eine Schriftenreihe versorgt Sie mit aktuellen Informationen. Die Mitgliedschaft ermöglicht Ihnen die Teilnahme an Forschungsprojekten und Sie erhalten einen vergünstigten Zugang zu allen DAfM-Dokumenten und DAfM-Veranstaltungen.

Ein Antragsformular für Ihre Mitgliedschaft finden Sie mit weiteren Informationen unter folgendem LINK: [www.dafm.online](http://www.dafm.online)

Für weitere Fragen:


**Deutscher Ausschuss für Mauerwerk e.V. (DAfM)**  
**Kochstraße 6-7**  
**10969 Berlin**

Tel. **+49 (0)30 25 35 96 40** und **+49 (0)30 50 01 48 70**

Fax **+49 (0)30 25 35 96 45**

E-Mail **info@dafm.online**

Wann werden SIE Mitglied?

	Tragwerksplaner		Architekten	
	Bauunternehmer	Hersteller	Verbände	Prüfingenieure
	Technik		Wissenschaft	Bauaufsicht