

# **TW Mauerwerk**

Bemessungsprogramm für Mauerwerk:

- "Vereinfachtes Verfahren Anhang A" DIN EN 1996-3 + NAD
- "Vereinfachtes Verfahren" DIN EN 1996-3 + NAD
- "Genaueres Verfahren" DIN EN 1996-1-1 + NAD

Handbuch 03/2015

Handbuch 04/2014



# TW Mauerwerk

Das traditionell hergestellte Mauerwerk wurde besonders im letzten Jahrzehnt wesentlich weiterentwickelt. Neben den statischen Aufgaben als tragende Wandkonstruktion werden nun auch energetisch verbesserte Eigenschaften angeboten. Verbandsmauerwerk aus kleinformatigen Steinen mit vermörtelter Stoßfuge, wie bei klassischen Gebäuden angewandt, ist für Neubauten kaum noch anzutreffen. Sich daraus ergebende Probleme mit Rissbildungen und größeren Rissweite müssen anderweitig konstruktiv berücksichtigt werden.

Mit dem Eurocode 6 wird die Bemessung von Mauerwerksbauten auf das semiprobabilistische Sicherheitskonzept gegründet. Mit diesem Teilsicherheitskonzept lässt sich das vielschichtige Zusammenspiel zwischen Einwirkungen und Widerständen besser einschätzen, indem die stochastischen Charaktere sowohl der Einwirkungen als auch der Materialeigenschaften getrennt erfasst werden. Mit einer Differenzierung zwischen günstiger und ungünstiger Auswirkung werden zu hohe Sicherheitsabstände aber auch Sicherheitsdefizite bei Anwendung bisheriger globaler Sicherheiten vermeidbar [1].

TW Mauerwerk unterstützt:

- Ingenieure bei der Optimierung und detaillierten Nachweisführung,
- Prüfingenieure bei der unabhängigen Vergleichsrechnung,
- Gutachter zur Analyse spezieller Problemstellungen,
- Lieferanten bei der Beratung,
- Studenten in der Lehre.

Durch den in TW Mauerwerk integrierten Katalog möglicher Mauerwerksarten mit relevanten Kennwerten steht eine jederzeit aktualisierbare Stammdatenbank zur Verfügung. Hinweise und Festlegungen aus Normen und Richtlinien sowie Herstellerangaben sind somit abrufbar.

Für die Ermittlung der maßgebenden Schnittgrößen benutzt TW Mauerwerk nicht nur vereinfachte Regeln, sondern wendet nach Nutzerwunsch die Einwirkungskombinatorik nach EC 0 vollständig an. Somit sind beliebige Gebäudetypen mit den zugehörigen Einwirkungssituationen aus unterschiedlichen Lastbildern analysierbar.

TW Mauerwerk lässt sich als Individualsoftware auch an außergewöhnliche Anforderungen anpassen. Für Ihre Hinweise zur Weiterentwicklung sind wir Ihnen sehr dankbar.

TragWerk Software Döking + Purtak GbR Prellerstraße 9 01309 Dresden	
Tel. 0351/ 433 08 50 Fax 0351/ 433 08 55 e-mail info@tragwerk-software.de	Ansprechpartner: DrIng. Frank Purtak

Inhalt		
1	Einführung	5
1.1	Systemanforderungen	5
1.2	Installation	5
1.3	Freischaltung des Dongle (Hardlock) für Nachlizenzierung	6
1.4	Software-Lizenzmodell	6
1.5	Support	6
1.6	Symbole	7
2	Formelzeichen	7
3	Programmbeschreibung	8
3.1	Position anlegen	8
3.2	Drucken und Exportieren	8
4	"Stark" Vereinfachtes Verfahren (Anhang A)	9
5	Vereinfachtes Verfahren	10
6	Vereinfachter Nachweis der "Kellerwand"	11
7	Genaueres Verfahren mit Schubnachweis	12
7.1	Geometrie	12
7.2	Mauerwerksarten	13
7.3	Einwirkungen und Lasten	14
7.3.1	Einwirkungen	15
7.3.2		10
7.4	Elliwirkungskombinatorik Nachweis der Trasfähigkeit	10
7.5	Nachweis der Cabraughstauglichkeit	19
7.0 7.7		20
1.1 7 0	Ergebnisse	20
7.0	Vorechau	22
1.9		22
8	Nachweis "Freistehende Wand"	23
9	Literatur	24

# 1 Einführung

## 1.1 Systemanforderungen

TW Mauerwerk ist getestet auf Systemen mit folgender Mindestanforderung:

- Betriebssystem ab Windows 7
- Bildschirmauflösung von 1024 x 768 Pixel
- Computer mit Chipsatz ab dem Jahr 2007

## 1.2 Installation

Gelieferte CD in das CD-Laufwerk legen und den Installer TWSolution\*.exe starten (sofern die Autostart-Funktion abgeschaltet ist) - Installationsanweisungen folgen!

Den Dongle-Treiber bitte für die Nutzung der Vollversion installieren.



Zur Installation des Netzwerk-Dongles führen Sie das Setup auf dem Server aus und wählen während der Installation des Dongle-Treibers die Option: "Netzwerk-Dongle".

TW Solution 2		<u> </u>
SOFTWARE	Installiere Bitte warten Sie, während TW Solution 2 installiert wird.	
Zielverzeichnis: C:\TragWer	kSoftware\TWSolution2	
Details anzeigen		
<b>11</b>	W Solution 2	
Mö	chten Sie einen Netzwerkdongle installieren?	
	Ja Nein	
1 <u></u>		
Nullsoft Install System v2.46 —		
	< Zurück Beenden Abb	rechen

# 1.3 Freischaltung des Dongle (Hardlock) für Nachlizenzierung

TW Mauerwerk ohne Dongle ist eine Vollversion mit einer Begrenzung der Wandhöhe. Alle mitgelieferten Positionen (Templates) sind auch ohne Dongle voll funktionsfähig.

Für die uneingeschränkte Nutzung (Vollversion) ist ein Dongle erforderlich.

Bitte senden Sie uns die Dongle-Nr. (roter Kasten) ihres Schutzsteckers an die Adresse: support@twsolution.de zu.



Wir senden Ihnen umgehend die Freischaltung des Dongle. Die Freischaltdatei ist mit "Doppelklick" zu aktivieren. Damit wird der Dongle frei geschaltet.

#### 1.4 Software-Lizenzmodell

TW Mauerwerk lässt sich auf verschiedene Weise installieren:

- Einzelplatzlizenz (Workstation),
- Netzwerklizenz (Bürolizenz),

und lizenzieren:

- Single-User,
- Multi-User,
- Software als Service.

Der Software-Service ist innerhalb von 3 Arbeitstagen nach Installation und Administration benutzbar. Die Mindestnutzungsdauer beträgt 1 Monat.

TW Mauerwerk lässt sich jederzeit kostenfrei updaten über den Download-Link: http://www.tragwerk-software.de/index.php/downloads/151-tw-solution. (Der Link befindet sich im Hilfemenü.) Die Neuerungen der "patches" (Versionspflege) sind beschreiben.

## 1.5 Support

Während der Geschäftszeiten ist ein telefonischer Support unter Tel. 0049/ 0351/ 4338050 möglich.

Jederzeit ist eine Unterstützung über die e-mail Adresse: support@twsolution.de mit einer Reaktionszeit bis zum nächsten Arbeitstag vorhanden.

Weiterhin unterstützt TragWerk alle Kunden mit dem Teamviewer (http://www.teamviewer.com), dessen kostenfreie Installation Voraussetzung ist. Der Kunde sieht direkt auf seinem Bildschirm die Fernwartung bzw. Bedienung durch TragWerk.

# 1.6 Symbole

Im Handbuch verwendete Symbole:



B

Information

Tipp
------

Beispiel

# 2 Formelzeichen

- x, y, zKoordinaten im globalen Koordinatensystem<br/>WanddickeEdBemessungswert der Beanspruchung<br/>Bemessungswert des Tragwiderstandes
- γ Sicherheitsbeiwert
- ψ Kombinationsbeiwert f
  ür Einwirkungen (Psi)
- ζ Dauerstandsbeiwert (Modifikationsbeiwert (Zeta) zur Berücksichtigung der Lasteinwirkungsdauer)
- ρ Dichte
- g Erdbeschleunigung
- E Elastizitätsmodul (E-modul)
- μ Querdehnzahl
- f<sub>k</sub> charakteristische Festigkeit
- N, V, M Normalkraft [kN], Querkraft [kN], Moment [kNm]
- n, m Linienlast [kN/m], Linienmoment [kNm/m]

# 3 Programmbeschreibung

TW Mauerwerk führt eine Bemessung für Mauerwerkswände nach den beiden vereinfachten und dem genaueren Nachweisverfahren durch.

## 3.1 Position anlegen

Über den Menüpunkt Datei (Bild 1) lassen sich die Berechnungs-Positionen verwalten. Nach Anwahl [Neu...] wählt man das gewünschte Nachweisverfahren aus.

Datei Bearbeiten Fenster Hilfe		neu 👔	
Öffnen.	Strg+N	Assistent auswählen Berechnungssoftware für Mauerwerkswände	
Schließen Alle Schließen	Strg+W Strg+Umschalttaste+W	Assistenten: Filtertext eingeben	
Speichern Speichern unter Alle speichern	Strg+5 Stra+Umschalttaste+5	B) ⊕ ECI Enwifkungen B) ⊕ EC2 Betonbau B) ⊕ EC5 Molzbau B) ⊕ EC5 Molzbau B) ⊕ EC5 Molzbau B) ⊕ Tereie Wand	
Drucken Seite einrichten Druckvorschau Eportieren	Strg+P	Genaueres Verfahren Kellerwand ECT Grundbau ECT Grundbau EG Glasbau	
1 LSW_01 [D:\Temp\LSW\LSW_0 2 G_30_V1 [D:\Temp\LSW\G_30_ 3 LSW_01.twsz [D:/Temp/LSW] 4 LSW_02.twsz [D:/Temp/LSW]	1.twsz] V1.twsz]		
Beenden		<zurück weiter=""> Ferti</zurück>	gstellen Abbrechen

#### Bild 1: Position anlegen mit Auswahl eines Verfahrens nach EC 6

Folgende Module zum Mauerwerk stehen zur Verfügung:

- Vereinfachtes Verfahren nach DIN EN 1996-3 [2, 3] mit zugehöriger, vereinfachter Kombinatorik;
- Kellerwände nach Vereinfachtem Verfahren;
- Genaueres Verfahren nach DIN EN 1996-1-1 [4, 5] für den allgemeinen Bemessungsfall mit Einwirkungs-Kombinatorik (EWK) nach DIN EN 1991-1-1 [6, 7] inklusive Kellerwände;
- Freistehende Wände nach Genauerem Verfahren.

## 3.2 Drucken und Exportieren

Die Ergebnisse werden mit den wesentlichen Informationen zu Ein- und Ausgabewerten über die Schaltflächen



ausgegeben:

- Drucker
- pdf-Datei

# 4 "Stark" Vereinfachtes Verfahren (Anhang A)

Das "Stark" Vereinfachte Verfahren benötigt nur wenige Eingabedaten; ist damit aber lediglich in engen Anwendungsgrenzen anwendbar. Die tabellarische Auswertung ist übersichtlich möglich; Überschreitungen werden "Rot" markiert.



Bild 2: Tabellarische Eingabe der nachzuweisenden Wände mit Nachweis

# 5 Vereinfachtes Verfahren

Das Vereinfachte Verfahren ist für einen breiten Anwendungsbereich konzipiert. Die Auswertung erfordert einige zusätzliche Eingaben im Vergleich zum "Stark" Vereinfachten Verfahren.



Bild 3: Tabellarische Eingabe der nachzuweisenden Wände mit Nachweis

# 6 Vereinfachter Nachweis der "Kellerwand"

Die Kellerwand lässt sich nachweisen, wenn die minimale und maximale Auflast bekannt sind. Für Spezialfälle wird der Nachweis mit dem Genaueren Verfahren geführt.

TWSolution			
Datei Bearbeiten Kataloge Fenster Hilfe			
🗄 Gliederung 🛛 🕀 🗖 🗖	Neue Position		- 0
Positionsbeschreibung ⊡ ▶ Geometrie ↓ □ lichte Wandhöhe	Mauerwerk-Kellerwand	Speichern Berechnen Drucken PDF Export	chweis
Höhe der Anschüttung	Eingabe Nachweis Vorschau		ļ
Wandbreite     Materialeigenschaften	Positionsbeschreibung		
🏳 Wichte der Anschüttung	▼ Geometrie		
Grafik ⅔ □ □	lichte Wandhöhe Höhe der Anschüttung Wanddicke Wanddreite	2,6 m ¥ 2,99 m ¥ 0,3 m ¥ 6,0 m ¥	
	<ul> <li>Materialeigenschaften</li> </ul>		
· · · · ·	Wichte der Anschüttung	18,0 kN/m³ 💌	
· ·	charakteristische Druckfestigkeit Mauerwerk	6000,0 kN/m² 💌	
	▼ Belastung		
$h_{e}$	minimale Normalkraft in mittlerer Anschüttungshöhe maximale Normalkraft in mittlerer Anschüttungshöhe	70,0 KM/m • 125,0 KM/m •	
Geometrie			
Wandhöhe h			
Höhe der Anschüttung h-			
Wanddirke +	Validierung 🕅		
Wandhasha b	Meldung	Feld St	atus
vvanuorence De			
	4		F
] <b>□</b> •		J	

Bild 4: Eingabedaten für die Kellerwand

## 7 Genaueres Verfahren mit Schubnachweis

Falls der Nachweis nach dem Vereinfachten Verfahren nicht möglich ist, oder die Anwendungsgrenzen überschritten sind, lassen sich für viele Spezialfälle wirtschaftliche Konstruktionen nachweisen. Der Schubnachweis ist bei Bedarf integriert.

TWSolution											_ 🗆 🗙
Datei Bearbeiten Katali	oge Fenster Hilfe										
E Gliederung 🕄	E - D	Neue Position									
Positionsbeschrei	oung 🔺	Mauerwerk EC6 Genaues Ver	fahren				Speichern	Berechnen Drucks	en PDF Expo	rt Lizenz	Nachweis
Haterial		Eingabe Nachweis Visualisierung	Vorschau								
Schubpachwe	is führen	Mar de Sta		20							-
🖃 🕨 Kennwerte		Walking .		2,0							
- Fik		waituucke		0,24 11 4							
Zeta	zani	Wandlange		4,0 m 💌							
- Lochante	> 35%	▼ Material									
🗄 🕨 Schubnachwe	is	Name	K5 2 0 / 12	NM II	and a second						
Enwirkungen			(to a)o y ra	Ka	calog-INW	· · · ·					
		Schubnachweis führen	$\mathbf{v}$								
Grafik 🛛	0 - 0	▼ Kennwerte									
		f k.		6000.0 kN/m? 🔻							
		Endkriechzabi		1.5 0							
		Zaha	13	0.95							
		Loca Sev.		0,00							
	1		-								
		<ul> <li>Schubnachweis</li> </ul>									_
		Haftscherfestigkeit		0,18 MN/m² 💌							
z		Stoßfugen vermörtelt	$\checkmark$								
l l z		Steindruckfestigkeitsklasse	12	•							
L_x		0.00	vifflöchor o	day Jacoben -							
		- Storkyp									
Inveise 8	- 0	clemer unduerwerk									
Kennwerte	<u> </u>	▼ Einwirkungen									
Wert	Erläuterung	Einwirkungen		Kurzzeitig		Einwirkung			•	Neue Einwirk	ung
	the second second second second	I Standige Einwirki 1 Wandeigenia	ungen							Neue Last	t
f_k	HINWEIS: Kimmsteine können eine geringere Festigl	🐢 2 Normalkraft	in Z-Richtung			<ul> <li>Allgemeines</li> </ul>			- li	Duplaior	
Endkriechzahl	nach DIN EN 1996-1-1/NA, Tab. NA.13	😑 🕑 2 Wandkopf verän	derlich links			Name	Wandkopf veränd	derlich links		Dapiziere	211
Zeta	Daverstandsheiwert i d.P. zeta = 0.85	1 Normalkraft i     2 Normalkraft i	n Z-Richtung			Einwirkungsart	Veränderlich	<b>•</b>		Nach obe	en
Lashantail in Chain		🖃 🕑 3 Wandkopf verän	derlich rechts			Kurzzeitige Einwirkung				Nach unb	.en
> 35%	wenn ja, dann wird die Sicherheit mit dem Faktor 1,:	🔹 📫 1 Normalkraft i	in Z-Richtung						-	Entferne	in I
DIN 51 1005 1 1/04 T-		Bamercungerituation GZT	dia und vor	ühergebend 💌							
DIN EN 1996-1-1/NA, 18	3.194.13	Sumessungssituation dz i	have and you	and genone .							-1
En	dkriechzahl 000	Ausschlussdrubben									
Mauerziegel	Leichtmauermörtel 2.0	Maldana		l neu		[	1				
Kalkeandetaia	Normalmauermörtel/	mercury		reid		Status					
<u> </u>											
Neue Positio	n										

Bild 5: Eingabe der erforderlichen Werte; tabellarische und grafische Hilfe laufen mit

## 7.1 Geometrie

Die Mauerwerkswand ist in der x-z-Ebene dargestellt.



Bild 6: Geometrieeingabe in der x-z-Ebene

# 7.2 Mauerwerksarten

TW Mauerwerk berechnet Wände aus beliebiger Stein-Mörtelkombination. Ein umfangreicher Katalog listet mögliche Mauerwerksarten. Bei der Wahl ist die Liefermöglichkeit durch die Hersteller eigenverantwortlich zu prüfen.

# Katalog

TW Mauerwerk nutzt einen Katalog mit Angaben zu Mauerwerksarten.

logibersicht										
Re	Here K	da na si s	1 m	Testaterrain	Manufacture of	Cabinhand		Oata	alar Centi	
FLOAT & Entries	1		1992	ijpiangene	PRINCIPAL CO.	activities	unition	UNUR	Unitr. Pesti-	-
TMS	Kategorie	e Kochen	Gas	FLOAT				0.0 mm	0.0 N/mm*	0.
ESS () Eintrigal										
ESG-H	Neue 5	schicht								
Verband	Schicks	las-hen								
PV2										
6H										
SC										
EVA										
PU										
502										
\$7R										
Luft										
Araon										
Knoton										
			*		8		_			
chtdetails			x [			_				
chtdetails icht	Glas				тур		ROAT			
chtdetails icht itelferbezeichnung	Glas		* [		Typ Art		ROAT			
chidetails icht ichtelisteischnung int	Glus 0.0	mm			n Typ Art char. Fertigkei	a	R.OAT	N/mm <sup>1</sup>	v	
chidetails icht icht icht ichterbezeichnung in	Glus 0.0 0.0	mm			n Typ Art char, Festigioi Gemme M	a	R.GAT 8.0 8.0	N/mm*	v v	
chtóctails icht iteltoissaichnung ir iodul	Stis 0.0 0.0 0.0	mm	*	v v v	Typ Art chan Fertigkei Germa M Querdehnsahl	a	R.GAT 8.0 8.0 8.0	N/mm*	v v	
chtdetails cht itelerozzeichnung ir lodul ite	Stas 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	mm Nimn kg/m		-	Typ Art char. Fertiglei Germe M Querdehrashi Wärmekottta	R	R.OAT 8.0 8.0 8.0 8.0 8.0 8.0 8.0	N/mm <sup>1</sup>	4	
htdetails che tolio-bzzachnung * odul te molatzahl	Glus 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	N/mm kg/m	n"		Typ Art char, Fertigkei Germe M Querdehrashi Wärmekoeffiz	a ient	R.DAT 8.0 8.0 8.0 8.0 8.0 8.0 8.0	N/mm <sup>3</sup>	v v v	
chidetails cht iteliorbzaichnung ir odul ite midolzahl	64zs 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.	mm Nimm kg/m	e	•	Typ Art char, Fertigkei Germen M Querdehnann Wärmekoeffiz	a jent les heiburg	R.OAT 8.0 8.0 8.0 8.0 8.0 8.0 8.0 8.0 8.0 8.0	N/mm <sup>3</sup>	v v v	gen
chidetails icle itelebzschnung ie lodul ite mololzahl	Stes 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.	nim Nimn kg/m	rt <sup>a</sup>		Typ Art char. Ferrigiei Germe M Querdehran Wähnekoefta	a I Sent Lechwikung	R.GAT	News L/K	v v Attribut anie Attribut bast	gen

#### Bild 7: Katalogbearbeitung zu Mauerwerksarten

Bei der Positionsbearbeitung lassen sich die Einträge aus den Stammdaten kopieren.



# 7.3 Einwirkungen und Lasten

Für die Einwirkungen sind nach dem Teilsicherheitskonzept die charakteristischen Größen mit den dazugehörigen Teilsicherheits-, Kombinations- und Modifikationsbeiwerten (Dauerstandsbeiwert) zu verwenden.



#### Bild 8: Einwirkungen und Lasten

TW Mauerwerk unterscheidet zwischen Einwirkungen und Lasten (Bild 8). Die Einwirkungen sind eine Funktion der Zeit (Dauer der Lasteinwirkung). Die Lasten sind hingegen als eine Funktion, welche Angriffsort und Betrag umfasst, definiert.

# 7.3.1 Einwirkungen

Die Bearbeitung der Einwirkungen ist über die Eingabefelder nach Bild 9 möglich. Die Vorbelegungen lassen sich individuell verändern. Die Einwirkungen werden angelegt und mit den zugehörigen Sicherheitsbeiwerten belegt.

Ein	wirkungen	Kurzzeitig	Fipwirkupg	
-	🕑 1 Ständige Einwirkungen		Cinwinding	
	🏟 1 Wandeigenlast		10000	
	2 Normalkraft in Z-Richtung		<ul> <li>Allgemeines</li> </ul>	
Ξ	🕑 2 Wandkopf veränderlich links		Name	Ständige Einwirkungen
	🏟 1 Normalkraft in Z-Richtung	202	100-100-100 - 100-100 - 100-100 - 100-100 - 100-100-	
1	2 Moment um X-Achse		Einwirkungsart	Ständig
Ξ	🕑 3 Wandkopf veränderlich rechts		Kurzzeitige Einwirkung	
1	1 Normalkraft in Z-Richtung	0.50		
	2 Moment um X-Achse		▼ Sicherheitsbeiwerte S	tändig und Vorübergehend
Ξ	🕑 4 Wandfuß veränderlich links		10 100 100	
	1 Moment um X-Achse		Gamma günstig	1,00
Ξ	🕑 5 Wandfuß veränderlich rechts		Gamma ungünstig	1,35
	1 Moment um X-Achse	100	27 3.	
Ξ	🕑 6 Schub aus Wind		<ul> <li>Sicherheitsbeiwerte A</li> </ul>	ußergewöhnlich / Erdbeben
	1 Schubkraft in X-Richtung	1000		
	2 Moment um Y-Achse		Gamma günstig	1,00 💌
			Gamma ungünstig	1.00
•				

Bild 9: Bearbeitung der Einwirkungen

# 7.3.2 Lasten

Die Lasten (Bild 10) müssen der jeweiligen Einwirkung (EW) zugeordnet werden.

Wandeige	nlast		
Vormalkra	ft in Z-Richt	ung	
Moment u	m X-Achse		
5chubkraf	t in X-Richtu	ing	
Moment u	m Y-Achse		
Constante	Momente u	im X-Achse	

#### Bild 10: Auswahl der Lasten

TW Mauerwerk berücksichtigt:

- Wandeigenlast (Flächenlast),
- Normalbeanspruchung als Linienlast in z-Richtung,
- Linienlastmomente um die "schwache" x-Achse,
- Schubkraft als Punktlast am Wandkopf in x-Richtung,
- Moment um die "starke" y-Achse,
- Konstante Linienlastmomente (Blocklast) um die "schwache" x-Achse an, Wandkopf, -mitte, und –fuß.

## Wandeigenlast

Die Eigenlasten aus Wichte und Putzzuschlag (Bild 11) führen auch ohne Eingabe von Linienlasten immer zu Beanspruchungen in Wandmitte und am Wandfuß.

Wandeigenlast			
Wichte	15,0	kN/m³	•
Putzzuschlag (char.)	0,55	kN/m²	-

#### Bild 11: Eingabe der Eigenlast

Für die Einwirkungs-Kombinatorik wirkt die Eigenlast "ständig". Die Sicherheitsbeiwerte für ständige Einwirkungen sind nach Norm  $\gamma = 1,0$  für die so genannte "günstige" und 1,35 für "ungünstige" Beanspruchung. Beim Schubnachweis wird bei geringer ständiger Einwirkung ( $\gamma = 1,0$ ) in der Regel der Reibungsnachweis maßgebend.

## Normalkraft als Linienlast

Die Normalkraft am Wandkopf ist als Trapezlast mit negativem Vorzeichen (gegen die z-Achse) einzugeben. TW Mauerwerk ermittelt daraus automatisch die Normalkraftbeanspruchung in Wandmitte und am Wandfuß.

Normalkraft in Z-Richtung			
Wert Anfang	-35,0	kN/m	•
Wert Ende	-55,0	kN/m	-

Bild 12: Eingabe der Trapezlast

## Linienmomente um die "schwache" Achse

Das Linienmoment am Angriffsort ist als Trapezlast einzugeben. TW Mauerwerk ermittelt daraus automatisch die Momentenbeanspruchung in Wandmitte.

Moment um X-Ad	:hse	
Wert Anfang	2,0	kNm/m 🔻
Wert Ende	3,0	kNm/m 💌
Angriffsort	Wandkopf 🔹	
	Wandkopf Wandfuß	

Bild 13: Eingabe der Linienmomente

## Schubkraft als Punktlast am Wandkopf

Die Schubkraft am Wandkopf ist als Punktlast einzugeben. TW Mauerwerk ermittelt daraus automatisch die Momentenbeanspruchung um die "starke" Achse in Wandmitte und Wandfuß.

Schubkraft in X-Ric	thung			
Wert	19,0	kN	-	

Bild 14: Eingabe der Schubkraft V<sub>x</sub>

#### Moment um die "starke" Achse

Das Moment um die "starke" Achse wird am Wandkopf eingegeben. TW Mauerwerk setzt dieses Moment als konstante Beanspruchung über die Wandhöhe an.

Moment um Y-Achs	e	
Wert	24,0	kNm 💌

#### Bild 15: Eingabe Moment My am Wandkopf

## Konstante Momente (Blocklast) um die "schwache" Achse

Blockmomente lassen sich an Wandkopf, -mitte und –fuß eingeben. Damit können z.B. Momente aus Wind oder Erddruck an diesen Nachweisstellen berücksichtigt werden.

Konstante Momente um X-Achs	;e	
Wert Wandkopf	3,0	kNm/m 🔻
Wert Wandmitte	-2,0	kNm/m 💌
Wert Wandfuß	1,0	kNm/m 💌

Bild 16: Eingabe Moment m<sub>x</sub>

# 7.4 Einwirkungskombinatorik

TW Mauerwerk führt die Kombinatorik nach Norm automatisch durch. Eine vereinfachte Kombinatorik ist wählbar.

#### Einwirkungsausschluss-Gruppen

Mit der Festlegung von Einwirkungen, die sich gegenseitig ausschließen (Einwirkungs-Ausschluss-Gruppen), sind unterschiedliche Einwirkungs-Situationen modellierbar. Damit führt TW Mauerwerk den Nachweis z.B. für Linienmomente aus Windsog und Winddruck in einer Berechnungsposition durch (Bild 17).

Ausschlussgruppen	1719
🖃 🙆 Wind	1
🕑 Winddruck	
🕑 Windsog	

#### Bild 17: Wahl sich ausschließender Einwirkungen

Der größte Ausnutzungsgrad der Konstruktion wird über alle Einwirkungs-Kombinationen ermittelt. Sind sehr viele Einwirkungen definiert, steigt die Rechenzeit merklich an.

Bei einer "ständigen Einwirkung" und drei "veränderlichen Einwirkungen" ergibt sich die Anzahl von Einwirkungskombinationen zu:  $n = 2^{(1+3)} \times 3 = 48$ , da die "Ständige Einwirkung" 2 Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma$ , und die "veränderliche Einwirkung" jeweils 2 Teilsicherheitsbeiwerte und einen Kombinationsbeiwert  $\psi$  entsprechend der Leit- bzw. Begleiteinwirkung hat. Am folgenden Beispiel mit z.B. 10 "veränderlichen Einwirkungen" erkennt man die berechtigte Kritik an diesem Nachweisverfahren wegen:

 $n = 2^{(1+10)} \times 10 = 20.480$  möglicher Kombinationen.

# 7.5 Nachweis der Tragfähigkeit

Die Bemessung des Mauerwerks erfolgt mit dem semiprobabilistischen Nachweisverfahren (Teilsicherheitskonzept). Die Einwirkungen sind mit Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten zu behaften. In den Bemessungswert der Festigkeit fließen der Teilsicherheitsbeiwert für das Material  $\gamma_M$  und der Dauerstandsbeiwert (Modifikationsbeiwert)  $\zeta$  ein. Dieser ist  $\zeta = 0,85$ , wenn keine kurzzeitige Einwirkung beteiligt ist.

Ed... Bemessungswert der Beanspruchung (z.B. Schnittgrößen)

Rd... Bemessungswert des Tragwiderstandes (z.B. Festigkeit)

Beispielsweise gilt für eine Einwirkungssituation aus Eigen-, Wind- und Schneelasten für den Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) im Allgemeinen folgende Gleichung:

$$E_{d} \leq R_{d}$$
"Eigengewicht  $\oplus$  Wind  $\oplus$  Schnee  $\leq$  Festigkeit "  
 $(\gamma_{g} \cdot \psi_{g} \cdot N_{g}) \oplus (\gamma_{w} \cdot \psi_{0} \cdot N_{w}) \oplus (\gamma_{s} \cdot \psi_{0} \cdot N_{s}) \leq \zeta \frac{p_{0} \cdot p_{1} \cdot f_{k}}{\gamma_{w}}$ 

 $\gamma_{g...}$  Teilsicherheitsbeiwert für Eigenlast (Ständige Einwirkung  $\gamma_{g} = 1,0$  bzw. 1,35)

γм

- $\psi_g$ ... Kombinationsbeiwert für Eigenlast ( $\psi_g = 1,0$ , weil Ständige Einwirkung)
- Ng... z.B. Normalkraft aus Eigenlast
- $\gamma_{w...}$  Teilsicherheitsbeiwert für Windlast (Veränderliche Einwirkung  $\gamma_{w} = 0$  bzw. 1,5)
- $\psi_{w...}$  Kombinationsbeiwert für Windlast ( $\psi_{w} = 0,6$ )
- Nw... z.B. Normalkraft aus Windlast aus Dachkonstruktion
- $\gamma_{s...}$  Teilsicherheitsbeiwert für Schneelast (Veränderliche Einwirkung  $\gamma_{w} = 0$  bzw. 1,5)
- $\psi_{s...}$  Kombinationsbeiwert für Schneelast bis 1000 m über NN ( $\psi_{s} = 0,5$ )
- Ns... z.B. Normalkraft aus Schneelast
- *ζ* Dauerstandsbeiwert
  - = 0,85 bei ständiger Einwirkung
  - = 1,00 bei kurzzeitiger Einwirkung (z.B. Wind)
- p0 Abminderungsfaktor von fk für "kurze Wände der Fläche A":
   = 1,0 im Allgemeinen
   = 0,7 + 3 · A bei Genauerem Verfahren
  - = 0,8 bei Querschnitten aus getrennten Steinen mit Lochanteil > 35%

GI. 1

GI. 3



- p1 Abminderungsfaktor von fk für Verbandsart:
   = 1,0 für "Einsteindickes" Mauerwerk
   = 0,8 für Verbandsmauerwerk
- fk... charakteristischer Wert der Festigkeit
- $\gamma_{M...}$  Materialsicherheitsbeiwert ( $\gamma_{M} = 1,5$  für Mauerwerk)

Beim Nachweis wird der Dauerstandsbeiwert  $\zeta$  aus der kürzesten Einwirkungsdauer für alle Einwirkungen in der Kombination einheitlich angesetzt!

# 7.6 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Die ausreichende Gebrauchstauglichkeit (GZG) wird nach Norm nur beim Schubnachweis über die "klaffende Fuge" geführt, wenn die Haftscherfestigkeit bei der Ermittlung der aufnehmbaren Schubkraft für Reibungsversagen angesetzt wurde.

## 7.7 Ergebnisse

## Visualisierung

Die Schaltfläche *forstellen in Steuerung*. Die Ergebnisse lassen sich durch klicken der Einwirkungskombination (EWK) und Auswahl der Ergebnisgröße anzeigen.

Einwirk	ungskombi	nation						
EWK	GZ	1 Stä	2 Wa	3 Wa	4 Wa	5 Wa	6 Sch	7 Wi
528	GZT	1,35	1,50	1,05			0,90	
560	GZT	1,35	1,50	1,05	1,05		0,90	
2597	GZT	1,00			1,05		0,90	1,5
Verforn	ntes Syster	n						
<b>Verforn</b> Ausmitte	ntes Syster	n hen		20 11 20 11		1	<u>i</u> i	6
Verforn Ausmitte	ntes Syster a e_y überhö s-Größe	n hen i		<u>0</u> 0			1 1	1

#### Bild 18: Analyse einzelner Kombinationen und Wahl der Ergebnisgröße

Durch ziehen der Ankerpunkte lässt sich der Schnitt durch die Wandfläche anpassen. In Bild 19 wird die Normalkraft am Wandkopf als Trapezlast kontrolliert. Verschiedene Darstellungsarten stellt TW Mauerwerk (Bild 20) zur Verfügung:

- Zahlenwerte,
- Color Plot,
- Isolinien,
- Color Plot + Isolinien,
- Vektorfeld.

Steuerung:

- Zoomen in der Grafik mit festgehaltener mittlerer Maustaste,
- Verschieben mit festgehaltener rechter Maustaste,
- Schriftgröße mit Schieberegler,
- Nachkommastellen eingeben.



Bild 19: Visualisierung der Normalkraft am Wandkopf



#### Bild 20: Darstellungsarten



Jede Visualisierung lässt sich über die Schaltfläche aufnehmen.



in die Ausgabe

## 7.8 Nachweise

Die Bemessung wird durchgeführt und für Wandkopf, -mitte und -fuß die maßgebende Einwirkungskombination herausgefiltert.

	C	PARAMAN CIRCLE	14-14-14 HOLE
Eingabe	Nachweis	Visualisierung	Vorschau

Inachweis
Inachweis

Ort	×[m]	N_ed [kN/m]	M_ed [kNm/m]	e_L[m]	e [m]	phi	EWK	eta	Nachweis
Wandkopf	0,00	-76,25	6,60	0,09	0,11	0,09	2597	1,00	🔵 Erfüllt
Wandmitte	0,00	-329,59	2,78	0,01	0,01	0,81	560	0,50	😑 Erfüllt
Wandfuß	0,00	-337,44	1,05	0,00	0,01	0,90	528	0,46	\varTheta Erfüllt

Bild 21: Maßgebende Einwirkungs-Kombinationen (nach Vorschrift) für den Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)

#### 7.9 Vorschau

Der geplante Ausdruck wird in der Vorschau dargestellt.

Systemskizze





# 8 Nachweis "Freistehende Wand"

Die "Freistehende Wand" lässt sich nur nach dem Genaueren Verfahren nachweisen.

TWSolution			
Datei Bearbeiten Kataloge Fenster Hilfe			
P⊂ silicerung 3 Positionsbeschreibung B→D Geometrie Wanddicke	Mauerwerk freie Wand	Speichern Berechnen Drucken PDF Export	z Nachweis
→ 💾 Wandhöhe → Materialeigenschaften	Eingabe Nachweis Vorschau		
Wichte Mauerwerk     Charakteristische Druckfestigkeit Mauerwerk     Daterialischerheitsbeiwert	Positionsbeschreibung  Geometrie		
Dauerstandsbeiewert	Wanddicke	0,24 m •	
Grafik X	Materialeigenschaften		
w <sub>k</sub>	Wichte Mauerwerk	20,0 kN/m <sup>3</sup> •	
	Mauerwerk Materialsicherheitsbeiwert	1,8 N/mm² ▼ 1,5 ▼	
	Dauerstandsbeiewert	1,0	
h	Windlast	1,336 KN/m 💌	
	Normalkraft am Wandkopf Teilsicherheitsbeiwert ständige	0,0 N/m 🗸	
e Hinweise ℜ	Einwirkungen     Teilsicherheitsbeiwert veränderliche     Einwirkungen	1,5	
Material			
Viichte mauerwerk Y Charakteristische Druckfestigkeit Mauerwerk fr.	Validierung 🕅		- 0
Materialsicherheit VM	Meldung	Feld	Status
Dauerstandsbeiewert 7	<u>•  .(</u>		

Bild 23: Tabellarische Eingabe der "Freistehenden Wand"

# 9 Literatur

- Jäger, W.; Plücke, T.: Kommentierte Technische Regeln für den Mauerwerksbau; Teil 1: DIN 1053-100: Mauerwerk – Berechnung auf der Grundlage des semiprobabilistischen Sicherheitskonzepts – Kommentare und Erläuterungen. In: Mauerwerk – Kalender 31 (2006), S.363-444, Ernst & Sohn, Berlin, 2006
- [2] DIN EN 1996-3: 2010-12 Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten - Teil 3: Vereinfachte Berechnungsmethoden für unbewehrte Mauerwerksbauten
- [3] DIN EN 1996-3/NA: 2012-01 Nationaler Anhang National festgelegte Parameter - Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten -Teil 3: Vereinfachte Berechnungsmethoden für unbewehrte Mauerwerksbauten
- [4] DIN EN 1996-1-1 (12/2010) Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk. DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- [5] DIN EN 1996-1-1 NA (10/2011) Nationaler Anhang Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten - Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk. DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- [6] DIN EN 1991-1-1: 2010-12 Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
- [7] DIN EN 1991-1-1/NA: 2010-12 Nationaler Anhang National festgelegte Parameter - Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau