



4H- STATIKPROGRAMME
AUS HANNOVER

DTE Desktop®
Engineering



pcae GmbH

Kopernikusstr. 4A

30167 Hannover

Tel 0511/70083-0

Fax 0511/70083-99

Internet www.pcae.de

Mail dte@pcae.de



4H-Mwand Mauerwerkswand
4H-Kwand Kellerwand
4H-Mauer Mauerwerk **und**

Juli 2025

4H-Mwand Mauerwerkswand 4H-Kwand Kellerwand 4H-Mauer Mauerwerk und

Copyright 2009-2025

11. überarbeitete Auflage, Juli 2025

pcae GmbH, Kopernikusstr. 4 A, 30167 Hannover

pcae versichert, dass Handbuch und Programme nach bestem Wissen und Gewissen erstellt wurden. Für absolute Fehlerfreiheit kann jedoch infolge der komplexen Materie keine Gewähr übernommen werden.

Änderungen an Programmen und Beschreibung vorbehalten.

Korrekturen und Ergänzungen zum vorliegenden Handbuch sind ggf. auf der aktuellen Installations-CD enthalten. Ergeben sich Abweichungen zur Online-Hilfe, ist diese aktualisiert.

Ferner finden Sie **Verbesserungen und Tipps im Internet unter www.pcae.de.**

Von dort können zudem aktualisierte Programmversionen herunter geladen werden.

S. hierzu auch *automatische Patch-Kontrolle* im DTE[®]-System.

Produktbeschreibungen

Das vorliegende Handbuch beschreibt drei voneinander unabhängige Programme zum Themenkreis Mauerwerksbau.

##-Mwand, ##-Kwand und ##-Mauer sind Produkte der **pcae** GmbH, Hannover.

Abgrenzung

Das Programm ##-Mauer führt eine Mauerwerksbemessung nach DIN 1053-100 oder DIN EN 1996-1-1 (Eurocode 6) für einen beliebigen **Detailpunkt** einer Wand oder eines Pfeilers durch. Es werden je Nachweis Bemessungs- (Design-) Schnittgrößen sowohl parallel als auch senkrecht zur Wandfläche bzw. zum Pfeilerquerschnitt erwartet. Bei aktiviertem Nachweis wird die Nachweisführung parallel oder senkrecht zur Wand nur von dem Vorhandensein der entsprechenden Schnittgröße gesteuert. Das Programm umfasst das **pcae**-Gesamtangebot an Mauerwerksnachweisen. Die Ermittlung der Bemessungsschnittgrößen ist systemabhängig und wird - je nach Anwendungsfall - von den übergeordneten Programmen ##-Mwand oder ##-Kwand übernommen.

Das Programm ##-Kwand berechnet und bemisst einen auf Erddruck belasteten, zweiseitig gehaltenen Kellerwandstreifen entweder aus Stahlbeton oder Mauerwerk, wobei der Schwerpunkt des Programms auf der Erddruckermittlung liegt. Ergänzend können zur Erddruckabfangung dienende freistehende (Krag-) Wände berechnet werden. Die Schnittgrößen werden grundsätzlich entweder an einem Einfeld- oder Kragssystem ermittelt, das ggf. elastisch eingespannt ist. Neben den Erddruck- und Eigengewichtslasten können Lasten nur am Wandkopf eingeleitet werden und müssen zur Extremierung Einwirkungen zugeordnet werden. Die extremalen Bemessungsschnittgrößen werden programmintern ermittelt; Besonderheiten der jeweiligen Norm können berücksichtigt werden. Die wesentlichen Nachweise werden vom Programm zur Verfügung gestellt. Sollte ein Spezialfall nicht abgedeckt sein, kann das Programm ##-Mauer mit den berechneten Schnittgrößen bestückt werden und die fehlenden Informationen liefern.

Das Programm ##-Mwand berechnet und bemisst eine beliebige Innen- oder windbelastete Außenwand eines Gebäudes aus Mauerwerk. Ergänzend können freistehende Wände (z.B. Grenzmauern) berechnet werden. Die Schnittgrößen einer Gebäudewand ergeben sich aus den Lagerkräften der aufliegenden Decken und/oder Unterzüge, aus den weitergeleiteten Lasten der darüber liegenden Geschosse, aus Windlasten längs und quer zur Wand sowie aus ihrem Eigengewicht. Es wird die teileinspannende Wirkung der aufliegenden Decken über eine vereinfachte Berechnung der Wand-Knoten-Momente berücksichtigt. Freistehende Mauern können keine Kopflasten übernehmen und werden als Kragträger berechnet. Die Windlasten können über ein Hilfswerkzeug in Korrespondenz zu dem **pcae**-Programm ##-WUSL ermittelt werden. Auch hier werden die extremalen Bemessungsgrößen programmintern ermittelt; Besonderheiten der Norm können berücksichtigt werden. Die wesentlichen Nachweise werden vom Programm zur Verfügung gestellt. Sollte ein Spezialfall nicht abgedeckt sein, kann das Programm ##-Mauer mit den berechneten Schnittgrößen bestückt werden und die fehlenden Informationen liefern.

##-Kwand

Das Programm ##-Kwand berechnet und bemisst eine Kellerwand aus Stahlbeton oder Mauerwerk. Das statische System kann entweder auskragen (einseitig gehaltene Mauer) oder an Kopf- und Fußpunkt (zweiseitig) gelagert sein. Dabei ist eine teilweise Einspannung z.B. infolge aufgelagerter Deckenplatten möglich.

Die Kellerwand wird durch ihr Eigengewicht, Kopflasten aus darüber liegenden Geschossen sowie seitlich wirkenden Erddruck belastet. Eigengewicht und Kopflasten sind für das semiprobabilistische Sicherheitskonzept in Einwirkungskategorien einzuordnen, wobei die Möglichkeit besteht, bereits sicherheitsbeaufschlagte Designlasten aufzubringen.

Der Erddruck wird nach DIN 4085 unter Beachtung von DIN 1054 ermittelt. Es können maximal zwei Bodenschichten (ggf. unter Auftrieb) eingegeben werden, die durch ständig oder veränderlich wirkende auf oder unter der Erdoberfläche gelegene Lasten konsolidiert sind. Die Erdoberfläche kann eine u.U. örtlich begrenzte Böschung enthalten, auf der jedoch Auflasten nicht berücksichtigt werden.

Die Ermittlung der Bemessungsgrößen erfolgt nach DIN 1055-100 bzw. NA-DE. Für Mauerwerksnachweise können normenspezifische Vorschriften berücksichtigt werden.

Die Stahlbetonbemessung kann nach den Normen DIN 1045-1 (Ausgaben 8.08 und 7.01) und EN 1992-1-1 (Eurocode 2) geführt werden. Für die extremalen Bemessungsschnittgrößen werden im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) die Biege- und Schubbemessung sowie im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) der Riss- und Spannungsnachweis angeboten. Optional kann bei Vorgabe von DIN 1045-1 der Brandschutznachweis für Wände nach DIN 4102 aktiviert werden.

Beton- und Stahlgüte können aus einer Liste ausgewählt werden. Zur Berücksichtigung ungenormter Betone oder Bewehrungsstähle können die notwendigen Materialparameter auch frei eingegeben werden.

Biege- und Schubbemessung als Nachweise im GZT liefern Bewehrung, die mit der eingegebenen Grundbewehrung extremiert wird. Für die nachfolgenden Nachweise im GZG dient sie als Startvektor.

Basierend auf dem Bewehrungsgehalt des Querschnitts werden der Spannungszustand des Querschnitts ermittelt und für den Rissnachweis die Rissesicherheit, für den Spannungsnachweis die Zug- und/oder Druckspannungen berechnet. Die Überprüfung der eingegebenen Grenzwerte führt ggf. zu einer Bewehrungserhöhung. Bei Bedarf können Kriech- und Schwindinflüsse berücksichtigt werden.

Der Brandschutznachweis für Wände nach DIN 4102 liefert für 1-seitige Brandbeanspruchung die minimal erreichte Feuerwiderstandsklasse.

Die Mauerwerksnachweise werden nach dem genaueren Verfahren in DIN 1053-100 bzw. DIN EN 1996-1-1 (Eurocode 6) geführt. Für die extremalen Bemessungsschnittgrößen werden im Grenzzustand der Tragfähigkeit der Druck- bzw. Knicknachweis, der Schubnachweis und der Grenzlachsnachweis angeboten. Die planmäßigen Exzentrizitäten der charakteristischen Lasten werden grundsätzlich überprüft.

Die Mauerwerksfestigkeiten werden aus der typisierten Eingabe, z.B. Kalksandstein, Hochlochstein, Steinfestigkeitsklasse 10, Mörtelgruppe III, vom Programm ermittelt.

Der Drucknachweis ist i.A. nur am Wandkopf und Wandfuß zu führen, kann aber über die ganze Wandhöhe angezeigt werden. Für den Knicknachweis können Kriechinflüsse berücksichtigt werden; er wird nur in Wandmitte ausgegeben. Der Schubnachweis ist an der Stelle der maximalen Schubbeanspruchung zu führen, kann aber ebenfalls über die gesamte Wandhöhe dargestellt werden. Speziell für Kellerwände ist der Grenzlachsnachweis integriert, der i.A. unterhalb der Kellerdecke oder in Mitte der Anschütthöhe geführt werden muss.

Der Ausgabeumfang kann vom Anwender bestimmt werden. Es besteht die Möglichkeit, die über die Wandhöhe vorliegenden Ergebnisse sowohl grafisch als auch tabellarisch darzustellen. Die Ausgabe von Erläuterungen sowie zusätzlicher Informationen lässt sich unterdrücken. Außerdem kann an Wandkopf, Wandfuß und diversen maßgebenden Schnitten eine Ergebnisausgabe erzeugt werden.

##-Mwand

Das Programm ##-Mwand berechnet und bemisst eine beliebige Innen- oder windbelastete Außenwand eines Gebäudes aus Mauerwerk entspr. DIN 1053-100 bzw. DIN EN 1996-1-1 (Eurocode 6). Ergänzend können freistehende Wände (z.B. Grenzmauern) berechnet werden.

Die Schnittgrößen einer Gebäudewand ergeben sich aus den Lagerkräften der aufliegenden Decken und/oder Unterzüge, aus den weitergeleiteten Lasten der darüber liegenden Geschosse, aus Windlasten längs und quer zur Wand sowie aus ihrem Eigengewicht.

Es wird die teileinspannende Wirkung der aufliegenden Decken über eine vereinfachte Berechnung der Wand-Knoten-Momente berücksichtigt.

Freistehende Mauern können keine Kopflasten übernehmen und werden als Kragträger berechnet.

Die Windlasten können über ein Hilfswerkzeug in Korrespondenz zu dem [pcae](#)-Programm ##-WUSL ermittelt werden.

Auch hier werden die extremalen Bemessungsgrößen programmintern ermittelt; Besonderheiten der Norm können berücksichtigt werden.

Die wesentlichen Nachweise werden vom Programm zur Verfügung gestellt.

Sollte ein Spezialfall nicht abgedeckt sein, kann das Programm ##-Mauer mit den berechneten Schnittgrößen bestückt werden und die fehlenden Informationen liefern.

##-Mauer

Das Programm ##-Mauer führt für die Bemessungsschnittgrößen eines Detailpunktes eine Mauerwerksbemessung nach DIN 1053-100 oder DIN EN 1996-1-1 (EC 6) durch. Die Nachweise werden in Abhängigkeit der eingegebenen Schnittgrößen in Wandlängsrichtung und/oder in Wandquerrichtung geführt. Bezugsachse der Schnittgrößen ist die Wandmittellachse.

Die Eingabe der Mauerwerksfestigkeiten kann als *spezifiziertes Mauerwerk*, z.B. KS L, SFK 10, Normalmauermörtel III, *typisiertes Mauerwerk*, z.B. Kalksandstein, Hochlochstein, Steinfestigkeitsklasse 10, Mörtelgruppe III oder *freies Material* mit den bemessungsrelevanten Parametern f_k , E_M , f_{bk} , f_{bz} , f_{vk0} erfolgen.

Die Materialsicherheiten im Grenzzustand der Tragfähigkeit können für die normale Bemessungssituation, für die außergewöhnliche Bemessungssituation und selbst definiert mit γ_{M0} und η vorgegeben werden. Für kurze Wände und Pfeiler ist ein Erhöhungsfaktor frei vorgebar.

Nachweise

Begrenzung der planmäßigen Exzentrizität der einwirkenden charakteristischen Lasten

Sowohl in Wandlängsrichtung als auch in Wandquerrichtung werden die Ausmitten der eingegebenen charakteristischen Schnittgrößen ermittelt und überprüft.

Genaueres Verfahren (Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit)

Nachweis bei zentrischer und exzentrischer Druckbeanspruchung: Der Drucknachweis ist am Wandkopf und am Wandfuß zu führen. Er erfolgt bei 'vorwiegend biegebeanspruchten Querschnitten' oder 'geschoss hohen Wänden' auf die gleiche Weise. Dabei wird bei Scheibenbeanspruchung die Wandlängsrichtung und bei Plattenbeanspruchung die Wandquerrichtung betrachtet.

Nachweis der Knicksicherheit: Der Knicknachweis ist in halber Geschosshöhe bzw. bei Kellerwänden in halber Höhe der Erdanschüttung zu führen. Berücksichtigt (ggf. vom Programm ermittelt) werden die Knicklänge und die zusätzliche Kriechausmitte. Es wird nur die Wandquerrichtung betrachtet.

Nachweis bei Schubbeanspruchung: Der Schubnachweis ist (bei Rechteckquerschnitten) an der Stelle der maximalen Schubspannung zu führen. Dabei wird bei Scheibenschub die Wandlängsrichtung und bei Plattenschub die Wandquerrichtung betrachtet. Die abgeminderte Haftscherfestigkeit f_{vk0} kann unberücksichtigt bleiben (z.B. wenn beim Dehnungsnachweis die häufige Bemessungssituation zugrunde gelegt wurde).

Nachweis der Teilflächenpressung: Am Wandkopf können Einzellasten über lastverteilende Lagerplatten in das Mauerwerk eingeleitet werden. Der Nachweis wird in Wandlängsrichtung und Wandquerrichtung geführt.

Genaueres Verfahren (Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit)

Nachweis der zulässigen Randdehnung: Der Dehnungsnachweis ist bei 'Windscheiben' für die seltene bzw. häufige Bemessungssituation zu führen. Es wird nur die Wandlängsrichtung betrachtet.

Kellerwände ohne Nachweis auf Erddruck

Bei Kellerwänden darf auf den Belastungsansatz von Erddruck verzichtet und ein Grenzlaster nachweis geführt werden, wenn die Bedingungen nach Kap. 10, DIN 1053-100, eingehalten sind. Der Nachweis ist in halber Höhe der Erdanschüttung oder unterhalb der Kellerdecke in Wandquerrichtung zu führen. Sind die Voraussetzungen nicht erfüllt oder kann dieser Nachweis nicht erbracht werden, sei an dieser Stelle auf das [pcae](#)-Programm `##Kwand` verwiesen, das eine Kellerwand unter Erddruckbelastung bemisst.

Je nach Anwendungsbedarf kann der Statikausdruck in sehr ausführlicher Form (einschl. Rechenwegen und Formeln) oder in kompakter Ausführung (standard) dargestellt werden. Die Ausgabe der Eingabeparameter kann unterdrückt werden.

Allgemeines

Die Programmentwicklung erfolgt nahezu ausschließlich durch Bauingenieure.

Die interaktiven Steuermechanismen der Programme sind aus anderen Windows- Anwendungen bekannt. Wir haben darüber hinaus versucht, weitestgehend in der Terminologie des Bauingenieurs zu bleiben und `##Kwand`/`##Mauer` von detailliertem Computerwissen unabhängig zu halten.



Das vorliegende Handbuch beschreibt die Handhabung der Programme. Informationen zu dem jeweiligen Eigenschaftsblatt finden Sie zusätzlich über den lokalen Hilfebutton.

Zur Dokumentation der Mauerwerksprogramme gehört neben diesem Handbuch das Manual

DTE[®]-DeskTopEngineering

Handbücher können zudem als pdf-Dokumente von der Installations-CD und aus dem Internet unter www.pcae.de heruntergeladen werden.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg mit `##Mwand`, `##Kwand` und `##Mauer`.

Hannover, im Juli 2025

Abkürzungen und Begriffe

Um die Texte zu straffen, werden folgende **Abkürzungen** benutzt:

LF	Lastfall (Teileinwirkung)
Nwtyp	Nachweistyp
El.	Element
GZT	Grenzzustand der Tragfähigkeit
GZG	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit



signalisiert Anmerkungen

Buttons

Das Betätigen von Buttons wird durch Setzen des Buttoninhalts in **blaue Farbe** und die Auswahl eines Begriffs in einer Listbox durch diese **Farbe** symbolisiert.



Rot markierte Buttons bzw. Mauszeiger kennzeichnen erforderliche Eingaben bzw. anzuklickende Buttons.

Index

Indexstichworte werden im Text zum schnelleren Auffinden **grün markiert**.

Beim Verweis auf Eigenschaftsblätter wird deren *Bezeichnung kursiv gedruckt*.

Doppelklick

zweimaliges schnelles Betätigen der LMT

blank

Leerzeichen

Cursor

Schreibmarke in Texten, Zeigesymbol bei Mausbedienung

icon

oder Ikon, Piktogramm, Bildsymbol

Zur Definition der Begriffe **Lastbild**, **Lastfall**, **Einwirkung**, **Lastkollektiv** und **Extremalbildungsvorschrift** s. Handbuch das **pcae-Nachweiskonzept**, Theoretischer Teil.

Die in der Interaktion mit **pcae**-Programmen stehenden **Buttons** besitzen folgende Funktionen:



bricht Eigenschaftsblätter ohne Änderung der Eingabewerte ab



lädt abgespeicherte Werte in das Eigenschaftsblatt bzw. speichert die aktuellen Werte zum späteren Abruf in anderen Eigenschaftsblättern



ruft das Online-Hilfesystem



bestätigt die Eingaben und schließt das Eigenschaftsblatt



Löschen-Button vernichtet Eingaben mit Nachfrage



Datenzustand
überprüfen

Wenn der Mauszeiger einen Moment auf einem Button verweilt, erscheint ein Fähnchen, das den zugehörigen Aufruf beschreibt.

Inhaltsverzeichnis

1	Programminstallation und DTE®-Schreibtisch einrichten	7
2	Ordner und Bauteil erzeugen	9
3	Bearbeitung Nachweistyp Kellerwand	11
3.1	Festlegung der Bodenkennwerte	13
3.2	Festlegung der Belastung	14
3.2.1	Register Bodenauflasten	14
3.2.2	Register Wandkopflasten	14
3.3	Federsteifigkeit oder Einspanngrad	15
3.4	Nachweisparameter	15
3.4.1	Erddruckberechnung	16
3.4.1.1	Theorie Erddruckberechnung	17
3.4.2	Stahlbeton - Allgemeines	20
3.4.2.1	Stahlbetonnachweise	21
3.4.2.2	Bemessungsoptionen Eurocode 2	22
3.4.2.2.1	Material	22
3.4.2.2.2	Biegebemessung	22
3.4.2.2.3	Schubbemessung	22
3.4.2.2.4	Bemessungsergebnisse	23
3.4.2.2.5	Rissnachweis	23
3.4.2.2.6	Spannungsnachweis	24
3.4.2.2.7	Nachweisergebnisse	25
3.4.2.3	Bemessungsoptionen DIN 1045-1	26
3.4.2.3.1	Material	26
3.4.2.3.2	Biegebemessung	26
3.4.2.3.3	Schubbemessung	26
3.4.2.3.4	vereinfachter Brandschutznachweis	27
3.4.2.3.5	Bemessungsergebnisse	27
3.4.2.3.6	Rissnachweis	28
3.4.2.3.7	Spannungsnachweis	29
3.4.2.3.8	Nachweisergebnisse	29
3.4.3	Mauerwerksnachweise	30
3.5	Ausgabebumfang der Ergebnisse	32
4	Bearbeitung Nachweistyp Mauerwerkswand	34
4.1	System	35
4.2	Schnittgrößenermittlung am Wand-Decken-Knoten	35
4.3	Programmsteuerung	38
4.4	Festlegung der Materialdaten	39
4.5	Belastung	40
4.5.1	Deckenlasten	40
4.5.2	Wandauflasten	41
4.5.3	Windlasten	41
4.5.4	sonstige Lasten	43
4.5.5	Extremalbildung	44
4.6	Nachweisparameter	45
4.7	Ausdrucksteuerung	47
5	Bearbeitung Nachweistyp Mauerwerk	48
5.1	Belastung	49
5.2	Festlegung der Nachweisparameter	51
5.3	Ausdrucksteuerung	51
6	Allgemeine Steuerbuttons	52
6.1	Bemessung durchführen und Ergebnisse einsehen	52

6.2	Ausdruck des Nachweises	52
6.3	Hilfestellungen	52
6.4	Bearbeitung beenden	52
7	Parametererläuterung.....	53
7.1	Parametererläuterung ##-Kwand	53
7.2	Parametererläuterung ##-Mwand.....	54
7.3	Parametererläuterung ##-Mauer	54
8	Materialparameter für die Mauerwerksnachweise (Basics)	56
8.1	Mauerwerk.....	56
8.1.1	spezifiziertes Mauerwerk.....	56
8.1.2	typisiertes Mauerwerk	57
8.1.3	freie Parametereingabe.....	57
8.2	Materialsicherheit	57
9	Standsicherheitsnachweise für Mauerwerk (Basics).....	59
9.1	Voraussetzungen	59
9.2	Sicherheitskonzept.....	59
9.3	Bemessung mit dem genaueren Verfahren (GZT).....	59
9.4	Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG)	60
9.5	Nachweis bei zentrischer und exzentrischer Druckbeanspruchung	60
9.6	zweiachsiges Beanspruchung.....	62
9.7	Nachweis einer ungewollten Horizontallast.....	63
9.8	Nachweis der Teilflächenpressung	63
9.9	Nachweis der Biegezugbeanspruchung.....	64
9.10	Schubnachweis	65
9.11	Grenzlastnachweis für Kellerwände.....	67
9.12	Mindestauflast für windbeanspruchte Außenwände	68
9.13	Nachweis der planmäßigen Exzentrizitäten (GZG).....	69
9.14	Nachweis der zulässigen Randdehnungen.....	69
10	Nationale Anhänge zu den Eurocodes	70
11	Literaturverzeichnis	71
12	Index	72

1 Programminstallation und DTE®-Schreibtisch einrichten

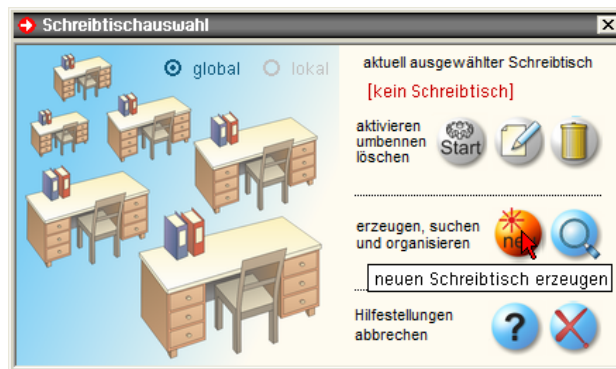
Die Installation des DTE®-Systems und das Überspielen der Programme *##-Mwand/##-Kwand/##-Mauer* auf Ihren Computer erfolgt über einen selbsterläuternden Installationsdialog.

Sofern Sie bereits im Besitz anderer *##-Programme* sind und diese auf Ihrem Rechner installiert sind, lesen Sie bitte auf S. 9 weiter.

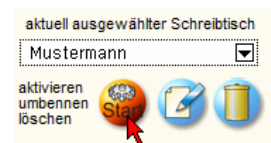


Nach erfolgreicher Installation befindet sich das DTE®-**Startsymbol** auf Ihrer Windowsoberfläche. Führen Sie bitte darauf den Doppelklick aus.

Daraufhin erscheint das Eigenschaftsblatt zur **Schreibtischauswahl**. Da noch kein Schreibtisch vorhanden ist, wollen wir einen neuen einrichten. Klicken Sie hierzu bitte auf den Button **neu**.



Schreibtischname Dem neuen Schreibtisch kann ein beliebiger Name zur Identifikation zugewiesen werden. Klicken Sie hierzu mit der LMT in das Eingabefeld. Hier ist *Mustermann* gewählt worden.

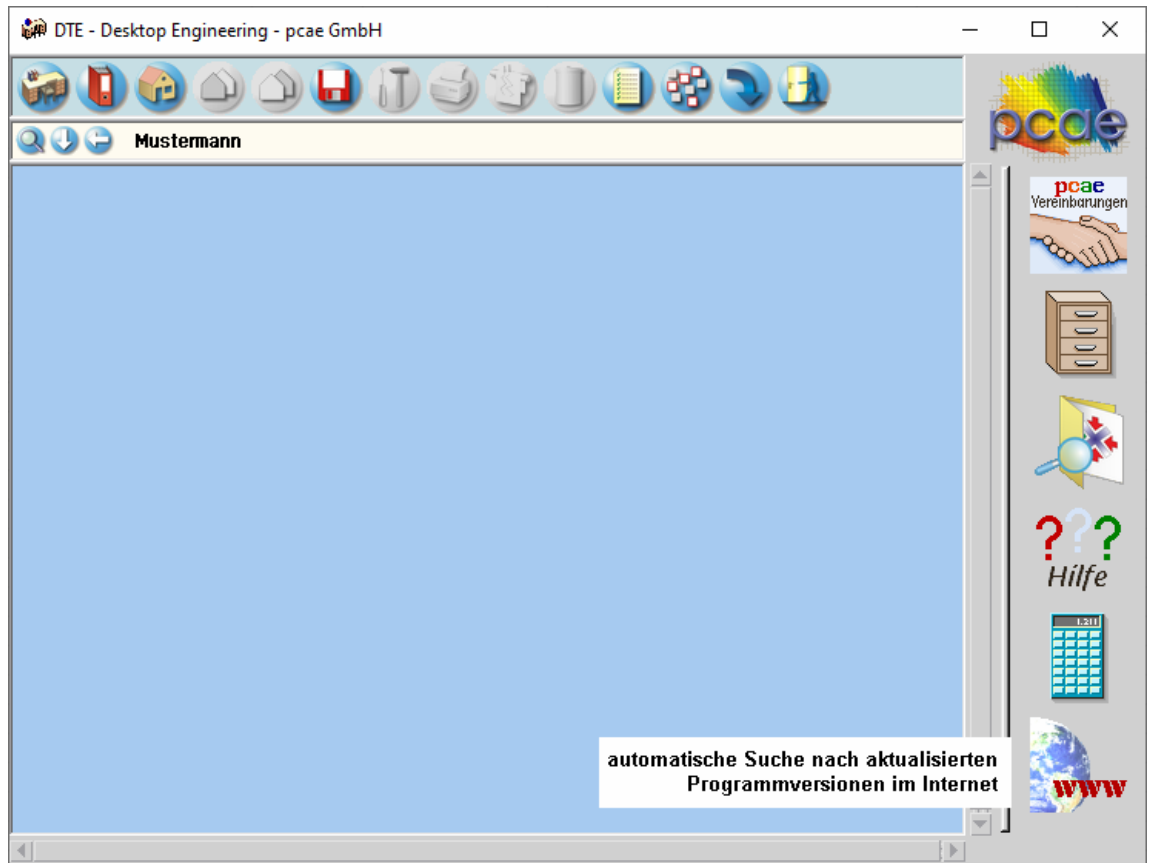


Nach Bestätigen über das **Hakensymbol** erscheint wieder die Schreibtischauswahl, in die der neue Name bereits eingetragen ist. Drücken Sie auf **Start** und die DTE®-Schreibtischoberfläche erscheint auf dem Bildschirm.

DTE® steht für *DeskTopEngineering* und stellt das "Betriebssystem" für **pcae**-Programme und die Verwaltungsoberfläche für die mit **pcae**-Programmen berechneten Bauteile dar.



Zur Beschreibung des DTE®-Systems und der zugehörigen Funktionen s. Handbuch *DTE®-DeskTopEngineering*.



Steuerbuttons

Im oberen Bereich des Schreibtischs sind Interaktionsbuttons lokalisiert.

Die Funktion eines Steuerbuttons ergibt sich aus dem Fähnchen, das sich öffnet, wenn sich der Mauscursor über dem Button befindet.

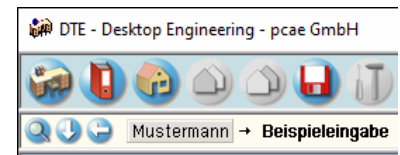
Auf Grund der **Kontextsensitivität** des DTE®-Systems sind manche Buttons solange abgedunkelt und nicht aktiv bis ein Bauteil aktiviert wird.

- | | |
|--|---|
| | Die Buttons bewirken im Einzelnen |
| | öffnet die Schreibtischauswahl |
| | legt einen neuen Projektordner an |
| | erzeugt ein neues Bauteil |
| | kopiert das aktivierte Bauteil |
| | fügt die Bauteilkopie ein |
| | lädt/sichert Bauteile. Hier befindet sich auch der e-Mail-Dienst . |
| | menügesteuerte Bearbeitung des aktivierten Bauteils |
| | druckt die Datenkategorien des aktivierten Bauteils |
| | ruft das Planerstellungsmodule des aktivierten Bauteils |
| | löscht das aktivierte Bauteil/Ordner |
| | öffnet die Bearbeitung der Auftragsliste |
| | öffnet die Mehrfachauswahl zur gleichzeitigen Bearbeitung von Bauteilen |
| | eröffnet Verwaltungsfunktionen |
| | schließt den geöffneten Ordner/beendet die DTE®-Sitzung |

Ordner und Bauteil erzeugen



Durch Erzeugen eines **Ordners** besteht die Möglichkeit, Bauteile einem bestimmten Projekt zuzuordnen. Ein Ordner wird durch Anklicken des nebenstehenden Symbols erzeugt. Der Ordner erscheint auf dem Schreibtisch und kann, nachdem ihm eine Bezeichnung und eine Farbe zugeordnet wurden, per Doppelklick aktiviert (geöffnet) werden.



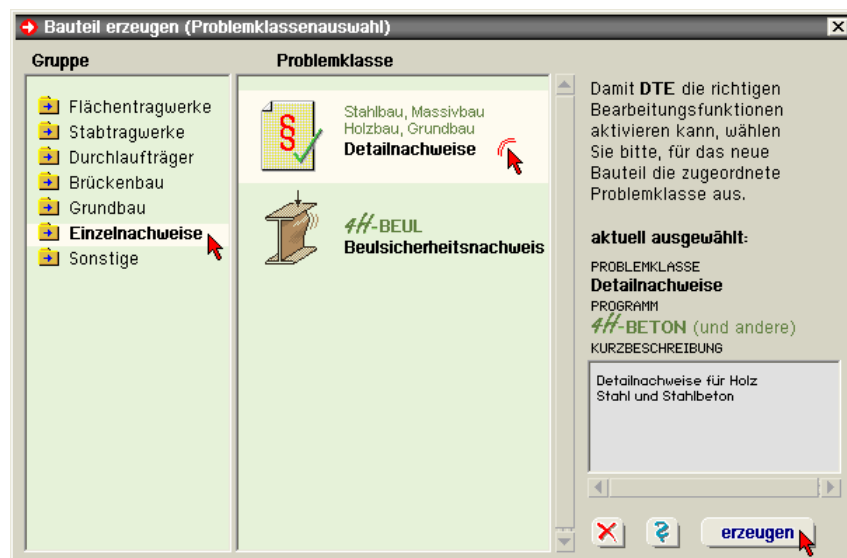
Aus dem Eintrag in der Schreibtischkopfzeile ist zu erkennen, in welchem Ordner sich die Aktion aktuell befindet.



Der Ordner kann durch das **beenden**-Symbol wieder geschlossen werden.



Zur Erzeugung eines neuen Bauteils wird das Schnellstartsymbol in der Kopfleiste des DTE®-Schreibtisches angeklickt. Klicken Sie in dem folgenden Eigenschaftsblatt bitte mit der LMT auf die Gruppe **Einzelnachweise**, dann auf die Problemklasse **Detailnachweise** und abschließend auf den **erzeugen-Button**. (Ein Doppelklick auf der Problemklasse erspart den letzten Klick).



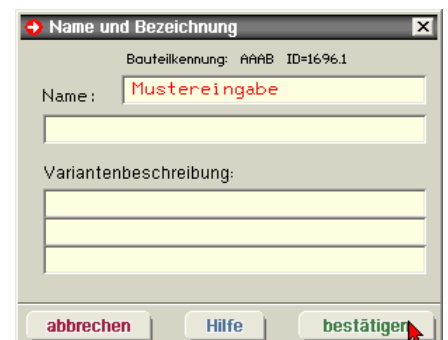
Der schwarze Rahmen der neuen Bauteilkone lässt sich mit der Maus über den Schreibtisch bewegen. Klicken Sie die LMT an der Stelle, an der das Bauteil auf dem Schreibtisch platziert werden soll. Das Eigenschaftsblatt *Name und Bezeichnung* erscheint.



Mustereingabe

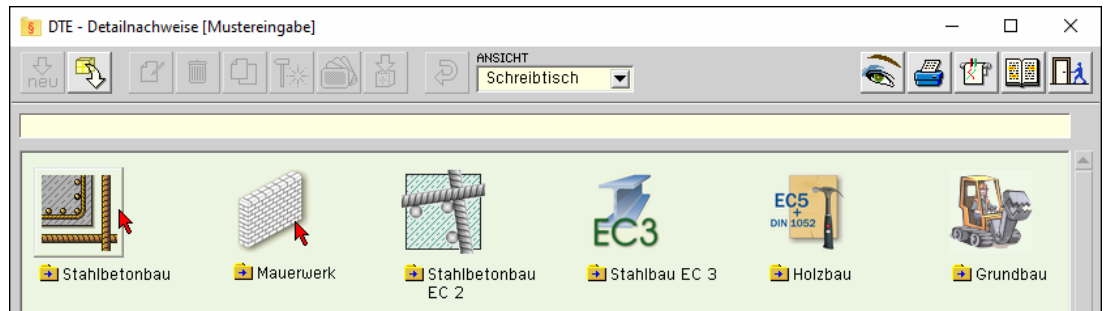
Überschreiben Sie den Begriff "Detailnachweise" zur Identifikation durch einen sinnvollen Text.

Nach **Bestätigen** ist das Bauteil mit dem neuen Namen eingerichtet. Durch Doppelklick auf das neue Symbol wird die Verwaltung der DTE®-Detailnachweise geöffnet.



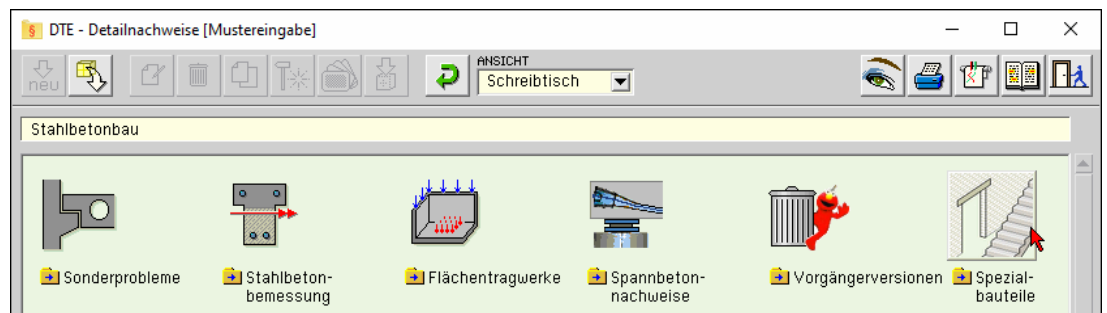
Übersicht

Detailnachweise



Bauteile zum Programm *##Kwand* werden unter der Bauteilkategorie *Stahlbetonbau* erzeugt. Bauteile zu den Programmen *##Mauer* und *##Mwand* sind unter der Bauteilkategorie *Mauerwerk* lokalisiert.

Stahlbetonbau

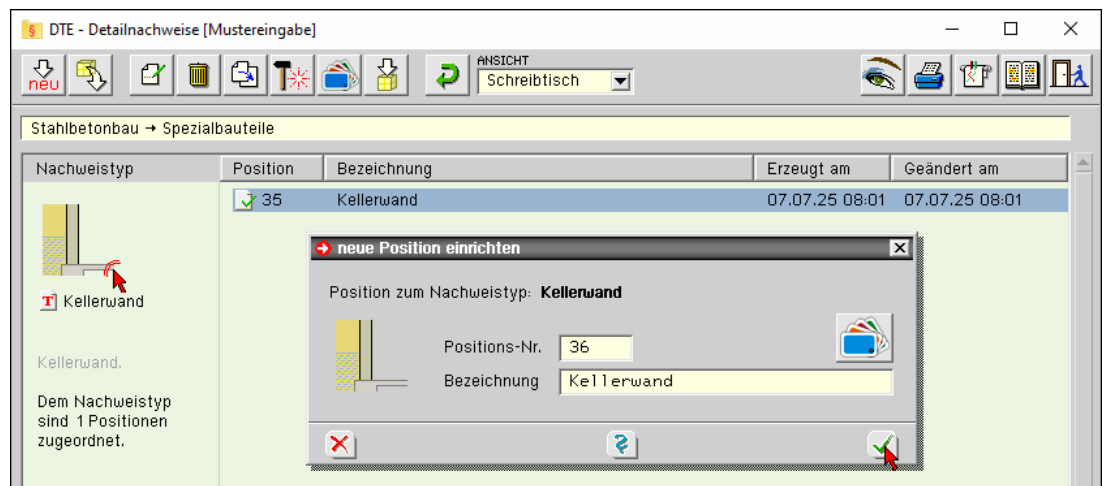


Kellerwand

Klicken Sie im folgenden Übersichtblatt den Nachweistyp *Kellerwand* mit der LMT an.

Im nächsten Eigenschaftsblatt können der Position eine beliebige Nummer und ein kennzeichnender Text zugewiesen werden.

neue Position



Zur Bearbeitung Nachweistyp *Kellerwand* s. Abs. 3, S. 11; zu *Mauerwerksnachweisen* s. Abs. 5, S. 48 und zu *Mauerwerkswand* s. Abs. 4, S. 34.

3

Bearbeitung Nachweistyp Kellerwand



Ist der Nachweistyp *Kellerwand* ausgewählt und enthält die Positions-Auswahlbox eine aktuelle Position, wird entweder durch einen Doppelklick mit der linken Maustaste auf die Position oder nach Auswahl der Position durch Betätigen des **Hammer**-Buttons das Eigenschaftsblatt zur Bearbeitung des Nachweises aktiviert.



4H-BETON [Position 35: Kellerwand]

Kellerwand aus

- ☒ Stahlbeton
- ☐ Mauerwerk

Bemessungsvorschrift

- ☐ DIN 1045-1
- ☒ Eurocode 2
- ☒ nationaler Anhang: Deutschland

☒ Wichte Kellerwand

- ☐ Designlast
- ☒ ständige Last

γ 25.000 kN/m³

Einspanngrad %

Federsteifigkeit MNm

Federsteifigkeit MNm

Einspanngrad %

zweiseitig Kragarm gelagert

Wandhöhe: 2.625 m

Anschütthöhe: 2.000 m

Knicklänge 2.625 m

30.0 cm

Bodenschichten eingeben

☐ Böschung

Prinzipskizze: A diagram showing the wall cross-section with dimensions and loads. The wall is labeled with 'A' at the top and 'B' at the bottom. The height is 2.625 m, and the anchoring height is 2.000 m. The wall thickness is 30.0 cm. The diagram shows the wall is supported on both sides (zweiseitig Kragarm gelagert). The diagram also shows the wall is subjected to a horizontal load P_y and a vertical load P_z . The diagram also shows the wall is subjected to a distributed load q . The diagram also shows the wall is subjected to a horizontal load Δz . The diagram also shows the wall is subjected to a horizontal load y_β and a vertical load l_β . The diagram also shows the wall is subjected to a horizontal load y_a and a vertical load l . The diagram also shows the wall is subjected to a horizontal load h_β and a vertical load h_g . The diagram also shows the wall is subjected to a horizontal load h_β and a vertical load h_g .

Das Eigenschaftsblatt enthält neben einer großen Prinzipskizze im Kopfbereich eine Steuerbut-tonleiste.

Die wesentlichen Daten werden bereits in der Prinzipskizze festgelegt. Dazu gehören

- das Wandmaterial (Stahlbeton oder Mauerwerk) mit der zugehörigen Wichte γ , entweder als ständige oder als Designlast, sowie die Bemessungsvorschrift (DIN oder Eurocode mit Nationalem Anhang, s. Abs. 10, S. 70)
- das statische System (als Kragarm oder Einfeldsystem) mit den entsprechenden Einspanngraden bzw. Federsteifigkeiten (Abs. 3.3, S. 15) und der Knicklänge (ist die Knicklänge = 0, besteht keine Knickgefahr)
- die Wandabmessungen (Höhe und Dicke)
- die Anschütthöhe des Erdbodens inklusive Böschungsbeginn und -winkel β

Bodenschichten und Wand- bzw. Bodenaufasten werden in separaten Eigenschaftsblättern festgelegt, die entweder direkt aus der Prinzipskizze oder über die jeweiligen Steuerbuttons angewählt werden können.

Wird eine beidseitig gelagerte (nicht freistehende) Kellerwand in Mauerwerk ausgeführt, kann es besonders bei geringer vertikaler Belastung des Wandkopfs vorkommen, dass der Nachweis der planmäßigen Exzentrizitäten der charakteristischen Einwirkungen versagt. Es ist dann sinnvoll, die Teileinspannung in Nebenbauteile wie Deckenplatten oder Fundamente bei der Bemessung zu berücksichtigen.

Zur Bestimmung der Größe des Einspanngrades enthält das Programm eine Steuerungsmöglichkeit, die dem Anwender Richtwerte für Wandkopf und/oder -fuß vorschlägt.

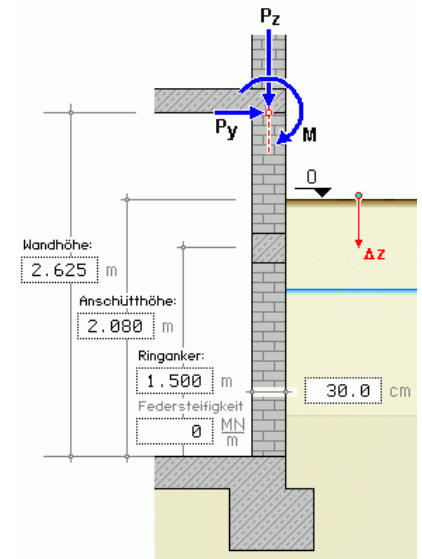
☒ Optimierung der Teileinspannung
(Nachweis der planmäßigen Exzentrizitäten)

Bei Aktivierung des grün gekennzeichneten Service-Buttons **Optimierung der Teileinspannung** im rechten unteren Eck des Eigenschaftsblatts wird nach jedem Bemessungslauf die Ausmitte überprüft (natürlich nur bei eingeschaltetem Nachweis) und bei Überschreitung der zulässigen Exzentrizität ein Vorschlag für den Einspanngrad gegeben.

Dieser Wert muss dann bei Bedarf vom Anwender in die entsprechenden Felder eingegeben werden, da keine automatische Wertübernahme durch das Programm erfolgt.

Außerdem kann in beliebiger Wandhöhe ein **Ringanker** über eine horizontal wirkende Normalkraftfeder modelliert werden, deren Federsteifigkeit jedoch vorgegeben werden muss.

Ist die Höhe, in der der Ringanker angeordnet werden soll, = 0 bzw. größer als die Wandhöhe oder ist die Federsteifigkeit = 0, wird der Anker ignoriert.



Über die Steuerbuttons werden folgende Eigenschaftsblätter zur Eingabe von Berechnungsdaten aufgerufen



Festlegung der Bodenkennwerte, s. Abs. 3.1, S. 13



Festlegung der Wand- und Bodenaufasten, s. Abs. 3.2, S. 14



Festlegung der Bemessungsdaten, s. Abs. 3.4, S. 15



Ausdrucksteuerung, s. Abs. 3.5, S. 32



Berechnung und Bemessung, s. Abs. 6, S. 52



Ausdruck des Nachweises



Online-Hilfe



Beenden der Bearbeitung

3.1

Festlegung der Bodenkennwerte



Durch Anklicken nebenstehend dargestellten Symbols oder durch den direkten Aufruf aus der großen Prinzipskizze heraus wird das Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Bodenkennwerte aktiviert.

Aus den Bodenkennwerten wird die Belastung aus aktivem Erddruck auf die Kellerwand unter Berücksichtigung einer ggf. vorhandenen Bodenauflast (s. Abs. 3.2.1, S. 14) berechnet.

Maximal zwei **Bodenschichten** können eingegeben werden. Die Oberfläche der obersten Schicht definiert den Ursprung $z=0$, von hier aus (positiv nach unten) gemessen kann eine weitere Bodenschicht bei z_2 ($h_1 = z_2$, Schichtdicke von Schicht 1) eingegeben werden. Die Kote des eventuell anstehenden **Grundwassers** liegt bei z_w .

Weitere Eingaben betreffen

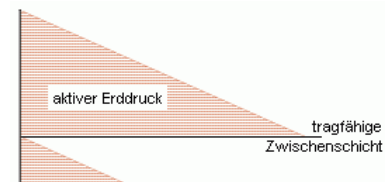
- den Bodenreibungswinkel φ [°]
- die Kohäsion c (bei bindigen Böden, sonst $c=0$) [kN/m^2]
- die Bodenwichte im trockenen Zustand γ [kN/m^3]
- die Bodenwichte unter Auftrieb γ' [kN/m^3]

Der horizontale Erddruckbeiwert K_{gh} (aktiver Erddruck) und der horizontale Erdruehdruckbeiwert $K_{oh} \geq K_{gh}$ können entweder automatisch vom Programm ermittelt oder vom Benutzer vorgegeben werden.

Handelt es sich um eine bindige Bodenschicht (bei $c > 0$), kann der Kohäsionsbeiwert K_{ch} entweder automatisch vom Programm ermittelt oder vom Benutzer vorgegeben werden.

Zudem kann eine tragfähige Zwischenschicht vorgesehen werden.

Befindet sich in beliebiger Bodentiefe eine tragfähige Schicht, wird bei der Ermittlung des horizontalen und vertikalen Erddrucks angenommen, dass die Belastung aus sich darüber befindlichem Boden im tiefer gelegenen Bereich nicht mehr wirkt. Dadurch ergeben sich zwei Erddruckkeile.



Weitere Angaben zur Steuerung der Erddruckberechnung können im Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Nachweisparameter - Registerblatt *Erddruck* (s. Abs. 3.4.1, S. 16) - gemacht werden.

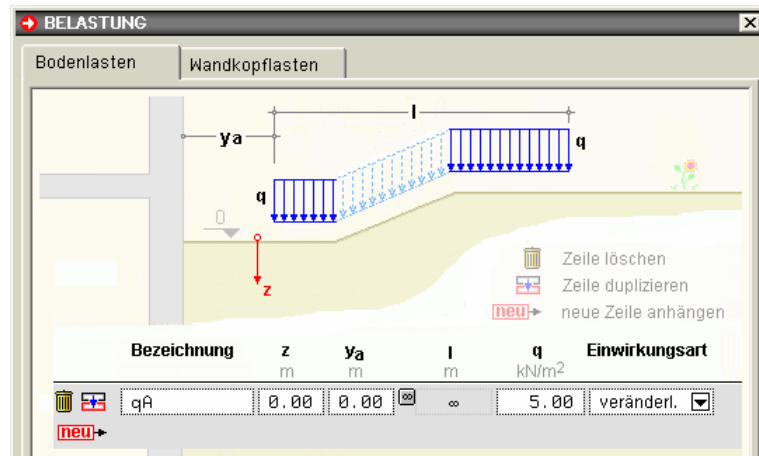
3.2 Festlegung der Belastung



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols oder durch den direkten Aufruf aus der großen Prinzipskizze heraus wird das Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Bodenauflasten sowie der Wandkopflasten aktiviert.

Bodenauflasten beeinflussen die Erddruckbelastung aus den einzelnen Bodenschichten (s. Abs. 3.1, S. 13) auf die Kellerwand; Wandkopflasten gehen direkt in die Bemessung ein.

3.2.1 Register Bodenauflasten

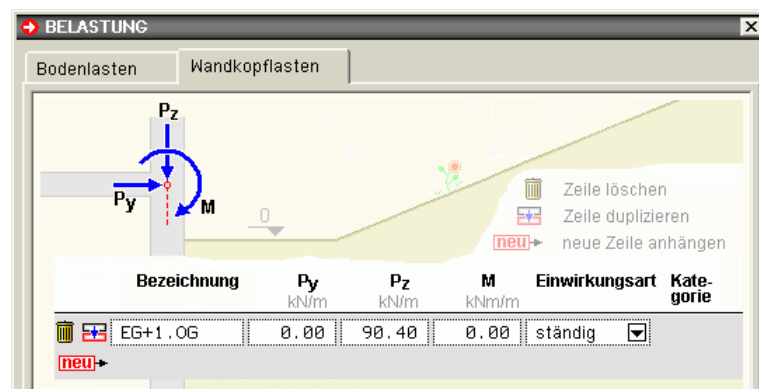


Es können maximal fünf verschiedene konstante **Flächenlasten** eingegeben werden. Die Lasten können sich unterscheiden in

- der Bezeichnung
- der Lage z [m] auf bzw. unterhalb der Erdoberfläche
- im Anfangspunkt y_a [m] (gemessen vom Rand der Kellerwand)
- in der Länge l [m] der Lastausbreitung
- der Größe q [kN/m²]
- der Einwirkungsart (ständig oder veränderlich)

Befindet sich die Auflast auf der Erdoberfläche ($z=0$), wird nur der Anteil auf der **Berme** (den horizontalen Teilen der Oberfläche) berücksichtigt. Auf geneigter Oberfläche (Böschungen) wird die Last nicht angesetzt.

3.2.2 Register Wandkopflasten



In diesem Register können maximal zehn voneinander unabhängige **Linienlasten** mit den folgenden Werten eingegeben werden

- Lastbezeichnung
- Lastanteil in vertikaler Richtung P_z [kN/m], als Drucklast auf die Wand positiv
- Lastanteil in horizontaler Richtung P_y [kN/m]
- Biegemoment M [kNm/m]
- Einwirkungsart
 - design (die Last ist schon mit den erforderlichen Teilsicherheitsbeiwerten behaftet)
 - ständig
 - veränderlich
 - Sonderlast (Katastrophenlastfall für die außergewöhnliche Bemessungssituation)
 - Erdbeben (Erdbebenlastfall für die Erdbeben-Bemessungssituation)
- Kategorie, nur bei veränderlichen Einwirkungen
 - A/B: Nutzlast aus Wohn- oder Büroräumen
 - C/D: Nutzlast aus Versamlungs- oder Verkaufsräumen
 - E: Nutzlast aus Lagerräumen

Zur Bedeutung der Einwirkungsarten s. Handbuch **das pcae-Nachweiskonzept**.

3.3 Federsteifigkeit oder Einspanngrad

Eine Einspannwirkung z.B. durch auflagernde Deckenplatten kann über die Eingabe einer Federsteifigkeit oder eines Einspanngrades erzeugt werden.

Bei Eingabe des Einspanngrades wird die Federsteifigkeit mittels der folgenden Beziehung ermittelt.

$$c_M = \alpha_M / (1 - \alpha_M) \cdot (3 \text{ oder } 4) \cdot E \cdot I / H$$

α_M prozentuale Einspannung (Einspanngrad)

E Elastizitätsmodul Beton

I Trägheitsmoment der Wand

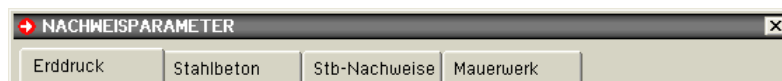
H Höhe der Wand

Lagerung des anderen Wandendes beeinflusst den
Vorfaktor (3: gelenkig oder elastisch, 4: eingespannt)

3.4 Nachweisparameter



Durch Anklicken nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Nachweisparameter aktiviert.



Das Eigenschaftsblatt enthält vier Registerblätter, die die Nachweisführung beeinflussen.

- **Erddruck** Steuerungsparameter zur Berechnung des aktiven Erddrucks auf die Kellerwand, s. Abs. 3.4.1, S. 16
- **Stahlbeton** nachweisübergreifende Parameter, s. Abs. 3.4.2, S. 20
- **Stb-Nachweise** Stahlbetonnachweise, s. Abs. 3.4.2.1, S. 21
- **Mauerwerk** Mauerwerknachweise, s. Abs. 3.4.3, S. 30

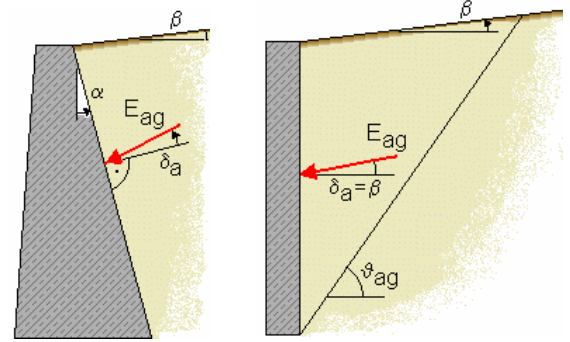


Im Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Nachweisparameter befindet sich das Registerblatt *Erddruck*, das Parameter zur Steuerung der Erddruckberechnung enthält.

Notwendige Angaben betreffen

- den Wandreibungswinkel. Er kann sowohl vom Programm zu $\delta = \text{Eingabewert} \cdot \varphi$ (φ = Bodenreibungswinkel (Abs. 3.1, S. 13) der betreffenden Schicht) berechnet als auch vom Anwender fest vorgegeben werden. Bei $\delta = 0$ wird keine vertikale Erddruckkomponente ermittelt. Der Wandreibungswinkel gilt sowohl für den aktiven Erddruck als auch für den Erdruhedruck. Passiver Erddruck wird nicht angesetzt.
- den Mindesterddruckbeiwert. Der Mindesterddruck wird nur bei bindigen (d.h. kohäsiven) Böden maßgebend, wenn sich u.U. in Oberflächennähe sehr kleine Werte für den Erddruck ergeben. Der Mindesterddruckbeiwert kann entweder automatisch vom Programm ermittelt oder vom Anwender fest vorgegeben werden.
- den Verdichtungserddruck. Bei der Hinterfüllung des Arbeitsraums an der Kellerwand kann ein Verdichtungserddruck entstehen, der den aktiven Erddruck weit übersteigt. Die Größe dieses Erddrucks ist von der Nachgiebigkeit der Wand und der Breite des zu verfüllenden Raums abhängig und kann vom Anwender vorgegeben werden.
- den belastenden Erddruck. Bei bautechnischen Berechnungen ist möglichst ein Zwischenwert des Erddrucks (hier: zwischen aktivem Erddruck und Erdruhedruck) in Ansatz zu bringen. Der Anwender kann zwischen den Sonderfällen **aktiver Erddruck** und **Erdruhedruck** und dem Regelfall des **erhöhten aktiven Erddrucks** wählen.
 - bei **erhöhtem aktiven Erddruck** ist der Wichtungsfaktor $0 \leq \mu \leq 1$ einzugeben.
- die Erddruckumlagerung. Bei Aktivierung dieses Buttons wird die Erddruckfigur sowohl für den horizontalen als auch für den vertikalen Anteil schichtweise konstant ermittelt.
- die Einordnung in das Einwirkungsschema. Der Erddruck kann entweder als **Designlast** (bereits auf Nachweinsniveau befindlich) oder als **ständige Last** berücksichtigt werden.

Die Ermittlung des Erddrucks erfolgt nach Müller-Breslau basierend auf dem Ansatz von Coulomb. Dabei darf bei der Berechnung des aktiven Erddrucks i.d.R. von ebenen Gleitflächen ausgegangen werden, wohingegen bei der Berechnung des passiven Erddrucks i.A. gekrümmte Gleitflächen zu Grunde gelegt werden. Maßgebend ist jeweils die Gleitfläche, für die die aktive Erddruckkraft am größten und die passive am kleinsten wird.



Aktiver Erddruck

- Erddruckanteil aus Eigenlast des Bodens

Bei ebener Wand und ebener Geländeoberfläche gilt

* horizontal $e_{agh}(z) = \gamma \cdot z \cdot K_{agh}$... mit ...

$$K_{agh} = \left(\frac{\cos(\varphi - \alpha)}{\cos \alpha \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta_a) \cdot \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\alpha - \beta) \cdot \cos(\alpha + \delta_a)}} \right)} \right)^2$$

* vertikal $e_{agv}(z) = e_{agh}(z) \cdot \tan(\alpha + \delta_a)$

Der Gleitflächenwinkel für den aktiven Erddruck ergibt sich zu

$$\vartheta_{ag} = \varphi \pm \arctan \left(\frac{\cos(\varphi - \alpha)}{\sin(\varphi - \alpha) + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta_a) \cdot \cos(\alpha - \beta)}{\sin(\varphi - \beta) \cdot \cos(\alpha + \delta_a)}}} \right)$$

- Erddruckanteil infolge einer gleichmäßig verteilten vertikalen Auflast p

* horizontal $e_{aph} = p \cdot K_{agh}$... mit ...

$$K_{aph} = \frac{\cos \alpha \cdot \cos \beta}{\cos(\alpha - \beta)} \cdot K_{agh}$$

* vertikal s. o.

- Erddruckanteil infolge Kohäsion

* horizontal $e_{ach} = -K_{ach} \cdot c$... mit ...

$$K_{ach} = \frac{2 \cdot \cos(\alpha - \beta) \cdot \cos \varphi \cdot \cos(\alpha + \delta_a)}{(1 + \sin(\varphi + \alpha + \delta_a - \beta)) \cdot \cos \alpha}$$

* vertikal s. o.



Beim Ansatz von Kohäsion werden in Oberflächennähe sehr kleine, u.U. auch negative Werte für den Erddruck berechnet. Daher darf bei Stützbauwerken ein Mindestwert für den Erddruck nicht unterschritten werden. Der Mindesterdrruck entspricht dem Erddruck mit einer Scherfestigkeit $\varphi = 40^\circ$ und $c = 0$.

Erdruchedruck

Bei der Berechnung des Erdruchedrucks wird i.d.R. davon ausgegangen, dass sich der Boden im Zustand der Erstbelastung befindet (keine Kohäsion).

- Erdruchedruck infolge der Eigenlast des Bodens

- * horizontal $e_{0gh}(z) = \gamma \cdot z \cdot K_{0gh}$... mit ...

$$K_{0gh} = K_1 \cdot f \cdot \frac{1 + \tan \alpha_1 \cdot \tan \beta}{1 + \tan \alpha_1 \cdot \tan \delta_0}$$

$$K_1 = \frac{\sin \varphi - \sin^2 \varphi}{\sin \varphi - \sin^2 \beta} \cdot \cos^2 \beta$$

$$\tan \alpha_1 = \sqrt{\frac{1}{1/k_1 + \tan^2 \beta}}$$

$$f = 1 - |\tan \alpha \cdot \tan \beta|$$

- * vertikal $e_{0gv}(z) = e_{0gh}(z) \cdot \tan(\alpha \pm \delta_0)$

- Erdruchedruckanteil infolge einer gleichmäßig verteilten vertikalen Auflast p

- * horizontal $e_{0ph} = p \cdot K_{0ph}$... mit ...

$$K_{0ph} = \frac{\cos \alpha \cdot \cos \beta}{\cos(\alpha - \beta)} \cdot K_{0gh}$$

- * vertikal s. o.

Passiver Erddruck

Der passive Erddruck dient i.d.R. als wichtigste Ausgangsgröße bei der Ermittlung der möglichen Stützwirkung des Bodens.

- Erddruckanteil aus Eigenlast des Bodens

- * horizontal $e_{pgh}(z) = \gamma \cdot z \cdot K_{pgh}$

Der Erddruckbeiwert für gekrümmte Gleitflächen ist anzunehmen entweder nach

- Caquot/Kerisel oder
 - Sokolovsky/Pregel aus E DIN 4085, Anh. C

- * vertikal $e_{pgv}(z) = e_{pgh}(z) \cdot \tan(\alpha \pm \delta_p)$

- Erddruckanteil infolge Kohäsion

- * horizontal $e_{pch} = K_{pch} \cdot c$... mit Erddruckbeiwert s.o.

- * vertikal s. o.

- Erddruckanteil infolge einer gleichmäßig verteilten vertikalen Auflast p

- * horizontal $e_{pph} = K_{pph} \cdot p$... mit Erddruckbeiwert s.o.

- * vertikal s. o.

Ansatz des Erddrucks in bautechnischen Berechnungen

Der Ansatz des Erddrucks in bautechnischen Berechnungen erfolgt nach DIN 4085 unter Beachtung von DIN 1054. In allen Fragen der Bemessung von Konstruktionen und Konstruktionsteilen ist der im Gebrauchszustand tatsächlich zu erwartende Erddruck die maßgebende Größe. Da in den meisten praktisch vorkommenden Fällen nicht die Sonderbedingungen des rein aktiven, passiven Erddrucks oder Erdruhedrucks vorliegen, ist ein Zwischenwert in Ansatz zu bringen, der lässt sich näherungsweise durch Interpolation bestimmen lässt.

- belastender Erddruck

$$E'_a = E_a \cdot \mu + E_0 \cdot (1 - \mu) \quad \dots \text{mit } \dots 0 \leq \mu \leq 1$$

- stützender Erddruck

$$E'_p = (E_{pgh} - E_{0gh}) \cdot \left(1 - \left(1 - s/s_p \right)^b \right)^c + E_{0gh}$$

wobei s , s_p , b , c von der Wandverschiebung abhängen (s. DIN 4085)

Erddruckumlagerung des aktiven Erddrucks

In DIN 4085, Anh. B, Tab. BBB.1, sind einfache Lastfiguren für die Verteilung des Erddrucks aus Bodeneigenlast für verschiedene Arten der Wandbewegung für einen nichtbindigen Boden, senkrechte Wand und horizontale Geländeoberfläche vorgegeben. Z.B. kann bei einer Drehung um den Wandfuß eine dreieckförmige Erddruckverteilung und bei einer Durchbiegung der Wand eine rechteckige (konstante) Erddruckverteilung angenommen werden. Die resultierenden Erddrücke E_a sind dabei konstant.

Bodenparameter

- Bodenwichte γ [kN/m³]
- Scherfestigkeit, bestehend aus Reibungswinkel des Bodens ϕ [°] und Kohäsion c [kN/m²]
- Neigungswinkel des Erddrucks (Wandreibungswinkel) δ [°]



Im Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Nachweisparameter befindet sich das Registerblatt *Stahlbeton*.

NACHWEISPARAMETER

Erddruck **Stahlbeton** Stb-Nachweise Mauerwerk

maximaler Bewehrungsgrad: max ρ %

Bewehrungsanordnung

☒ Querbewehrung (horizontal)
 $A_{sh} =$ $\times A_{sv}$

Randabstände in cm

	vertikal	horizontal
außen	<input type="text" value="5.00"/>	<input type="text" value="4.00"/>
innen	<input type="text" value="5.00"/>	<input type="text" value="4.00"/>

Grundbewehrung in cm²/m

	vertikal	horizontal
außen	<input type="text" value="0.00"/>	<input type="text" value="0.00"/>
innen	<input type="text" value="0.00"/>	<input type="text" value="0.00"/>

Diagramm: Querschnitt einer Stahlbetonwand mit Bewehrung. Die Bewehrung ist in der Mitte der Wand angeordnet. Die Abstände von der Bewehrung zum Rand sind mit r_{in} (innen oben), r_{ah} (außen oben), r_{iv} (innen unten) und r_{av} (außen unten) gekennzeichnet. Die Begriffe 'oben', 'unten', 'innen' und 'außen' sind ebenfalls eingezeichnet.

Das Registerblatt enthält nachweisübergreifende Parameter zur Steuerung der Stahlbetonbemessung. Die Angaben betreffen

- den maximalen Bewehrungsgrad. Wird dieser Bewehrungsgrad überschritten, erfolgt ein Abbruch der Bemessung mit entsprechender Fehlermeldung.
- die Bewehrungsanordnung. Es kann gewählt werden zwischen
 - Zugbewehrung (es wird die statisch erforderliche Bewehrung auf der Zugseite eingelegt)
 - und symmetrischer Bewehrung (auf beiden Wandseiten wird gleichmäßig eingelegt)
- ob die horizontale Querbewehrung (nicht lastabtragend) berücksichtigt werden soll. Diese Bewehrung kann mit einem Teil der Vertikalbewehrung beaufschlagt werden.
- die Stahlrandabstände, die den Abstand vom Schwerpunkt der Bewehrung zum nächstliegenden Betonrand bezeichnen. Der Stahlrandabstand setzt sich zusammen aus Betonüberdeckung (Verlegemaß c_v) plus Bügeldurchmesser plus Abstand zum Schwerpunkt der Bewehrung (bei einlagiger Bewehrung = halber Stabdurchmesser).
- die Grundbewehrung, die als Konstruktionsbewehrung (minimal notwendige Bewehrung zum Befestigen der Bügel) sowie als Mindesteingangsbewehrung in die Gebrauchsnachweise dient. Die aus den Nachweisen resultierende Bewehrung wird mit der Grundbewehrung extremiert.



Im Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Nachweisparameter befindet sich das Registerblatt *Stb-Nachweise*.

NACHWEISPARAMETER

Erddruck Stahlbeton **Stb-Nachweise** Mauerwerk

Nachweise nach EC 2

Betongüte: C20/25

☐ Kriechen und Schwinden

Längsbewehrung: BS1 500

Biegebemessung

Mindestbewehrung: ☒ für Wände gemäß EC 2, 9.6.2

☒ **Schubbemessung**

Schubbewehrung: BS1 500

innerer Hebelarm: ☐ z aus Biegebemessung
☒ $z = 0,9 \cdot d \leq d - 2 \cdot c_{v,d}$
☐ z aus Biegebemessung $\leq d - 2 \cdot c_{v,d}$
mit $c_{v,d}$: 2.5 cm

☐ OHNE min V_{Rdet} gemäß EC 2, 6.2.2(1)

Druckstrebenwinkel: ☒ minimiert 0.00 °

☒ **Rissnachweis**

Das Registerblatt enthält die Steuerungsdaten zur Stahlbetonbemessung der Kellerwand und reagiert kontextsensitiv auf die gewählte Norm (s. Programmdetails Abs. 3, S. 11). Folgende Nachweise können eingestellt werden

- Biegebemessung
- Schubbemessung
- vereinfachter Brandschutznachweis
- Rissnachweis (GZG)
- Spannungsnachweis (GZG)

Die Nachweise werden nach Theorie I. Ordnung geführt. Bei Angabe einer Knicklänge wird jedoch nachgeprüft, ob eine Bemessung nach Theorie II. Ordnung erforderlich ist. Hierzu wird die vorhandene Schlankheit λ mit der Grenzschlankheit λ_{\max} verglichen und das Ergebnis im Statikdokument ausgegeben.

Zur Beschreibung des Eigenschaftsblätter n. Eurocode 2 s. Abs. 3.4.2.2, S. 22, und DIN 1045-1 s. Abs. 3.4.2.3, S. 26.

3.4.2.2 Bemessungsoptionen Eurocode 2

Das Registerblatt behandelt Parameter für Nachweise nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA (Eurocode 2).

3.4.2.2.1 Material

Nachweise nach Eurocode 2	
Betongüte	C20/25
α_c	0.850
<input checked="" type="checkbox"/> Kriechen und Schwinden (nur bei Nachweisen im GZG)	
$\varphi_{ck}(\infty, t_0)$	2.50 Endkriechzahl (Belastungsbeginn t_0)
$\varepsilon_{cs,e}$	-0.460 ‰ Endschwindmaß
Längsbewehrung	BSt 500



Weiterführende Informationen s. Online-Hilfe unter *Stahlbeton (Basics)*, *Materialparameter für die Stahlbetonbemessung* oder im Internet unter www.pcae.de Stichwort *Stahlbetonnachweise*.

In Auswahlboxen werden die möglichen Beton- und Betonstahlsorten (Stabstahl für Biegebemessung und Nachweise, Bügel für Schubbemessung) angeboten.

Für die Biege- und Schubbemessung können unterschiedliche Stahlgüten angewählt werden.

Außerdem kann eine Bemessung für benutzerdefinierte (*freie*) Materialien erfolgen; dazu sind die benötigten Grenzwerte zur Beschreibung der Spannungsdehnungslinien anzugeben.

Bei Verformungsberechnungen (Spannungsermittlung bei den Nachweisen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit) werden bei Bedarf die eingegebenen Kriech- und Schwindbeiwerte berücksichtigt.

3.4.2.2.2 Biegebemessung

Biegebemessung	
Mindestbewehrung	<input checked="" type="checkbox"/> für Wände gemäß EC 2, 9.6.2



Weiterführende Informationen s. Online-Hilfe unter *Stahlbeton (Basics)*, *Biege- und Normal-kraftbemessung* oder im Internet unter www.pcae.de Stichwort *Stahlbetonnachweise*.

Der Anwender kann auswählen, ob die Mindestbewehrung für Wände ermittelt und bei der Bewehrungsausgabe berücksichtigt werden soll.

3.4.2.2.3 Schubbemessung

<input checked="" type="checkbox"/> Schubbemessung durchführen	
Schubbewehrung	BSt 500
<input type="checkbox"/> OHNE Mindestbewehrung	gemäß EC 2, 9.2.2(5)
innerer Hebelarm	<input type="radio"/> z aus Biegebemessung <input checked="" type="radio"/> z = 0.9 d
<input type="checkbox"/> OHNE min $V_{Rd,ct}$	gemäß EC 2, 6.2.2(1)
Druckstrebenwinkel	<input checked="" type="checkbox"/> minimiert 40.00 °



Weiterführende Informationen s. Online-Hilfe unter *Stahlbeton (Basics)*, *Schubbemessung* oder im Internet unter www.pcae.de Stichwort *Stahlbetonnachweise*.

Folgende Parameter sind für die Schubbemessung optional

- Bemessung *ohne Mindestbewehrung*
- Verfahren zur Berechnung des inneren Hebelarms
- Bemessung *ohne min $V_{Rd,ct}$* , d.h. bei der Ermittlung von $V_{Rd,ct}$ ist dessen Mindestwert nach EC 2, 6.2.2(1) nicht zu beachten
- Druckstrebenwinkel θ : Neigungswinkel der Druckstrebe

- **minimiert** ($\Theta = 0$): ein minimaler Druckstrebenwinkel führt zu einer minimalen Querkraftbewehrung. Aber: der Druckstrebenwinkel geht auch in die Berechnung der Verankerungslängen ein. I.A. ist es nicht sinnvoll, diesen Schalter zu aktivieren (z.T. lokal stark variierende Neigungswinkel).

3.4.2.2.4

Bemessungsergebnisse

Aus der Biegebemessung ergeben sich

- die maximalen Bewehrungsquerschnitte innen A_{si} , außen A_{sa} in cm^2/m
- den Bewehrungsgrad ρ_s

sowie als Zusatzergebnisse

- die eingegebene Grundbewehrung (s. Register *Stahlbeton*, Abs. 3.4.2, S. 20) A_{s0i} , A_{s0a} in cm^2/m
- die statisch erforderliche Bewehrung A_{sbi} , A_{sba} in cm^2/m
- die Mindestbewehrung $\min A_{si}$, $\min A_{sa}$ in cm^2/m
- die Differenzbewehrung zur eingegebenen Grundbewehrung ΔA_{si} , ΔA_{sa} in cm^2/m
- der Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft N_{Ed} in kN/m
- der Bemessungswert des einwirkenden Biegemoments M_{Ed} in kNm/m
- die statische Nutzhöhe d
- die Druckzonendicke x
- der innere Hebelarm z

Die Schubbemessung liefert für die Querkraft

- die maximale Bügelbewehrung (insgesamt) a_{sb} in cm^2/m^2

sowie als Zusatzergebnisse

- die statisch erforderliche Bewehrung a_{sbb} in cm^2/m^2
- die Mindestbewehrung $\min a_{sb}$ in cm^2/m^2
- den Bemessungswert der einwirkenden Querkraft V_{Ed} in kN/m
- den Bemessungswert der ohne Querkraftbewehrung aufnehmbaren Querkraft V_{Rdct} in kN/m
- den Bemessungswert der durch die Druckstrebenfestigkeit begrenzten aufnehmbaren Querkraft V_{Rdmax} in kN/m
- den Druckstrebenwinkel θ
- das Ausnutzungsverhältnis V_{Ed}/V_{Rdmax}

3.4.2.2.5

Rissnachweis

☒ **Rissnachweis führen**

Nachweisverfahren:

- ☐ EC 2, 7.3.2 + 3
- ☒ EC 2, 7.3.4
- ☐ P. Schießl
- ☐ P. Noakowski

Grenz- \varnothing der Längsbewehrung:

außen	<input type="text" value="16"/>	mm
innen	<input type="text" value="16"/>	mm

Rissbreite w_k :

außen	<input type="text" value="0,20"/>	mm
innen	<input type="text" value="0,30"/>	mm

Verbund:

Beiwert k_{zt} : zur Berücksichtigung des Betonalters
(=0,5: Beton 3 bis 5 Tage alt)

☒ Begrenzung der Rissbreite (aus Lastbeanspruchung)

☒ Mindestbewehrung (Erstrissbildung aus unbeabsichtigtem Zwang)

Erstrissbildung:

- ☒ unter zentr. Zwang
- ☐ unter Biegezwang

Induzierung:

- ☒ innerhalb
- ☐ außerhalb

Erm. des Beiwerts k zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Betonzugspannungen (außerhalb induz., z.B. Stützensenkung: $k=1,0$)



Weiterführende Informationen s. Online-Hilfe unter *Stahlbeton (Basics)*, *Rissnachweis* oder im Internet unter www.pcae.de Stichwort *Stahlbetonnachweise*.

Der Nachweis ist in zwei Teile gegliedert

- Ermittlung der Mindestbewehrung, um unbeabsichtigte Zwangsbeanspruchungen zum Zeitpunkt der Erstrissbildung (vor Verkehrslastaufbringung) abzufangen
- Begrenzung der Rissbreite nach Endrissbildung

Der Nachweis erfolgt auf der Basis zur Einhaltung der Grenzdurchmesser der Längsbewehrung. Deshalb ist bei allen Verfahren

- der Stabdurchmesser d_s der rissverteilenden Bewehrung in mm

festzulegen. Ist ein Durchmesser = 0, wird die entsprechende Bewehrungsrichtung nicht nachgewiesen.

Der Rissnachweis kann nach

- Norm (ohne direkte Berechnung der Rissbreite)
- Norm (direkte Berechnung der Rissbreite)
- Schießl
- Noakowski erfolgen.

Wesentliche Eingangsgröße ist die Rissbreite w_k in mm.

Weiterhin gehen ein

- das Verbundverhalten (nur für die Nachweisverfahren von Schießl und Noakowski)
- Faktor $k_{z,t}$ zur Berücksichtigung des Betonalters zum Betrachtungszeitpunkt
- zur Ermittlung der Mindestbewehrung aus Zwang
 - Art der Zwangsbeanspruchung (Zugzwang, Biegezwang)
 - Grund für die Zwangsbeanspruchung (selbst oder außerhalb induziert)

Die Beanspruchung aus dem Abfließen der Hydratationswärme (unbeabsichtigte Zwangsbeanspruchung) ist mit **Zugzwang** und $k_{z,t} = 0.5$ zu führen.

Der Zeitfaktor $k_{z,t}$ beeinflusst die wirksame Betonzugfestigkeit zum Zeitpunkt der Erstrissbildung (aus Zwang). Ist jedoch die Bestimmung der **Mindestbewehrung** nicht angewählt, wird die reduzierte Betonzugfestigkeit beim Nachweis der Endrissbildung (aus Last) angesetzt. Sind beide Teilnachweise aktiviert, geht der $k_{z,t}$ -Wert bei der **Begrenzung der Rissbreite** nicht ein.

Ist eine horizontale Bewehrung angewählt (s. Register *Stahlbeton*, Abs. 3.4.2, S. 20), wird der Rissnachweis aus Zwang nur für diese Bewehrung geführt. Der Rissnachweis aus Last behandelt nur die vertikale, lastabtragende Bewehrung.

Die in den Nachweis eingehende Anfangsbewehrung setzt sich zusammen aus der im Eigenschaftsblatt vorgegebenen Grundbewehrung (s. Register *Stahlbeton*, Abs. 3.4.2, S. 20) und einer aus den vorher geführten Tragfähigkeitsnachweisen ermittelten Biegebewehrung (Biegebemessung). Der Maximalwert wird übernommen.

Der Nachweisteil **Begrenzung der Rissbreite** überprüft, ob die erforderlichen Grenzdurchmesser oben und unten für die maßgebende Risslast eingehalten werden. Ist der Nachweis nicht erfüllt, werden die Bewehrungsquerschnitte der Anfangsbewehrung entsprechend erhöht.

3.4.2.2.6

Spannungsnachweis

☒ Spannungsnachweis führen

Vorgabe:

☒ Faktor
 ☐ zul σ

zul σ_c =

* f_{ck} = N/mm²

zul σ_s =

* f_{yk} = N/mm²



Weiterführende Informationen s. Online-Hilfe unter *Stahlbeton (Basics)*, *Spannungsnachweis* oder im Internet unter www.pcae.de Stichwort *Stahlbetonnachweise*.

Der Nachweis ist in zwei Teile gegliedert

- Nachweis für die Bewehrung
- Nachweis für den Beton

Der Nachweis erfordert die Eingabe der beiden

- zul σ_c für den Beton und
- zul σ_s für die Bewehrung

Ist einer der beiden Grenzwerte = 0, wird der entsprechende Nachweis ignoriert.

Als Hilfestellung für den Anwender kann der Grenzwert auch als Vielfaches von f_{ck} bzw. f_{yk} , d.h. in Abhängigkeit der definierten Materialgüten, eingegeben werden.

Die in den Nachweis eingehende Anfangsbewehrung setzt sich zusammen aus der im Eigenschaftsblatt vorgegebenen Grundbewehrung (s. Register *Stahlbeton*, Abs. 3.4.2, S. 20) und einer aus den vorher geführten Tragfähigkeitsnachweisen ermittelten Biegebewehrung (Biegebemessung). Der Maximalwert wird übernommen.

Ist der *Nachweis für die Bewehrung* nicht erfüllt, werden die Bewehrungsquerschnitte der Anfangsbewehrung auf der Zugseite entsprechend erhöht. Ist der *Nachweis für den Beton* nicht erfüllt, werden die Bewehrungsquerschnitte auf der Druckseite erhöht.

3.4.2.2.7

Nachweisergebnisse

Als Nachweisergebnisse ergeben sich

- die maximalen Bewehrungsquerschnitte innen A_{si} , außen A_{sa} in cm^2/m
- der Bewehrungsgrad ρ_s

sowie als Zusatzergebnisse

- die in den Nachweis eingehende Anfangsbewehrung A_{s0i} , A_{s0a} in cm^2/m
- die Differenzbewehrung zur Anfangsbewehrung ΔA_{si} , ΔA_{sa} in cm^2/m

für den Rissnachweis

- die Mindestbewehrung $\min A_{si}$, $\min A_{sa}$ in cm^2/m (ggf. Horizontalbewehrung)
- die aus der Begrenzung der Rissbreite resultierende Bewehrung $\text{ste} A_{si}$, $\text{ste} A_{sa}$ in cm^2/m
- die vorhandenen Rissbreiten w_{ki} , w_{ka} in mm
- die Erstrissspannung σ_{si} , σ_{sa} in MN/m^2
- der zulässige Grenzdurchmesser d_{si} , d_{sa} in mm

für den Spannungsnachweis

- die extremalen Stahlspannungen σ_{si} , σ_{sa} in MN/m^2
- die minimale Betonspannung σ_c in MN/m^2

3.4.2.3

Bemessungsoptionen DIN 1045-1

Das Registerblatt behandelt die Parameter für Nachweise nach DIN 1045-1.

3.4.2.3.1

Material

Nachweise nach DIN 1045-1	
Betongüte	C20/25
α_c	0.850
<input checked="" type="checkbox"/> Kriechen und Schwinden (nur bei Nachweisen im GZG)	
φ_{eff}	2.500
$\varepsilon_{cs,e}$	-0.460 ‰
Längsbewehrung	BSt 500



Weiterführende Informationen s. Online-Hilfe unter *Stahlbeton (Basics)*, *Materialparameter für die Stahlbetonbemessung* oder im Internet unter www.pcae.de Stichwort *Stahlbetonnachweise*.

In Auswahlboxen werden die möglichen Beton- und Betonstahlsorten (Stabstahl für Biegebemessung und Nachweise, Bügel für Schubbemessung) angeboten.

Für die Biege- und Schubbemessung können unterschiedliche Stahlgüten gewählt werden.

Außerdem kann eine Bemessung für benutzerdefinierte (*freie*) Materialien erfolgen. Dazu sind die benötigten Grenzwerte zur Beschreibung der Spannungsdehnungslinien anzugeben.

Bei Verformungsberechnungen (Spannungsermittlung bei den Nachweisen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit) werden bei Bedarf die eingegebenen Kriech- und Schwindbeiwerte berücksichtigt.

3.4.2.3.2

Biegebemessung

Biegebemessung	
Mindestbewehrung	<input checked="" type="checkbox"/> für Wände
	gemäß DIN 1045-1, 13.7.1



Weiterführende Informationen s. Online-Hilfe unter *Stahlbeton (Basics)*, *Biege- und Normal-kraftbemessung* oder im Internet unter www.pcae.de Stichwort *Stahlbetonnachweise*.

Der Anwender kann auswählen, ob die Mindestbewehrung für Wände ermittelt und bei der Bewehrungsausgabe berücksichtigt werden soll.

3.4.2.3.3

Schubbemessung

<input checked="" type="checkbox"/> Schubbemessung durchführen	
Schubbewehrung	BSt 500
<input type="checkbox"/> OHNE Mindestbewehrung	gemäß DIN 1045-1, 13.3.3(2)
innerer Hebelarm	<input type="radio"/> z aus Biegebemessung <input checked="" type="radio"/> $z = 0.9 d \leq d - 2 c_{v,D}$ <input type="radio"/> z aus Biegebemessung $\leq d - 2 c_{v,D}$ mit $c_{v,D}$ 2.5 cm
<input type="checkbox"/> OHNE min $V_{Rd,ct}$	gemäß DIN 1045-1, 10.3.3(1)
Druckstrebenwinkel	<input type="checkbox"/> minimiert
	40.00 °



Weiterführende Informationen s. Online-Hilfe unter *Stahlbeton (Basics)*, *Schubbemessung* oder im Internet unter www.pcae.de Stichwort *Stahlbetonnachweise*.

Folgende Parameter sind optional

- Bemessung *ohne Mindestbewehrung*
- Verfahren zur Berechnung des inneren Hebelarms - $c_{v,D}$: Betonüberdeckung der Längsbewehrung in der Druckzone
- Bemessung *ohne min $V_{Rd,ct}$* , d.h. bei der Ermittlung von $V_{Rd,ct}$ ist dessen Mindestwert nach DIN 1045-1 (8.08), 10.3.3(1), bzw. im Falle von DIN 1045-1 (7.01) n. DIN-Fachbericht 102, 4.3.2.3 (1)*P, Gl. (4.118b) bzw. (d), nicht zu beachten

- Druckstrebenwinkel θ : Neigungswinkel der Druckstrebe
- **minimiert** ($\theta = 0$): ein minimaler Druckstrebenwinkel führt zu einer minimalen Querkraftbewehrung. **Aber**: der Druckstrebenwinkel geht auch in die Berechnung der Verankerungslängen ein. I.A. ist es nicht sinnvoll, diesen Schalter zu aktivieren (z.T. lokal stark variierende Neigungswinkel).

3.4.2.3.4

vereinfachter Brandschutznachweis

<input checked="" type="checkbox"/> Brandschutz für Druckglieder (vereinfachter Nachweis)		
zulässige Ausnutzung α_1	1.00	
Anpassungsfaktor α^*	1.00	zur Anwendung von Tabelle 35
Abminderungsfaktor f_{Ed}	0.700	der Bemessungsgrößen



Weiterführende Informationen s. Online-Hilfe unter *Stahlbeton (Basics), Ausnutzung / Brandschutz* oder im Internet unter www.pcae.de Stichwort *Stahlbetonnachweise*.

Folgende Parameter sind optional

- zulässige Ausnutzung α_1
- Anpassungsfaktor α^* Anwendung von Tab. 35 der DIN 4102, Teil 4, mit semiprobabilistischen Bemessungsgrößen
- Abminderungsfaktor f_{Ed} , wobei $S_{Ed,fi,t} = f_{Ed} \cdot S_{Ed}$

Wird die zulässige Ausnutzung im ersten Iterationsschritt nicht erreicht, werden die Bewehrungsquerschnitte der Biegebewehrung entsprechend erhöht.

3.4.2.3.5

Bemessungsergebnisse

Aus der Biegebemessung ergeben sich

- die maximalen Bewehrungsquerschnitte innen A_{si} , außen A_{sa} in cm^2/m
- der Bewehrungsgrad ρ_s

sowie als Zusatzergebnisse

- die eingegebene Grundbewehrung (s. Register *Stahlbeton*, Abs. 3.4.2, S. 20) A_{s0i} , A_{s0a} in cm^2/m
- die statisch erforderliche Bewehrung A_{sbi} , A_{sba} in cm^2/m
- die Mindestbewehrung $\min A_{si}$, $\min A_{sa}$ in cm^2/m
- die erforderliche Brandschutzbewehrung A_{sfi} , $\min A_{sfi}$ in cm^2/m
- die Differenzbewehrung zur eingegebenen Grundbewehrung ΔA_{si} , ΔA_{sa} in cm^2/m
- der Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft N_{Ed} in kN/m
- der Bemessungswert des einwirkenden Biegemoments M_{Ed} in kNm/m
- die statische Nutzhöhe d
- die Druckzonendicke x
- der innere Hebelarm z

Die Schubbemessung liefert für die Querkraft

- die maximale Bügelbewehrung (insgesamt) a_{sb} in cm^2/m^2

sowie als Zusatzergebnisse

- die statisch erforderliche Bewehrung a_{sbb} in cm^2/m^2
- die Mindestbewehrung $\min a_{sb}$ in cm^2/m^2
- den Bemessungswert der einwirkenden Querkraft V_{Ed} in kN/m
- den Bemessungswert der ohne Querkraftbew. aufnehmbaren Querkraft V_{Rdct} in kN/m
- den Bemessungswert der durch die Druckstrebenfestigkeit begrenzten aufnehmbaren Querkraft V_{Rdmax} in kN/m
- den Druckstrebenwinkel θ
- das Ausnutzungsverhältnis V_{Ed}/V_{Rdmax}

☒ **Rissnachweis führen**

Nachweisverfahren
☐ DIN, 11.2.2 + 3
☒ DIN, 11.2.4
☐ P. Schießl
☐ P. Noakowski

Grenz- \varnothing der Längsbewehrung:
 außen mm
 innen mm

Rissbreite w_k
 außen mm
 innen mm

Verbund ☒

Beiwert k_{zt} zur Berücksichtigung des Betonalters
(=0.5: Beton 3 bis 5 Tage alt)

☒ Begrenzung der Rissbreite (aus Lastbeanspruchung)

☒ Mindestbewehrung (Erstrissbildung aus unbeabsichtigtem Zwang)

Erstrissbildung
☒ unter zentr. Zwang
☐ unter Biegezwang

Induzierung
☒ innerhalb Erm. des Beiwerts k zur Berücksichtigung von
nichtlinear verteilten Betonzugspannungen
(außerhalb induz., z.B. Stützensenkung: k=1.0)
☐ außerhalb



Weiterführende Informationen s. Online-Hilfe unter *Stahlbeton (Basics)*, *Rissnachweis* oder im Internet unter www.pcae.de Stichwort *Stahlbetonnachweise*.

Der Nachweis ist in zwei Teile gegliedert

- Ermittlung der Mindestbewehrung, um unbeabsichtigte Zwangsbeanspruchungen zum Zeitpunkt der Erstrissbildung (vor Verkehrslastaufbringung) abzufangen
- Begrenzung der Rissbreite aus Lastbeanspruchung nach Abschluss der Rissbildung

Der Nachweis erfolgt auf der Basis zur Einhaltung der Grenzdurchmesser der Längsbewehrung; deshalb ist bei allen Verfahren

- der Stabdurchmesser d_s der rissverteilenden Bewehrung in mm

festzulegen. Ist ein Durchmesser = 0, wird die entsprechende Bewehrungsrichtung nicht nachgewiesen.

Der Rissnachweis kann erfolgen nach

- Norm (ohne direkte Berechnung der Rissbreite)
- Norm (direkte Berechnung der Rissbreite)
- Schießl
- Noakowski

Wesentliche Eingangsgröße ist die Rissbreite w_k in mm, die außen und innen unterschiedlich sein kann. Weiterhin gehen ein

- das Verbundverhalten (nur für die Nachweisverfahren von Schießl und Noakowski)
- Faktor $k_{z,t}$ zur Berücksichtigung des Betonalters zum Betrachtungszeitpunkt
- zur Ermittlung der Mindestbewehrung aus Zwang
 - Art der Zwangsbeanspruchung (Zugzwang, Biegezwang)
 - Grund für die Zwangsbeanspruchung (selbst oder außerhalb induziert)

Die Beanspruchung aus dem Abfließen der Hydratationswärme (unbeabsichtigte Zwangsbeanspruchung) ist mit **Zugzwang** und $k_{z,t} = 0.5$ zu führen.

Der Zeitfaktor $k_{z,t}$ beeinflusst die wirksame Betonzugfestigkeit zum Zeitpunkt der Erstrissbildung (aus Zwang). Ist jedoch die Bestimmung der **Mindestbewehrung** nicht angewählt, wird die reduzierte Betonzugfestigkeit beim Nachweis der Endrissbildung (aus Last) angesetzt. Sind beide Teilnachweise aktiviert, geht der $k_{z,t}$ -Wert bei der **Begrenzung der Rissbreite** nicht ein.

Ist eine horizontale Bewehrung angewählt (s. Register *Stahlbeton*, Abs. 3.4.2, S. 20), wird der Rissnachweis aus Zwang nur für diese Bewehrung geführt. Der Rissnachweis aus Last behandelt nur die vertikale, lastabtragende Bewehrung.

Die in den Nachweis eingehende Anfangsbewehrung setzt sich zusammen aus der im Eigenschaftsblatt vorgegebenen Grundbewehrung (s. Register *Stahlbeton*, Abs. 3.4.2, S. 20) und einer aus den vorher geführten Tragfähigkeitsnachweisen ermittelten Biegebewehrung (Biegebemessung). Der Maximalwert wird übernommen.

Der Nachweisteil **Begrenzung der Rissbreite** überprüft, ob die erforderlichen Grenzdurchmesser oben und unten für die maßgebende Risslast eingehalten werden. Ist der Nachweis nicht erfüllt, werden die Bewehrungsquerschnitte der Anfangsbewehrung entsprechend erhöht.

3.4.2.3.7

Spannungsnachweis

☒ **Spannungsnachweis führen**
 Vorgabe: ☒ Faktor ☐ zul σ

zul σ_c =	0,60	* f_{ck} =	-21,0	N/mm ²
zul σ_s =	0,80	* f_{yk} =	400,0	N/mm ²



Weiterführende Informationen s. Online-Hilfe unter *Stahlbeton (Basics)*, *Spannungsnachweis* oder im Internet unter www.pcae.de Stichwort *Stahlbetonnachweise*.

Der Nachweis ist in zwei Teile gegliedert

- Nachweis für die Bewehrung
- ... für den Beton

Der Nachweis erfordert die Eingabe der beiden Grenzwerte

- zul σ_c für den Beton und
- zul σ_s für die Bewehrung

Ist einer der beiden Grenzwerte = 0, wird der entsprechende Nachweis ignoriert.

Als Hilfestellung für den Anwender kann der Grenzwert auch als Vielfaches von f_{ck} bzw. f_{yk} , d.h. in Abhängigkeit der definierten Materialgüten, eingegeben werden.

Die in den Nachweis eingehende Anfangsbewehrung setzt sich zusammen aus der im Eigenschaftsblatt vorgegebenen Grundbewehrung (s. Register *Stahlbeton*, Abs. 3.4.2, S. 20) und einer aus den vorher geführten Tragfähigkeitsnachweisen ermittelten Biegebewehrung (Biegebemessung). Der Maximalwert wird übernommen.

Ist der *Nachweis für die Bewehrung* nicht erfüllt, werden die Bewehrungsquerschnitte der Anfangsbewehrung auf der Zugseite entsprechend erhöht. Ist der *Nachweis für den Beton* nicht erfüllt, werden die Bewehrungsquerschnitte auf der Druckseite erhöht.

3.4.2.3.8

Nachweisergebnisse

Als Nachweisergebnisse ergeben sich

- die maximalen Bewehrungsquerschnitte innen A_{si} , außen A_{sa} in cm²/m
- der Bewehrungsgrad ρ_s

sowie als Zusatzergebnisse

- die in den Nachweis eingehende Anfangsbewehrung A_{s0i} , A_{s0a} in cm²/m
- die Differenzbewehrung zur Anfangsbewehrung ΔA_{si} , ΔA_{sa} in cm²/m

für den Rissnachweis

- die Mindestbewehrung $\min A_{si}$, $\min A_{sa}$ in cm²/m (ggf. Horizontalbewehrung)
- die aus der Begrenzung der Rissbreite resultierende Bewehrung $\text{ste} A_{si}$, $\text{ste} A_{sa}$ in cm²/m
- die vorhandenen Rissbreiten w_{ki} , w_{ka} in mm
- die Erstrissspannung σ_{si} , σ_{sa} in MN/m²
- den zulässigen Grenzdurchmesser d_{si} , d_{sa} in mm

für den Spannungsnachweis

- die extremalen Stahlspannungen σ_{si} , σ_{sa} in MN/m²
- die minimale Betonspannung σ_c in MN/m²



Im Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Nachweisparameter befindet sich das Registerblatt *Mauerwerk*.

Das Registerblatt enthält die Steuerungsdaten für Mauerwerksnachweise n. DIN 1053-100 (9.07) bzw. DIN EN 1996-1-1 (Eurocode 6).

Im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) können folgende Nachweise geführt werden

- ☒ bei zentrischer und exzentrischer Druckbeanspruchung
- ☒ der Knicksicherheit
- ☒ bei Schubbeanspruchung

Außerdem kann ein vereinfachter Grenzlasternachweis für Kellerwände (DIN 1053-100, 10, bzw. EC 6, 6.3.4) angewählt werden

- ☒ der Grenzlaster für Kellerwände

Da keine klaffenden Fugen über den Schwerpunkt hinaus auftreten dürfen, ist der Nachweis zur Einhaltung

- ☒ der planmäßigen Exzentrizitäten (GZG) nur NA-DE

im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit für die seltene (charakteristische) Einwirkungskombination zu führen. Dieser Nachweis ist nur für deutsche Normen (DIN 1053-100 oder EC 6, NA-DE) verfügbar.

Anwendungsbedingungen

- die Kellerwand wird i.A. vorwiegend auf Biegung beansprucht, d.h. dass bei der Nachweisführung die Scheibenwirkung (parallel zur Wandfläche) vernachlässigt wird
- die Ergebnisse sind auf 1 m Wandbreite bezogen, daher ist eine Kellerwand eine 'normale' Wand ($k_0 = 1.0$, s. Abs. 8, S. 56)
- die Wand ist ein- oder zweiseitig gelagert, so dass aussteifende Seitenwände nicht berücksichtigt werden



Weiterführende Informationen zu Mauerwerksnachweisen s. Abs. 9, S. 59.

Baustoff

Der Baustoff kann als spezifiziertes oder typisiertes Mauerwerk beschrieben werden. Ferner steht - insbesondere für die nicht-deutsche EC 6 Anwendung - die freie Parametervorgabe zur Verfügung.

☐ spezifiziertes Mauerwerk

☒ typisiertes Mauerwerk nur für deutsche Normen verfügbar

Steinsorte Mauerziegel

Steinart Hochlochstein

Steinfestigkeitsklasse 8

Mörtelgruppe DM ☒ Stoßfuge unverbörtelt

Es erfolgt keine Plausibilitätsüberprüfung der Eingabewerte

☐ freie Parameter



Weiterführende Informationen zur Bedeutung der Baustoffparameter s. Abs. 8, S. 56.

Materialsicherheit

Für den Grenzzustand der Tragfähigkeit ist die vorhandene Bemessungssituation festzulegen.

Einwirkungen ☒ normal Bei der Extremierung werden ständige und veränderliche Einwirkungen berücksichtigt

☐ außergewöhnlich

☐ selbstdefiniert

Schnittgrößenermittlung

Die Ermittlung der Bemessungsgrößen nach dem Teilsicherheitskonzept beruht i.d.R. auf DIN 1055-100 bzw. DIN EN 1990. Normative Ausnahmen können mit den folgenden Angaben optional berücksichtigt werden

☐ Veränderliche Last stets belastend wirkend ($\gamma_Q > 0$) nur NA-DE

☒ Standardextremierung

☐ Standardextremierung mit 'max M + min/max N' nur NA-DE

In Gebäuden darf n. DIN 1053-100, Anh. A.4.2, bzw. EC 6, NA-DE, 2.4.2(NA.2), die Verkehrslast stets belastend angesetzt werden.

Achtung wg. min N: Es entfällt die Betrachtung von $\gamma_{Q,i} = 0$.

Nach DIN 1053-100, 9.9.1.1, bzw. EC 6, NA-DE, 2.4.2(NA.2), ist im Fall größerer Biegemomente (z.B. bei Wänden mit seitlicher Erddruckbelastung) beim Nachweis der zentrischen oder exzentrischen Druckkraft sowie der Knicksicherheit auch der Lastfall 'max M + min N' zu berücksichtigen. Analog dazu wird im Programm ebenfalls der Lastfall 'max M + max N' untersucht. Diese extremalen Größen müssen normalerweise nicht zusammenwirkend auftreten.

Bemessung

Einige Nachweise benötigen die Eingabe zusätzlicher Parameter. Zur näheren Erläuterung der folgenden Parameter s. die entsprechenden Nachweise Abs. 9, S. 59.

Beim Knicksicherheitsnachweis muss i.A. der Kriecheinfluss berücksichtigt werden. Dazu sind die Endkriechzahl sowie die Grenzschlankheit anzugeben.

Knicksicherheitsnachweis

☒ Kriechen φ_{∞} 0.000 Endkriechzahl ($\varphi_{\infty} = 0 \Rightarrow \varphi_{\infty}$ nach Norm)

λ_c 12 Grenzschlankheit (λ_c nach Norm)

Der Schubnachweis wird quer zur Wandebene (Plattenschub) geführt. Dabei kann die Haftscherfestigkeit zur Berechnung der Schubfestigkeit herangezogen werden.

Schubnachweis

☐ Haftscherfestigkeit f_{vkg} nicht ansetzen



Durch Anklicken nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Steuerung des Ausgabeumfangs der Berechnungs-/Bemessungsergebnisse geöffnet.

Die Ausgabeliste für die Ergebnisse ist in verschiedene Bereiche gegliedert, die an- oder abgewählt werden können.

- allgemeine Informationen: Erläuterungen (z.B. die Darstellung der einzelnen Materialparameter, NAD-Ausdruck etc.) können unterdrückt werden
- NDP-Liste (nur Eurocode): Angabe der im Programm verwendeten nationalen Parameter
- Erddruck: Der Ansatz des Erddrucks erfolgt - auch bei Eurocode-Nachweisen - nach DIN 4085 (7.81) unter Beachtung von DIN 1054 (1.05). Es wird nur der aktive Erddruck betrachtet. Er setzt sich zusammen aus
 - Bodenlast
 - ständiger, veränderlicher Auflast
 - Wasserdruck

Die Anteile können einzeln dargestellt werden als

- Grafik (Längsschnitt über die Wand) für den horizontalen Erddruck und vertikalen Erddruck
- Tabelle (Ausgabe sämtlicher Berechnungspunkte der Wand)
- Lastzusammenstellung: Auf die Kellerwand wirken neben dem Erddruck das Eigengewicht und die aus den Obergeschossen resultierenden Kopflasten. Die veränderlichen Lasten (aus Erddruck und Eigengewicht) können dargestellt werden als
 - Grafik für die Horizontalkomponente und die Vertikalkomponente
 - Tabelle
- Lagergrößen: Sowohl die charakteristischen als auch die Bemessungsgrößen werden im jeweiligen Grenzzustand protokolliert
- Bemessungssituationen: Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit (Biege-/Schubbemessung bei Stahlbetonwänden bzw. Standsicherheitsnachweise bei Mauerwerkswänden) müssen in Abhängigkeit der vorliegenden Einwirkungen aus den Obergeschossen (auf den Wandkopf) bemessen werden für eine
 - ständige und vorübergehende Bemessungssituation
 - außergewöhnliche Bemessungssituation
 - Erdbeben-Bemessungssituation

Die Ausgabe der folgenden Ergebnisse berücksichtigt die angewählte Bemessungssituation.

- Bemessungsgrößen: Aufgrund des zugrunde liegenden Teilsicherheitskonzepts sind die Bemessungsgrößen mit Faktoren beaufschlagte charakteristische Schnittgrößen. Für jeden Nachweis können die Bemessungsgrößen dargestellt werden als
 - Grafik
 - Tabelle
- Nachweise: Die Bemessungsergebnisse der im Eigenschaftsblatt für die Nachweisparameter angewählten Nachweise können auf zwei Arten dargestellt werden. Zum einen können sie wie die vorangegangenen Bemessungsgrößen etc. als
 - Grafik
 - Tabelleausgegeben werden. Zum anderen können maßgebende Ausgabeschnitte (Einzelnachweise) definiert werden
 - am Wandkopf
 - am Wandfuß
 - in Wandmitte (nicht spezifisch, Ausgabestelle variiert je nach Nachweis)
 - bei z [m], gemessen von der Erdoberfläche aus

Der Nachweis in Wandmitte bedeutet für die Stahlbetonbemessung das Ergebnis an der Stelle der maximalen Bewehrung, für die Mauerwerksnachweise das Ergebnis an der Stelle der maximalen Querkraft.

- Stahlbeton: Optional darstellbar sind die Bemessungsergebnisse für
 - die Biegebemessung
 - die Schubbemessung
 - den Rissnachweis; Mindestbewehrung unter Zwang (Erstrissbildung) u. Begrenzung der Rissbreite unter Last (Endrissbildung)
 - den Spannungsnachweis; Bewehrung u. Beton

Ist die aktuell zu bemessende Kellerwand aus Mauerwerk, werden die stahlbetonspezifischen Texte im Eigenschaftsblatt grau gezeichnet.

- Mauerwerk: Optional darstellbar sind die Bemessungsergebnisse für
 - Exzentrizitäten
 - Druckbeanspruchung
 - Knicksicherheitsnachweis (nur als Einzelnachweis)
 - Schubbeanspruchung
 - Grenzlastnachweis

Ist die aktuell zu bemessende Kellerwand aus Stahlbeton, werden die mauerwerkspezifischen Texte im Eigenschaftsblatt grau gezeichnet.

- Zusammenfassung (Fazit): Abschließend wird das Endergebnis ausgegeben. Bei Auftreten eines Fehlers wird der entsprechende Nachweis angegeben.



Die Systembeschreibung kann nicht reduziert werden, da hier sämtliche Informationen zum Berechnungs- und Bemessungsablauf protokolliert werden.

Bearbeitung Nachweistyp Mauerwerkswand



Ist der Nachweistyp *Mauerwerkswand* ausgewählt und enthält die Positions-Auswahlbox eine aktuelle Position, wird entweder durch einen Doppelklick mit der linken Maustaste auf die Position oder nach Auswahl der Position durch Betätigen des **Hammer-Buttons** das Eigenschaftsblatt zur Bearbeitung des Nachweises aktiviert.

Das Eigenschaftsblatt enthält eine große Prinzipskizze mit der Wandtypauswahl und den zur Bemessung erforderlichen Wandabmessungen.

4H-MWand [Position 36:Mauerwerkswand]

Material Massivdecken C25/30 ☐ teilauflegend auf Außenwand

Wandhöhen, Deckenfeldlängen in m
Wand-, Deckendicken, Deckenauflagertiefen in cm

zweiseitig gehalten ☒ Wand, Wandlänge 4.500 m
oben und unten gehalten

Vorschrift EC 6 (2.13)
nationaler Anhang: ☒ Deutschland

Es werden neun Wandtypen angeboten, die je nach Lage im Bauwerk unterschiedliche Eingaben zu Wandhöhe und -dicke sowie zur Berechnung der Knotenmomente zu Deckenplattenlänge und -dicke erfordern.

Die relevanten Eingabefelder werden fett dargestellt, die nicht benötigten Abmessungen können jedoch trotzdem eingegeben werden. Außerdem ist die Betongüte der Deckenplatten für die Berechnung der Knotenmomente relevant. Die Betongüte kann aus einer Listbox unter den gängigen Betonsorten ausgewählt werden.

In Abhängigkeit der gewählten Norm wird der E-Modul programmintern berechnet. Alternativ ist eine Direkteingabe (**frei**) des E-Moduls möglich.

Des Weiteren ist neben der Wandlänge die Aussteifung der Wand zur Bestimmung der Knicklänge anzugeben.

Folgende Bemessungsregeln (Normen) werden unterstützt

- DIN 1053-100 - Mauerwerk - Berechnung auf der Grundlage des semiprobabilistischen Sicherheitskonzepts
- DIN EN 1996 (Eurocode 6) - Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten

Beide Normen beruhen auf dem Teilsicherheitskonzept und sind bis auf wenige Unterschiede identisch. Im Folgenden werden die Berechnungsmethoden beider Normen dargestellt.

4.1

System

Das Programm bemisst eine durch Massivdecken gehaltene und ggf. unter Windbelastung stehende Mauerwerkswand nach DIN 1053-100 oder DIN EN 1996-1-1 (EC 6) mit dem genaueren Verfahren.

- die Wand kann entweder freistehend oder oben und/oder an den Seiten gehalten sein
- eine freistehende Wand kann nur Eigengewichts- und Windlasten auf ihre Wandfläche aufnehmen, während eine
- gehaltene Wand in Längsrichtung als Kragwand und in Querrichtung als oben und unten gelagert (analog eines Einfeldträgers) betrachtet wird
- bei Außenwänden können Decken auch nur teilweise aufliegen
- die aufliegenden Decken bewirken bei gehaltenen Wänden eine Teileinspannung von Wandkopf und -fuß, die wie folgt berücksichtigt wird

4.2

Schnittgrößenermittlung am Wand-Decken-Knoten

Die Ermittlung der Bemessungsschnittgrößen an Wandkopf und -fuß kann auf zwei Arten erfolgen (s. Festlegung der Nachweisparameter Abs. 4.6, S. 45). Anhand der *Innenwand im Normalgeschoss* werden die Verfahren dargestellt.

vereinfachte Berechnung der Knotenmomente

Verfahren 1: vereinfachte Berechnung der Knotenmomente ist nur nach DIN 1053-100, 9.2.3 (5%-Regel) möglich

Voraussetzung hierfür ist, dass die Nutzlast auf den Decken 5 kN/m^2 nicht überschreitet.



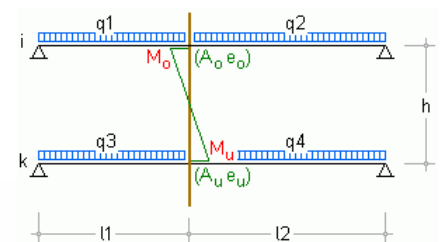
Diese Bedingung wird vom Programm nicht überprüft!

Die Knotenmomente ergeben sich zu

$$M_o = A_o \cdot e_o \quad \dots \text{ mit } \dots \quad e_o = 0.05 \cdot (l_1 - l_2)$$

$$M_u = A_u \cdot e_u \quad \dots \text{ mit } \dots \quad e_u = e_u$$

für eine Zwischendecke näherungsweise $A_o = B/2$... und ... A_u analog



Auflagerkraft B aus Deckenbelastung s.u.

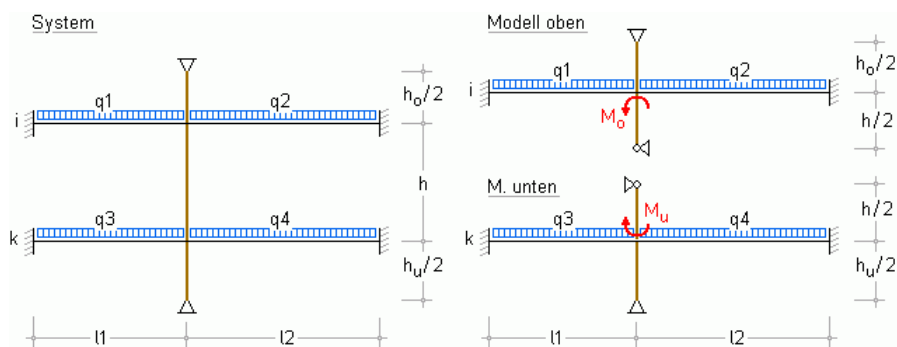
genauere Berechnung der Knotenmomente

Verfahren 2: Es wird eine genauere Berechnung der Knotenmomente nach DIN 1053-100, 9.2.2, bzw. EC 6, Anh. C, an statischen Ersatzsystemen durchgeführt, die in Abhängigkeit von der Lage der Wand im Gebäude ausgewählt werden. Dieses Verfahren ist jedoch nicht für Holzbalkendecken geeignet.

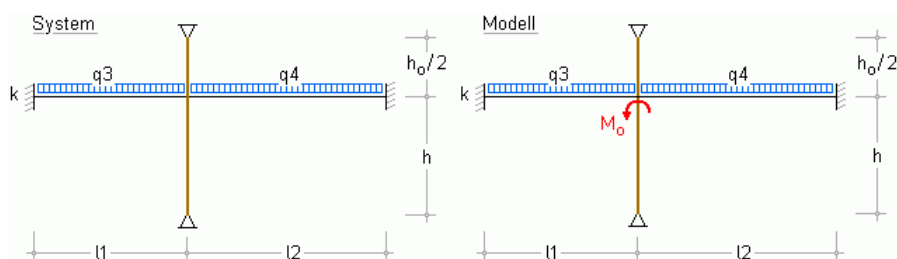
In der Prinzipskizze werden die maßgebenden Wandabmessungen (Wandhöhe, -dicke, angrenzende Deckenfeldlängen und -dicken) aktiviert, die unbedingt belegt werden müssen. Die restlichen Werte können ebenfalls bearbeitet werden, haben jedoch keinen Einfluss auf die aktuelle Bemessung. Die Wandlänge ist gleich der Deckenfeldbreite und ebenfalls vorzugeben.

- Berechnung nach DIN 1053-100, 9.2.2

Die statischen Systeme zur Berechnung der Wandkopf- und -fußbelastung aus den aufgelagerten Massivdecken werden für eine Innenwand wie folgt angenommen.



Unter der Annahme, dass das Biegemoment in Wandmitte (bei $h/2$) zu Null wird, kann für die Einspannung der Wand in die benachbarten Deckenplatten ein vereinfachtes System gefunden werden. Eine Ausnahme bildet die Erdgeschosswand, die grundsätzlich am Fußpunkt gelenkig gelagert ist.



Nach Norm dürfen die Einspannmomente auf 2/3 ihres Wertes reduziert werden.

Die Momente ergeben sich aus dem Verhältnis der Steifigkeiten der belasteten Deckenplatten zur Steifigkeit der anschließenden Wände (entnommen aus Schubert/Schneider/Schoch) zu

$$M_o = -\frac{1}{18} \cdot (q_1 \cdot l_1^2 - q_2 \cdot l_2^2) \cdot \frac{1}{1 + \frac{E_o \cdot I_o \cdot h}{E \cdot I \cdot h_o} + \bar{k} \cdot \left(1 + \frac{l_1}{l_2}\right)} \quad \dots \text{mit } \bar{k} = \frac{2 \cdot E_d \cdot I_d \cdot h}{3 \cdot E \cdot I \cdot l_1}$$

Der E-Modul E_d der Massivdecken kann entweder über die Betongüte oder direkt (**freies** Material) eingegeben werden.

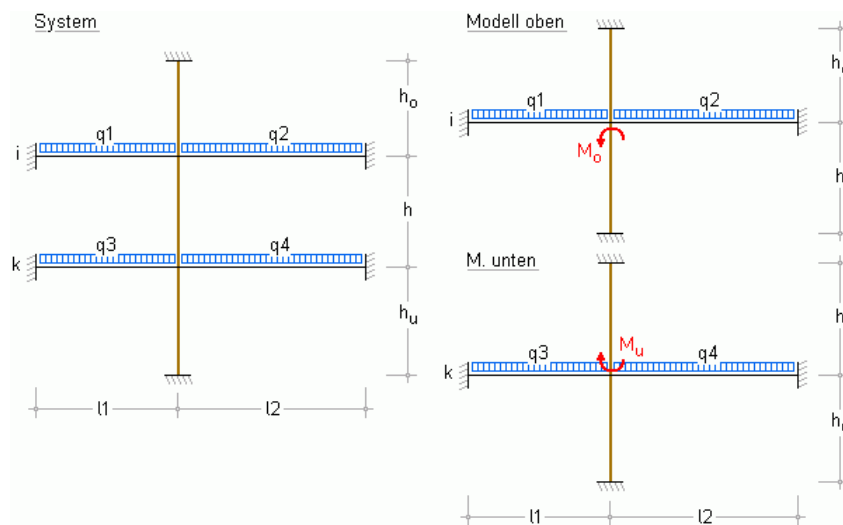
$$M_u = -\frac{1}{18} \cdot (q_3 \cdot l_1^2 - q_4 \cdot l_2^2) \cdot \frac{1}{1 + \frac{E_u \cdot I_u \cdot h}{E \cdot I \cdot h_u} + k_u \cdot \left(1 + \frac{l_1}{l_2}\right)} \quad \dots \text{mit } k_u = \frac{2 \cdot E_{du} \cdot I_{du} \cdot h}{3 \cdot E \cdot I \cdot l_1}$$

I_d, l_1, l_2 Trägheitsmoment, Längen der Massivdecke oberhalb der betrachteten Wand
 E, I, h E-Modul, Trägheitsmoment, Höhe der aktuellen Wand

Nach 9.2.4 darf die planmäßige Exzentrizität senkrecht zur Wandfläche infolge der Knotenmomente am Kopf bzw. Fuß der Wand im Grenzzustand der Tragfähigkeit auf $\frac{1}{3}$ der Wanddicke begrenzt werden. In solchen Fällen ist jedoch von Rissbildungen an der der Last gegenüberliegenden Seite auszugehen. Dies wird sowohl bei Durchführung des Drucknachweises (Abs. 4.6, S. 45) als auch beim Nachweis der planmäßigen Exzentrizitäten (Abs. 9.13, S. 69) überprüft und das Knotenmoment ggf. zurückgesetzt.

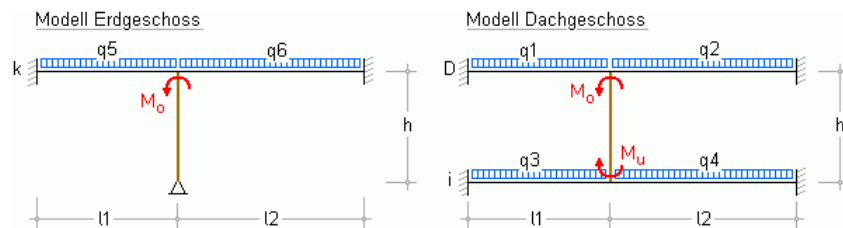
- Berechnung nach EC 6, Anh. C

Die statischen Systeme zur Berechnung der Wandkopf- und -fußbelastung aus den aufgelagerten Massivdecken werden für eine Innenwand im Normalgeschoss wie folgt angenommen.



Bei einer Dachgeschosswand entfällt die obere Wand bei der Steifigkeitsermittlung ($h_o = 0$), bei einer Erdgeschosswand wird der Fußpunkt gelenkig gelagert ($M_u = 0$).

Wird die Wandhöhe einer der Wände, die sich oberhalb oder unterhalb der zu berechnenden Wand befinden, zu Null eingegeben, befindet sich an der Stelle keine Wand, z.B. Erdgeschosswand ohne darüber liegender Wand, Dachgeschosswand ohne darunter liegender Wand.



Die Momente ergeben sich aus dem Verhältnis der Steifigkeiten der belasteten Deckenplatten zur Steifigkeit der anschließenden Wände zu

$$M_o = M_1 = \frac{\frac{n_1 \cdot E_1 \cdot I_1}{h_1}}{\frac{n_1 \cdot E_1 \cdot I_1}{h_1} + \frac{n_2 \cdot E_2 \cdot I_2}{h_2} + \frac{n_3 \cdot E_3 \cdot I_3}{l_3} + \frac{n_4 \cdot E_4 \cdot I_4}{l_4}} \cdot \left(\frac{w_3 \cdot l_3^2}{4 \cdot (n_4 - 1)} - \frac{w_4 \cdot l_4^2}{4 \cdot (n_4 - 1)} \right) \quad \dots M_u = M_2 \text{ analog}$$

n_i Steifigkeitsfaktor des Stabes i (= 4 bei an beiden Enden eingespannten Stäben, sonst = 3)

E_i E-Modul des Stabes i (i.A. bei allen Mauersteinarten $E = 1000 \cdot f_k$, jedoch nicht n. NA-DE)

I_i Trägheitsmoment des Stabes i

h_1, h_2 ... lichte Höhe der Stäbe (Wände) 1 u. 2

l_3, l_4 ... lichte Spannweite der Stäbe (Deckenplatten) 3 u. 4. Da nach NA-DE bei zweiachsig gespannten Decken 2/3 der kürzeren Seite eingesetzt werden darf, wird hier für l_3, l_4 die Deckenstützweite verwendet.

w_3, w_4 ... gleichmäßig verteilte Bemessungslast im GZT auf den Stäben (Deckenplatten) 3 u. 4

Stäbe 1 u. 2 sind die an dem jeweiligen Knoten angreifenden Wände unten und oben,

Stäbe 3 u. 4 sind die an dem jeweiligen Knoten angreifenden Deckenplatten links und rechts

Nach Anhang C(3) darf die errechnete Ausmitte und damit das Knotenmoment mit dem Faktor η reduziert werden.

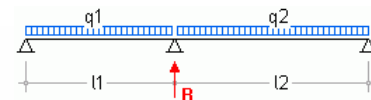
$$\eta = 1 - k_m / 4 \quad \dots \text{mit} \dots k_m = \frac{\frac{n_3 \cdot E_3 \cdot I_3}{l_3} + \frac{n_4 \cdot E_4 \cdot I_4}{l_4}}{\frac{n_1 \cdot E_1 \cdot I_1}{h_1} + \frac{n_2 \cdot E_2 \cdot I_2}{h_2}} \leq 2$$

Nach Anhang C(4) darf die Ausmitte auf das 0.45-fache (NA-DE: auf das 0.333-fache) der Wanddicke begrenzt werden. In solchen Fällen ist jedoch von Rissbildungen an der der Last gegenüberliegenden Seite auszugehen. Dies wird sowohl bei Durchführung des Drucknachweises (Abs. 9.5, S. 60) als auch beim Nachweis der planmäßigen Exzentrizitäten (Abs. 9.13, S. 69) überprüft und das Knotenmoment ggf. zurückgesetzt.

Auflagerkraft

Die Auflagerkraft und damit die in den Wandkopf einzuleitende Normalkraft aus Deckenbelastung wird näherungsweise an einem Zweifeldträger ermittelt.

$$B = \frac{q_1 \cdot l_1 + q_2 \cdot l_2}{2} - \bar{M} \cdot \left(\frac{1}{l_1} + \frac{1}{l_2} \right) \quad \dots \text{ mit } \dots \quad \bar{M} = \frac{q_1 \cdot l_1^3 + q_2 \cdot l_2^3 \cdot I_{d1}/I_{d2}}{8 \cdot (l_1 + l_2 \cdot I_{d1}/I_{d2})}$$



I_{d1}, I_{d2} Trägheitsmomente der angrenzenden Massivdecken mit $I_d = l_d \cdot t_d^3 / 12$

l_d Deckenfeldbreite

t_d Deckendicke

Sollen Rippendecken oder Massivdecken anderer Querschnittsform berücksichtigt werden, ist die Plattendicke t_d entsprechend zu modifizieren. Weitere Einstellungsmöglichkeiten finden sich in den Festlegungen der Nachweisparameter (Abs. 4.6, S. 45).

4.3

Programmsteuerung

Im Kopf des Eigenschaftsblattes befindet sich eine Steuerbuttonleiste. Mit Hilfe der Steuerbuttons werden folgende Aktionen eingeleitet:



Festlegung der Materialdaten, s. Abs. 4.4, S. 39



... Belastung, s. Abs. 4.5, S. 40



... Nachweisparameter, s. Abs. 4.6, S. 45



Ausdrucksteuerung, s. Abs. 4.7, S. 47



Durchführung der Bemessung



Ausdruck des Nachweises



Online-Hilfe



Beenden der Bearbeitung



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Beschreibung des Materials sowie des Sicherheitsniveaus der Mauerwerkswand aktiviert.

Mauerwerk

Das Mauerwerk kann als spezifiziertes oder typisiertes Mauerwerk beschrieben werden; ferner steht die freie Parametereingabe zur Verfügung.

Eine Mauerwerkswand setzt sich aus Steinen und Mörtel zusammen. Da besonders die Festigkeit der Steine vom jeweiligen Standort der Herstellung abhängt, ist die Ermittlung der Materialparameter und damit auch die Bezeichnung des Werkstoffs in den nationalen Normen geregelt. Bei einer Eurocode-Bemessung, die sich nicht auf Deutschland bezieht (nicht NA-DE), wird daher die freie Parametereingabe vorausgesetzt.

Baustoff

☒ spezifiziertes Mauerwerk nur für deutsche Normen verfügbar

Kalksandstein

KS-R-Plansteine

Dünnbettmörtel ☒ Stoßfuge unvermörtelt

Es erfolgt keine Plausibilitätsüberprüfung der Eingabewerte

☐ typisiertes Mauerwerk

☐ freie Parameter

Sicherheitsniveau

Das Sicherheitsniveau kann entweder vom Programm in Abhängigkeit von den einwirkenden Lasten sowie den gewählten Nachweisen berechnet oder vom Anwender vorgegeben werden.

Materialsicherheit

☐ automatisch

☒ selbstdefiniert

γ_M Sicherheitsbeiwert (Grundwert)

η Abminderungsbeiwert ($0.85 \leq \eta \leq 1.0$)

nur NA-DE



Weiterführende Informationen zur Bedeutung der Baustoffparameter s. Abs. 8, S. 56.

4.5

Belastung



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Eingabe der Belastung aktiviert.

Das Programm *Wand* ermittelt aus den definierten Lasten die extremalen Schnittgrößen in den maßgebenden Bemessungspunkten (Wandkopf, Wandfuß, Wandmitte).

Normalerweise gehen sämtliche Schnittgrößenkombinationen in die Extremierung ein. Zu Kontrollzwecken besteht jedoch die Möglichkeit, aus den Kategorien der veränderlichen Einwirkungen eine bestimmte Leiteinwirkung zu bestimmen.

Im Belastungseigenschaftsblatt werden vier Registerblätter angeboten, in die

Deckenlasten	Wandaufasten	Windlasten	Sonstige Lasten	Leiteinwirkung	W
--------------	--------------	------------	-----------------	----------------	---

eingetragen werden können.

4.5.1

Deckenlasten

Deckenlasten sind gleichmäßig verteilte Lasten auf angrenzenden Deckenfeldern, um das Kopf- und Fußmoment aus einer Teileinspannung der Wand in die Decken zu berechnen.

Die Deckenfelder können z.B. aufgrund von Wandöffnungen breiter sein als die Wandlänge. Wird eine Deckenbreite eingegeben, die kürzer als die Wandlänge ist, wird die Deckenbreite gleich der Wandlänge angenommen. Eine größere Deckenbreite erhöht die eingegebene Deckenlast (Deckenbreite = Lasteinzugsbreite der Deckenlasten).

Deckenlasten können für beliebige Deckenfelder eingegeben werden; das Programm ermittelt die zugehörigen Lasten je nach gewähltem Wandtyp.

Bezeichnung	Etage	Deckenfeld	q kN/m²	Einwirkungsart	Kategorie
EG re	Decke k	Feld 1	2.45	ständig	
EG re	Decke k	Feld 2	1.75	veränderl.	A/B

Deckenbreite: 0.000 m
Deckenbreite ≥ Wandlänge

Zeile löschen
Zeile duplizieren
neue Zeile anhängen

In der Tabelle können maximal 30 Deckenlasten verwaltet werden. Je Etage (Decke k - unten, Decke j - oben, Dach i) des Modellhauses wird je Deckenfeld (Feld 1 - links, Feld 2 - rechts, Kragarm) die gleichmäßig verteilte Last q eingegeben.

Zur Zusammenstellung der relevanten Bemessungslasten muss die Last in eine Einwirkungsart (**ständig**, **veränderlich**, **design**) eingruppiert werden.

Die Einwirkungsart *design* bedeutet dabei, dass diese Last schon mit Teilsicherheitsbeiwerten behaftet ist und im Weiteren als ständige Last in die Bildung der Einwirkungskombinationen eingeht.

Wird eine veränderliche Last eingegeben, ist die Einwirkungskategorie zu bestimmen.

- Nutzlasten
 - A/B Wohn- und Aufenthaltsräume, Büros
 - C/D Versammlungs-, Verkaufsräume
 - E Lagerräume
- Schneelasten
 - S- unter 1000 m
 - S+ über 1000 m
- W Windlasten

4.5.2

Wandauflasten

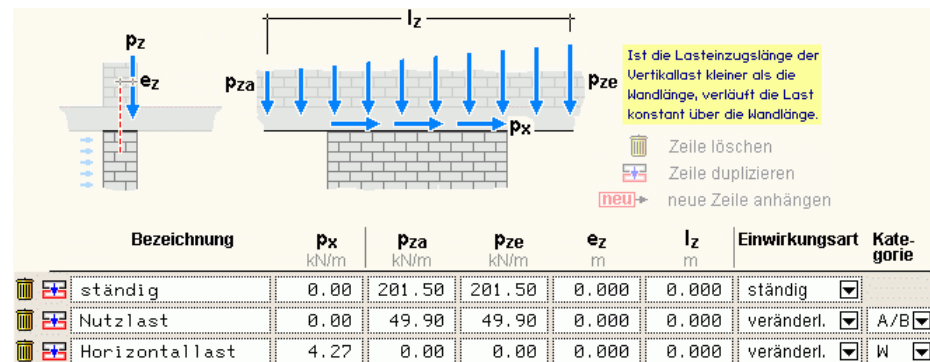
Wandauflasten resultieren aus Belastungen oberhalb des Wandkopfs. Es werden zwei Lastrichtungen unterschieden

- eine über die Wandlänge l_w verlaufende Horizontallast p_x (häufig die Resultierende einer auf die senkrecht zur Wand angeordnete Fassadenplatte wirkenden Windlast)
- eine linear veränderliche Vertikallast p_z , die zentrisch oder exzentrisch mit der Ausmitte e_z in die Wand eingeleitet wird.

Soll nur eine kurze Wand z.B. zwischen zwei **Fensteröffnungen** bemessen werden, kann die entsprechende Vertikallast über die Lasteinzugslänge l_z an die Wandlänge l_w angepasst werden

$$\bar{p}_z = p_z \cdot l_z / l_w \quad \dots \text{ mit } \dots l_z > l_w$$

Eine andere Variante des Lasteinzugs besteht in der Anordnung zweier Träger, die auf der Wand aufliegen (s. unten sonstige Lasten).



Ist die Lasteinzugslänge der Vertikallast kleiner als die Wandlänge, verläuft die Last konstant über die Wandlänge.

Zeile löschen
Zeile duplizieren
(neu) neue Zeile anhängen

Bezeichnung	p_x kN/m	p_{za} kN/m	p_{ze} kN/m	e_z m	l_z m	Einwirkungsart	Kategorie
ständig	0.00	201.50	201.50	0.000	0.000	ständig	
Nutzlast	0.00	49.90	49.90	0.000	0.000	veränderl.	A/B
Horizontallast	4.27	0.00	0.00	0.000	0.000	veränderl.	W

In der Tabelle können maximal 30 Auflasten verwaltet werden, die als horizontale Linienlasten p_x in Wandlängsrichtung wirken bzw. als vertikale, ggf. exzentrisch angreifende Linienlasten p_z die Normalkraft und das Moment am Wandkopf erhöhen.

Die Eingabe eines Kopfmoments in Wandlängsrichtung kann erfolgen über die Eingabe einer veränderlichen Linienlast mit

$$p_{za} = -p_{ze} = -m_x \cdot 6 / l^2$$

Analog dazu entspricht eine veränderliche Linienlast einer Kopflast von

$$\bar{p}_z = (p_{za} + p_{ze}) / 2$$

und einem Kopfmoment von

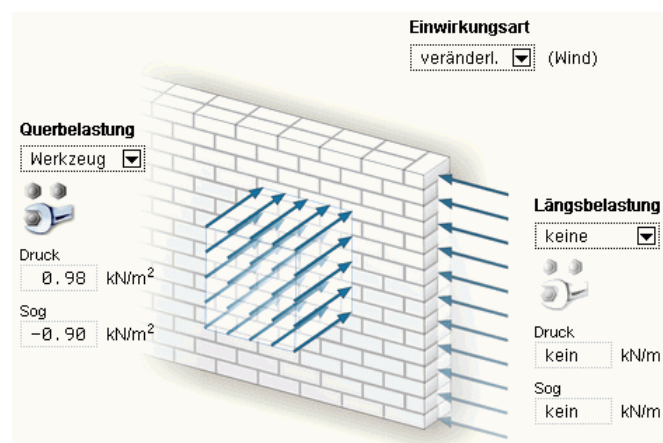
$$m_x = (p_{ze} - p_{za}) \cdot l^2 / 12$$

Einwirkungsart und Kategorie s.o. Deckenlasten.

4.5.3

Windlasten

Windlasten können sowohl senkrecht auf die Wandfläche (Querbelastung) als auch auf die Schmalseite der Wand (Längsbelastung) wirken.



Einwirkungsart
veränderl. (Wind)

Querbelastung
Werkzeug

Druck
0.98 kN/m²

Sog
-0.90 kN/m²

Längsbelastung
keine

Druck
kein kN/m

Sog
kein kN/m



Die Beiwerte für Winddruck und Windsog können entweder vom Anwender selbst eingegeben oder vom **pcae-Windlast-Modul #H-WUSL** berechnet werden. Dazu wird die Liste auf **Werkzeug** geschaltet und der **Schrauben-Button** betätigt.

Werkzeug zur Windlastermittlung

#H-WUSL aufrufen

Windzone: nach DIN 1055-4 Anhang A.1

☒ $q_{ref} = 0.39 \text{ kN/m}^2$ Tabellenwert

$h+NN = 60 \text{ m}$ nur für Werte > 800 relevant nach DIN 1055-4 Anhang A.2

☒ Faktor Rechenwert

☒ $\Rightarrow q_{ref} = 0.39 \text{ kN/m}^2$

Bodenrauigkeitsprofil: Mischprofil der Geländekategorien II und III

DIN 1055-4

$q(z) = 1.5 \cdot q_{ref}$ für $z \leq 7 \text{ m}$

$q(z) = 1.7 \cdot q_{ref} \left(\frac{z}{10}\right)^{0.37}$ für $7 \text{ m} < z \leq 50 \text{ m}$

$q(z) = 2.1 \cdot q_{ref} \left(\frac{z}{10}\right)^{0.24}$ für $50 \text{ m} < z \leq 300 \text{ m}$

$q(0) / q(h) = 0.58 / 0.82 \text{ kN/m}^2$

3D-Modell: OK-Gebäude, alle Maßangaben in m. Dimensionen: 18.00, 3.50, 5.40, 2.87, 6.00, 15.00, 12.00. Beschriftungen: belastete Teilfläche, vorne, rechts.

RESULTIERENDE	LÄNGSBELASTUNG	QUERBELASTUNG
Druck: +9.55 kN	Druck: +3.33 kN/m	Druck: +0.62 kN/m²
Sog: -8.79 kN	Sog: -3.06 kN/m	Sog: -0.57 kN/m²

Nach Vorgabe der Windzone, der Höhe über NN und des Bodenrauigkeitsprofils des Baustandortes ermittelt das Programm die Funktion des Böengeschwindigkeitsdrucks über die Höhe des Bauwerks nach dem Regelfallverfahren gemäß DIN 1055-4, 10.3, bzw. DIN EN 1991-1-4, NA-DE, Anhang NA.B.

Nach DIN 1055-4, 12.1.2 (unter Zuhilfenahme von Bild 3, Bild 4 sowie Tab. 3), bzw. DIN EN 1991-1-4, 7.2.2 (Bild 7.5), ergeben sich gebietsweise unterschiedliche Spannungen an den Außenwänden eines mit h (Höhe), b (Breite) und d (Tiefe) beschriebenen Gebäudes. Hierbei ist zwischen unterschiedlichen Windrichtungen zu unterscheiden. Es wird stets $c_{pe,10}$ verwendet.

Die windbelastete Teilfläche entspricht der gewählten Wandlänge und -höhe. Die Abmessungen werden in der Grafik dokumentiert, können jedoch nicht verändert werden.

Es ist zu beachten, dass die Gebäudeabmessungen nicht überschritten werden! Im Fehlerfall wird keine Windbelastung angesetzt.

Das Programm berechnet mit diesen Werten die resultierende Windkraft durch Integration der Außendrucke in den von der Norm vorgegebenen Teilbereichen über die benutzerdefinierte Teilfläche. Hierbei werden der Lastfall *Wind von vorne* stets die größte Resultierende aus Druck und die Lastfälle *Wind von links* oder *Wind von rechts* die größte Resultierende aus Sog (negatives Vorzeichen beachten!) liefern. Das Ergebnis der Resultierenden wird im unteren Bereich des Eigenschaftsblatts ausgewiesen.

Querbelastung

Bei der Querbelastung wird davon ausgegangen, dass die nachzuweisende Mauerwerkswand direkt vom Wind senkrecht zur Scheibenebene belastet wird (Außenwand). Es ergeben sich für den Nachweis konstante Querbelastungen in kN/m^2 , indem die Resultierenden aus Druck und Sog durch $h \cdot l$ geteilt werden.

Längsbelastung

Bei der Längsbelastung wird davon ausgegangen, dass die nachzuweisende Mauerwerkswand als Innenwand im Grundriss senkrecht zur belasteten Teilfläche angeordnet wird und diese stützt. Dies führt zu einer Linienlast in kN/m , indem die ermittelten Resultierenden gleichmäßig über die Wandhöhe verteilt werden.

Windlasten können entweder als *design*-Einwirkungen, als ständige oder als veränderliche Einwirkungen der Kategorie W behandelt werden. Sie werden konstant über Wandhöhe und -breite

angesetzt. Für die Schnittgrößenermittlung wird in x-Richtung (parallel zur Wand wirkend) eine Kragwand und in y-Richtung (senkrecht auf die Wand wirkend) ein oben und unten gelagerter Einfeldträger angenommen.

Der Einspanngrad des Einfeldträgers für Windbelastungen senkrecht auf die Wand darf aufgrund von Umlagerungen frei vorgegeben werden (Abs. 4.6, S. 45).

4.5.4

sonstige Lasten

Im Registerblatt der sonstigen Lasten können Eigengewicht von Decken und Wand, Unterzüge sowie Horizontallasten eingegeben werden.

- das Eigengewicht wirkt als *ständige* oder *design*-Last gleichmäßig über die Wandhöhe

☒ **Eigengewicht der Wand** γ 19.29 kN/m³ **Einwirkungsart** ständig ☐

einschl. Gewicht, Putz, Dämmung

- das Eigengewicht der aufliegenden Decken wirkt als *ständige* oder *design*-Last

☒ **Eigengewicht der Decken** γ_p 25.00 kN/m³ **Einwirkungsart** ständig ☐

- zweiachsig gespannte Deckenplatten tragen häufig ihre Last auf Unterzügen ab, die dann wiederum auf einer Wand aufliegen. Ebenso werden oft Träger eingesetzt, die Dach- oder vergleichbare Lasten an die Wand abgeben.

Im vorliegenden Programm können gleichmäßig angeordnete Unterzüge oder aufliegende Träger (z.B. die Sparren eines Dachstuhls) berücksichtigt werden, deren ggf. exzentrische Lagerlast sich unter einem wählbaren Ausbreitungswinkel bis zum Fuß der Wand verteilt. Bei Unterzügen wird die Last nicht direkt am Wandkopf eingeleitet. Die Nachweise **am Wandkopf** werden daher in der Auflagerfuge der Unterzüge geführt. Der Nachweis der Teilflächenpressung wird in der Auflagerebene geführt.

☒ **Unterzüge** im Abstand von 2.500 m

☐ **Träger**

☐ **Zwei Träger parallel zur Wand**

Abstand vom Wandende a_1 30.0 cm

Steghöhe h_{Uz} 20.0 cm

Stegbreite b_{Uz} 24.0 cm

Lastausmitte e_{Uz} 0.0 cm

Lastausbreitung α 60°

Einzellasten können über Unterzüge oder Träger, die in gleichmäßigem Abstand angeordnet sind, auf die Wand übertragen werden. Es ergeben sich Auflagerkräfte, die ausgehend vom Lager der Einzellast unter einem gewählten Ausbreitungswinkel in der Wand verteilt werden. Ist der Abstand der Einzellasten Null, wird nur eine einzige Einzellast berücksichtigt. Ist der Ausbreitungswinkel Null, wird keine Lastausbreitung angesetzt.

Bezeichnung **Fz** **Einwirkungsart** **Kategorie**

		56.60	ständig	
		16.90	veränderl.	A/B

Zeile löschen
Zeile duplizieren
neue Zeile anhängen

Die Lasten aus aufliegenden Trägern hingegen gehen in die Wandkopfnachweise ein. Hier versagt aufgrund der hohen Belastung häufig der Nachweis der Teilflächenpressung unterhalb des Trägers, weshalb eine Mauerwerksverstärkung (**Lastpolster**) angeordnet werden kann. Die Dicke und Druckfestigkeit des Polsters sind anzugeben.

☐ **Unterzüge**

☒ **Träger** im Abstand von 1.000 m

☐ **Zwei Träger parallel zur Wand**

Abstand vom Wandende a_1 20.0 cm

Lagerbreite b_{Uz} 12.0 cm

Lastausmitte e_{Uz} 0.0 cm

Lastausbreitung α 60°

☐ **Lastpolster**

ohne bzw. mit

☒ **Lastpolster mit f_k** 12.00 N/mm²

Polsterdicke h_{Uz} 25.0 cm

Beifindet sich ein Lastpolster unter dem Träger, wird eine Lastausmitte nicht berücksichtigt.

Ebenso ist der häufig vorkommende Sonderfall zweier Träger, die parallel zur Wand angeordnet sind (z.B. Fensterstürze), in das Programm integriert. Im Unterschied zu den o.a. gleichmäßig verteilten Trägern können diese Träger mit verschiedenen Auflagerbreiten und Belastungen ausgestattet sein.

☐ Unterzüge

☐ Träger

☒ Zwei Träger parallel zur Wand

Einzellasten können über seitlich angeordnete Träger auf die Wand übertragen werden.

Es ergeben sich Auflagerkräfte, die ausgehend vom Lager der Einzellast unter einem gewählten Ausbreitungswinkel in der Wand verteilt werden.

Ist der Ausbreitungswinkel Null, wird keine Lastausbreitung angesetzt.

Die Lagerbreite b1 muss größer als Null sein.

Lagerbreite b_1 cm

Lagerbreite b_2 cm

Lastausbreitung α °

Sind die Unterzüge bzw. Träger dicht beieinander angeordnet oder ist die Wand besonders hoch, kann es vorkommen, dass sich die Lastausbreitungsflächen überlappen. Die sich überlappenden Lastanteile werden addiert. Einwirkungsart und Kategorie s.o. *Deckenlasten*.

- parallel zur Wandebene (in Scheibenrichtung) kann in beliebiger Höhe h eine horizontale Last F_x angeordnet werden. Einwirkungsart und Kategorie s.o. *Deckenlasten*.

☒ Horizontallasten in Scheibenrichtung

Zeile löschen

Zeile duplizieren

neue Zeile anhängen

Bezeichnung	F _x kN	h m	Einwirkungsart	Kategorie
<input type="text" value=""/>	<input type="text" value="0.00"/>	<input type="text" value="0.00"/>	<input type="text" value="ständig"/>	<input type="checkbox"/>

- senkrecht zur Wandebene kann in beliebiger Höhe h eine horizontal verlaufende Linienlast p_y angeordnet werden. Einwirkungsart und Kategorie s.o. *Deckenlasten*.

☒ Horizontallasten senkrecht zur Wandebene

Zeile löschen

Zeile duplizieren

neue Zeile anhängen

Bezeichnung	p _y kN/m	h m	Einwirkungsart	Kategorie
<input type="text" value=""/>	<input type="text" value="0.00"/>	<input type="text" value="0.00"/>	<input type="text" value="ständig"/>	<input type="checkbox"/>

4.5.5

Extremalbildung

Nach DIN 1053-100, Anh. A.4, bzw. DIN EN 1990, 6.4.3, werden die Bemessungsschnittgrößen aus einer Kombination der Einwirkungen ermittelt.

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \dots \text{für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen}$$

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + A_d + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \dots \text{für außergewöhnliche Bemessungssituationen}$$

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + A_{Ed} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \dots \text{für Bemessungssituationen bei Erdbeben}$$

γ_G, γ_Q Teilsicherheitsbeiwerte für die (G) ständige bzw. (Q) veränderliche Einwirkungen

ψ_0, ψ_1, ψ_2 Kombinationsbeiwerte für veränderliche Einwirkungen

G_k, Q_k charakteristische Werte der (G) ständigen bzw. (Q) veränderlichen Einwirkungen

A_d Bemessungswert der außergewöhnlichen Einwirkung

A_{Ed} Bemessungswert der Erdbeben-Einwirkung

Die im Programm anwählbaren Einwirkungstypen entsprechen den in DIN 1053-100, Tab. A.2, bzw. DIN EN 1990, Tab. A.1.1, abgedruckten Typen (s.o.). Die außergewöhnliche Bemessungssituation und die Bemessungssituation bei Erdbeben werden nicht unterstützt. Für jeden Nachweis werden die maximalen und minimalen Bemessungsgrößen ermittelt und protokolliert.

Die Teilsicherheitsbeiwerte für ständige und veränderliche Einwirkungen sowie die Kombinationsbeiwerte für veränderliche Einwirkungskombinationen werden ebenfalls protokolliert. Nach DIN 1055-100 bzw. DIN EN 1990 sind die Beiwerte wie folgt festgelegt

- für ständige Einwirkungen $\gamma_{G,max} = 1.35$ und $\gamma_{G,min} = 1$
- für veränderliche Einwirkungen $\gamma_{Q,max} = 1.5$ und $\gamma_{Q,min} = 0$; Kombinationsbeiwerte s. 1055-100, Tab. A.2, bzw. DIN EN 1990, Tab. A.1.1

Zur Kontrolle kann die Schnittgrößenextremierung protokolliert werden (s. Einstellungen zur Druckliste Abs. 4.7, S. 47).

4.6

Nachweisparameter



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Nachweisparameter aktiviert. Das Angebot an Nachweisen richtet sich nach der gewählten Vorschrift.

Nach DIN 1053-100 können im Programm *Wand* folgende Nachweise geführt werden

- Nachweis (DIN 1053-100)**
- ☒ bei zentrischer und exzentrischer Druckbeanspruchung
 - ☐ einer ungewollten Horizontallast
 - ☒ der Knicksicherheit
 - ☐ der Teilflächenpressung
 - ☐ bei Schubbeanspruchung
 - ☐ der Mindestauflast für windbeanspruchte Außenwände
 - ☐ der planmäßigen Exzentrizitäten (GZG)

Zur Info sind die Nachweise gekennzeichnet, die nach der derzeit gültigen Norm (EC 6) nicht berechnet werden.

Nach EC 6 können folgende Nachweise geführt werden

- Nachweis (EC 6)**
- ☒ bei zentrischer und exzentrischer Druckbeanspruchung
 - ☒ der Knicksicherheit
 - ☐ der Teilflächenpressung
 - ☐ bei Schubbeanspruchung
 - ☐ der Mindestauflast für windbeanspruchte Außenwände
 - ☐ der planmäßigen Exzentrizitäten (GZG)

nur NA-DE

Hier sind zur Info die Nachweise gekennzeichnet, die nur bei deutschem nationalen Anhang berechnet werden.

Beschreibung der Nachweise sowie der ggf. erforderlichen Parameter s. Abs. 9, S. 59.

Besonderheiten

- die Wand kann an Kopf und Fuß sowie an einer oder beiden Seiten durch Aussteifungswände gehalten sein. Dies kann bei der Ermittlung der Knicklänge nach DIN 1053-100, 9.7.2, bzw. EC 6, 5.5.1.2, berücksichtigt werden.
- der Nachweis der Knicksicherheit wird bei gelagerten Wänden in halber Wandhöhe, bei freistehenden Wänden am Wandfuß geführt. Knicklänge, Kriechzahl und Grenزشlankheit können bei Bedarf vorgegeben werden.
- der Nachweis der Teilflächenpressung ist nur erforderlich, wenn Einzellasten über Unterzüge oder Träger eingeleitet werden. Der Erhöhungsfaktor kann entweder vom Programm berechnet oder vom Anwender bestimmt werden.

Die Auflagerpressung wird für eine mittig eingeleitete Lagerkraft nachgewiesen, wobei die Breite der Belastungsfläche der Breite des Unterzugs bzw. des Trägers und die Länge der

Teilfläche der Wanddicke (ggf. reduziert um die doppelte Ausmitte in Wandquerrichtung) entspricht.

- der für den Schubnachweis zu ermittelnde Schubtragfähigkeitsbeiwert darf für eine Wandscheibe unter Windbelastung erhöht werden. Wenn eine Windlast generiert ist, wird von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht.

Der Faktor für die Schubspannungsverteilung wird in Abhängigkeit von Wandhöhe und Wandlänge vom Programm ermittelt. Eine Anfangsscherfestigkeit wird grundsätzlich vorausgesetzt.

Die Berechnung der Bemessungsschnittgrößen kann beeinflusst werden.

Schnittgrößenermittlung

☐ Vereinfachte Berechnung der Knotenmomente (5%-Regel) nicht EC 6

☒ Genauere Berechnung der Knotenmomente aus Deckenbelastung

☒ Ständige Last stets belastend wirkend ($\gamma_{G,inf} = \gamma_{G,sup}$) nur DIN+EC, NA-DE

☒ Halbe Nutzlast wie ständige Last ansetzen nur DIN+EC, NA-DE

☐ Deckenauflagerung zentrieren (keine Knotenmomente)

☒ Kein vertikaler Lastabtrag (keine Lagerkräfte)

☐ Gelenkige Deckenlagerung außen

☐ Veränderliche Last stets belastend wirkend ($\gamma_Q > 0$) nur DIN+EC, NA-DE

Umlagerung der Windlasten senkrecht auf die oben und unten gelagerte Wand

☒ standard (oben und unten gelenkig gelagert)

☐ oben % unten % eingespannt

☐ Außenwand: Dämmstreifen wandinnenseitig nicht DIN

☐ Wandfuß exzentrisch lagern

☐ Wandkopflasten: Exzentrische Lasten wirken auch am Wandfuß

☐ Knotenmomente nicht reduzieren

Berechnung ☒ senkrecht ☒ parallel zur Wandebene

- die Berechnung des Wand-Decken-Knotens gelagerter Wände darf an einem Ersatzsystem erfolgen. Beschreibung der in diesem Programm umgesetzten Verfahren s. Abs. 4, S. 34.
- bei der Berechnung des Wand-Decken-Knotens dürfen n. DIN 1053-100, 9.2.2, bzw. EC 6, NA-DE, 2.4.2(1), die ständigen Lasten in allen Deckenfeldern und allen Geschossen mit einem einheitlichen Teilsicherheitsbeiwert (z.B. $\gamma_G = 1.35$) multipliziert werden
- außerdem darf bei der Berechnung des Wand-Decken-Knotens nach DIN 1053-100, 9.2.2, bzw. EC 6, NA-DE, 2.4.2(1), die halbe Nutzlast mit dem Sicherheitsbeiwert für ständige Lasten beaufschlagt werden, während die andere Hälfte als veränderliche Last beibehalten wird. Der Kombinationsbeiwert ψ wird auch bei dem ständigen Anteil der veränderlichen Last beibehalten.
- wird die Deckenauflagerung zentriert, ergeben sich bei der Berechnung des Wand-Decken-Knotens keine Kopf- bzw. Fußmomente. Die Auflagerkräfte werden als zentrische Lasten in die Wand eingeleitet.
- analog dazu kann am oberen Wand-Decken-Knoten auf die Berechnung der Auflagerkräfte aus den Deckenlasten verzichtet werden, wenn z.B. die resultierende Auflagerkraft als Kopflast eingegeben wird. Es werden dann nur die Knotenmomente angesetzt.
- in Gebäuden darf nach DIN 1053-100, Anhang A.4.2, bzw. EC 6, NA-DE, 2.4.2(NA.2), die Verkehrslast stets belastend angesetzt werden. Achtung wg. min N: Es entfällt die Betrachtung von $\gamma_{Q,i} = 0$!
- die Schnittgrößen aus senkrecht auf die oben und unten gelagerte Wand wirkenden Windlasten werden an einem Einfeldträger ermittelt. Der Einspanngrad der Trägerlager darf nach DIN 1053-100, 9.2.5, zwischen 0% (gelenkig) und 100% (voll eingespannt) variieren.
- bei Außenwänden kann die Auflagertiefe von Decken durch eine wandinnenseitige Dämmung reduziert sein
- der Wandfuß kann exzentrisch gelagert sein (nicht bei frei stehenden Wänden). Dieser Fall tritt auf, wenn übereinander stehende Wände unterschiedliche Dicken haben, die Außen- oder Innenseiten jedoch bündig sind.
- um auch am Wandfuß Momente zu berücksichtigen, kann ein prozentualer Anteil der eingegebenen exzentrischen Wandaufasten (Abs. 4.5, S. 40) gleichwirkend am Wandfuß angesetzt werden (nicht bei frei stehenden Wänden). Dies wird allerdings nur wirksam, wenn der Wandfuß nicht exzentrisch gelagert ist.
- auf der sicheren Seite liegend kann die Verminderung der Knotenmomente aus den aufliegenden Decken unterdrückt werden

- bei nur senkrecht oder nur parallel zur Fläche belasteten Wänden empfiehlt es sich, nur diese Richtung zu berechnen, u.A. um den Ergebnisausdruck zu reduzieren

4.7

Ausdrucksteuerung



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Ausdrucksteuerung aktiviert. Das Statikdokument kann sowohl in den Eingabedaten als auch den Ergebnisdaten reduziert werden.

Eingabedaten

Das Protokoll der Eingabedaten enthält fünf Blöcke, die bei Bedarf ausgegeben werden können; grafische Erläuterungen können dabei unterdrückt werden.

Der Ausdruck der Wandansicht in einem wählbaren Maßstab ermöglicht eine optische Kontrolle der Abmessungen. Wird der Maßstab mit Null angegeben, berechnet das Programm den größtmöglichen Maßstab.

- Abmessungen Abs. 4.1, S. 35, Allgemeine Wandbeschreibung im Hauptfenster
- Material Abs. 4.4, S. 39
- Belastung Abs. 4.5, S. 40, wobei die Ermittlung der Windlast mit dem Windlast-Modul in Kurzform oder ausführlich beschrieben werden kann.
- Nachweisparameter Abs. 4.6, S. 45
- Schnittgrößenermittlung Abs. 4.6, S. 45, Festlegung der Nachweisparameter

Eingabedaten

- ☒ grafische Erläuterungen
- ☒ Wandansicht im Maßstab 1 :
- ☒ Abmessungen
- ☒ Material
- ☒ Belastung
 - Windlastermittlung ☐ kein Protokoll ☒ in Kurzform ☐ ausführlich
- ☒ Nachweisparameter
- ☒ Schnittgrößenermittlung

Nachweisergebnisse

Die Nachweisergebnisse können mit oder ohne zusätzlichen Informationen (z.B. zur Erläuterung von Materialparametern, Tabelleninhalten) dargestellt werden.

Die Bemessungsergebnisse können entweder absolut (in kN, kNm) oder pro laufenden Meter angegeben werden.

Auch die Ausgabe der Bemessungsergebnisse kann blockweise reduziert werden.

Nachweisergebnisse

- ☒ einschl. Infos
- ☐ Bemessungsergebnisse bezogen auf 1 m Wandlänge
- ☒ Voraussetzungen
- ☒ extremale Bemessungsgrößen
- ☐ tabellarische Darstellung
- ☒ extremale Nachweisergebnisse
 - ☒ am Wandkopf
 - ☒ am Wandfuß
 - ☒ in Wandmitte
- ☒ Fazit
- ☐ Parameter des nationalen Anhangs
- ☒ Vorschriften
- ☐ Check: Schnittgrößentextremierung

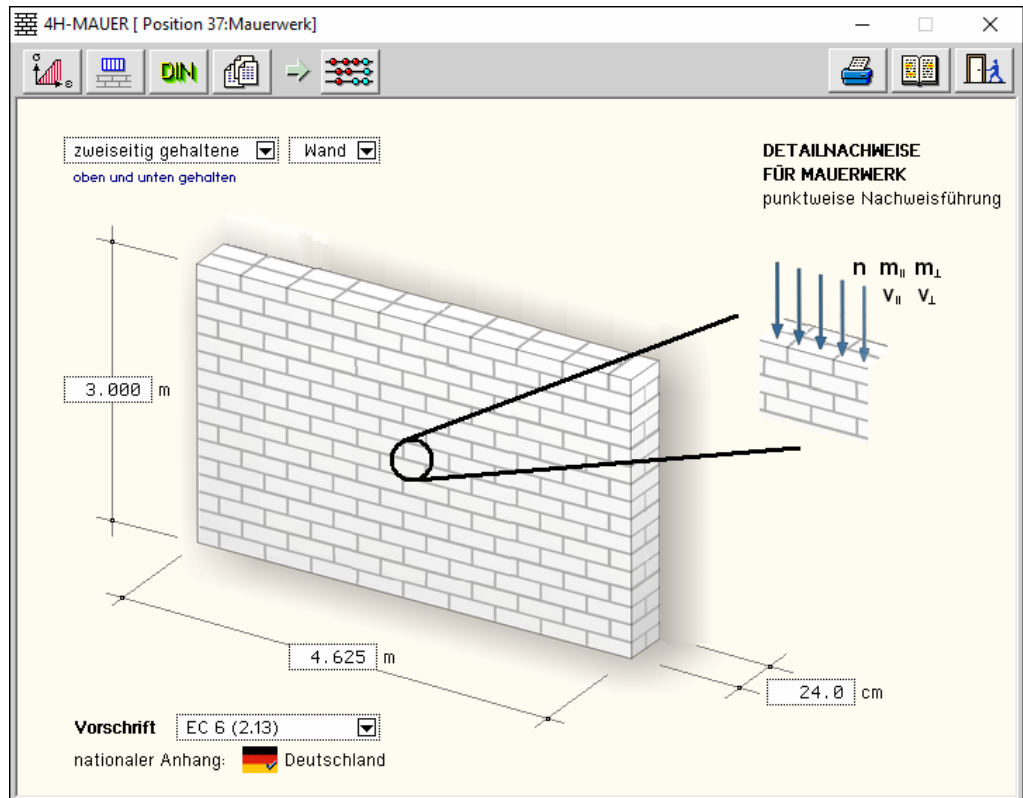
- Voraussetzungen Ausgabe der Bemessungsvoraussetzungen, z.B. der Materialparameter, Ermittlung der Knicklänge etc.
- extremale Bemessungsgrößen Zusammenstellung der extremalen Größen aus den verschiedenen Lastkategorien
- tabellarische Darstellung die Ergebnisse werden für alle extremalen Bemessungskombinationen in tabellarischer Form dargestellt (o = Wandkopf, u = Wandfuß, m = Wandmitte)
- extr. Nachweisergebnisse können aber auch nur für die maßgebende Bemessungsgröße am gewählten Nachweispunkt (Wandkopf, Wandfuß) ausgegeben werden.
- Fazit zusammenfassende Ausgabe der maximalen Ausnutzung, ggf. Hinweise zur konstruktiven Ausführung der Wand
- Parameter nationaler Anhang erfolgt die Bemessung nach Eurocode, werden die im Programm verwendeten Parameter des nationalen Anhangs protokolliert
- Vorschriften Literaturliste der maßgebenden Normen
- Check: Schn.-Extremierung zur Kontrolle kann die interne Schnittgrößentextremierung protokolliert werden

Bearbeitung Nachweistyp Mauerwerk



Ist der Nachweistyp *Mauerwerk* ausgewählt und enthält die Positions-Auswahlbox eine aktuelle Position, wird entweder durch einen Doppelklick mit der linken Maustaste auf die Position oder nach Auswahl der Position und Betätigen des **Hammer-Buttons** das Eigenschaftsblatt zur Bearbeitung des Nachweises aktiviert.

Das Eigenschaftsblatt enthält eine große Prinzipskizze mit den zur Bemessung erforderlichen Wandabmessungen und -aussteifungen. Es besteht die Möglichkeit, entweder eine ein- bis vierseitig gehaltene Wand oder einen ein- bzw. zweiseitig gelagerten Pfeiler (kurze Wand) nach DIN 1053-100 oder DIN EN 1996-1-1 (EC 6) nachzuweisen.



Im Kopf des Eigenschaftsblatts befindet sich eine Steuerbuttonleiste. Mit Hilfe der Steuerbutton werden folgende Aktionen eingeleitet



Festlegung der Materialdaten, s. Abs. 8.1, S. 56



... Belastung, s. Abs. 5.1, S. 49



... Nachweisparameter, s. Abs. 5.2, S. 51



Ausdrucksteuerung, s. Abs. 5.3, S. 51



Durchführung der Bemessung, s. Abs. 6, S. 52



Ausdruck des Nachweises



Online-Hilfe



Beenden der Bearbeitung



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Bemessungsgrößen aktiviert.

Das Programm *44-Mauer* (Detailnachweise) erwartet Schnittgrößen, die in der für jeden Nachweis erforderlichen Bemessungssituation extremiert wurden. Daher werden vier Registerblätter angeboten, in die die Lasten eingetragen werden müssen.

Im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) werden die Standsicherheitsnachweise (Schnittgrößeneingabe im ersten Registerblatt) geführt

- bei zentrischer und exzentrischer Druckbeanspruchung
- der Knicksicherheit
- bei Schubbeanspruchung
- der Grenzlast für Kellerwände

Bemessungsgrößen (n_{Ed} , m_{Ed} , V_{Ed}) können sowohl parallel als auch senkrecht zur Wandebene eingegeben werden.

Für den Nachweis der planmäßigen Exzentrizitäten im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) werden charakteristische Schnittgrößen (... der seltenen Einwirkungskombination) im zweiten Registerblatt erwartet. Diese Schnittgrößen (n_k , m_k) können ebenfalls sowohl parallel als auch senkrecht zur Wandebene eingegeben werden.

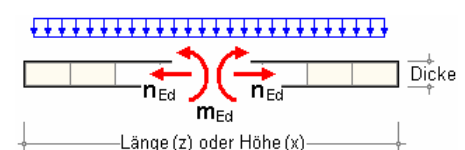
Ebenfalls im GZG, jedoch mit den Schnittgrößen der häufigen Einwirkungskombination, wird der Nachweis der zulässigen Randdehnungen geführt (3. Registerblatt).

Dieser Nachweis erfordert nur Bemessungsgrößen parallel zur Wandebene (n_{Ed} , m_{Ed}) und ist nur für Windscheiben vorgeschrieben.

Der Nachweis der Teilflächenpressung wird für eine im GZT extremierte Einzellast F_{s1d} (4. Registerblatt) geführt, die entweder auf einer Lagerplatte oder direkt auf dem Mauerwerk angreift.

Der Nachweis der Biegezugbeanspruchung wird ebenfalls im GZT geführt (4. Registerblatt).

Die Biegezugmomente wirken in Wandmitte und sind auf die Wandlänge ($m_{Ed,z}$ bei einer Bruchebene senkrecht zur Lagerfuge) bzw. Wandhöhe ($m_{Ed,x}$ bei einer Bruchebene parallel zur Lagerfuge) bezogen.



Achtung! Biegezugmomente, die zu einer Bruchebene parallel zur Lagerfuge führen, dürfen i.A. nicht in Rechnung gestellt werden.

Lediglich nach DIN 1053-100 ist zudem die Tragfähigkeit der Zugnormalkraft $n_{Ed,z}$ (Bruchebene

senkrecht zur Lagerfuge) nachzuweisen.

Nähere Erläuterungen zur Versagensart und Bedeutung der Bruchebenen sind der Beschreibung des entsprechenden Nachweises zu entnehmen (Abs. 9, S. 59).

Die Schnittgrößen in den Registerblättern 1 bis 3 können für eine Wand entweder auf deren Länge $n_{Ed} = N_{Ed}/l$ [kN/m] bzw. $m_{Ed} = M_{Ed}/l$ [kNm/m] bezogen oder wie für einen Pfeiler absolut mit N_{Ed} [kN] und M_{Ed} [kNm] eingegeben werden.

Bemessungsgrößen im Grenzzustand der Tragfähigkeit ☐ Eingabe in kN, kNm
Normalkräfte sind negativ einzugeben (Druckkräfte), alle Größen sind bezogen auf die Wandlänge parallel zur Wandebene (Scheibewirkung), senkrecht zur Wandebene (Plattenwirkung)

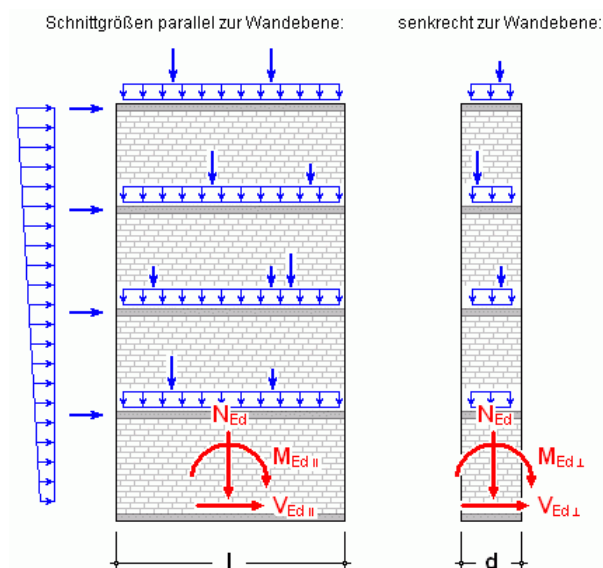
	n_{Ed} kN/m	m_{Ed} parallel zur Wandebene kNm/m	V_{Ed} parallel zur Wandebene kN/m	m_{Ed} senkrecht zur Wandebene kNm/m	V_{Ed} senkrecht zur Wandebene kN/m	Nachweis- stelle
	-60.55	0.00	0.00	-2.18	0.00	oben ▼
	-208.28	0.00	0.00	2.09	0.00	unten ▼
	-102.49	46.11	13.17	0.00	0.00	unten ▼
	-204.05	-0.05	0.00	0.00	0.00	mittig ▼

Die Schnittgrößen können bezüglich ihrer Lage auf der Wand bzw. auf dem Pfeiler ("oben" am Wand- bzw. Pfeilerkopf, "unten" am Wand- bzw. Pfeilerfuß oder "mittig") gekennzeichnet werden.

Werden im Eigenschaftsblatt zur Gestaltung des Statikdokuments (Abs. 5.3, S. 51) die Ergebnisse in den Einzelpunkten gewählt, bezieht sich die Ausgabe auf die gekennzeichneten Schnittgrößen.

Es besteht die Möglichkeit, Schnittgrößenkombinationen für jeden aktiven Nachweis zugänglich zu machen, indem ihnen keine Nachweisstelle zugewiesen wird.

Schnittgrößen, die in Wand- bzw. Pfeilermitte wirken, werden nur beim Knicksicherheitsnachweis berücksichtigt.



5.2

Festlegung der Nachweisparameter



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Nachweisparameter aktiviert.

Folgende Nachweise können im Programm **##-Mauer** (Detailnachweise) für einen ausgewählten Wand- oder Pfeilerpunkt geführt werden

Nachweis	
<input checked="" type="checkbox"/>	bei zentrischer und exzentrischer Druckbeanspruchung
<input type="checkbox"/>	einer ungewollten Horizontallast
<input checked="" type="checkbox"/>	der Knicksicherheit
<input checked="" type="checkbox"/>	der schiefen Biegung bei zweiachsiger Beanspruchung
<input type="checkbox"/>	der Teilflächenpressung
<input type="checkbox"/>	bei Zug- und Biegezugbeanspruchung
<input checked="" type="checkbox"/>	bei Schubbeanspruchung
<input type="checkbox"/>	der Grenzlast für Kellerwände
<input checked="" type="checkbox"/>	der planmäßigen Exzentrizitäten (GZG)
<input checked="" type="checkbox"/>	der zulässigen Randdehnungen (GZG)

nicht EC 6

nur DIN + EC 6, NA-DE

nur DIN + EC 6, NA-DE

Beschreibung der Nachweise sowie der ggf. erforderlichen Parameter s. Abs. 9, S. 59.

5.3

Ausdrucksteuerung



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Ausdrucksteuerung aktiviert.

Das Statikdokument kann in reduzierter oder sehr ausführlicher Form ausgegeben werden.

Alternativ können die Nachweise für die bezeichneten Lasten (Kopflasten, Fußlasten s. Abs. 5.1, S. 49) geführt werden.

Das Protokoll der Eingabedaten enthält vier Blöcke, die bei Bedarf ausgegeben werden können

- Wandabmessungen, s. Abs. 5, S. 48
- Materialangaben, s. Abs. 8, S. 56
- Nachweisparameter, s. Abs. 5.2, S. 51
- Bemessungsgrößen, s. Abs. 5.1, S. 49

Die Nachweisergebnisse können **standardmäßig** mit oder ohne zusätzliche Informationen (z.B. zur Beschreibung von Materialparametern, Tabelleninhalten) dargestellt werden.

Die Ausgabe erfolgt für die gewählten Nachweise i.A. in kompakter Tabellenform. Ist der Button **ausführlich** aktiviert, werden während des Rechenlaufs sämtliche Zwischenergebnisse einschl. ihres Rechenwegs protokolliert.

Die Ausgabe über **Einzelnachweispunkte** ermöglicht das Protokoll nur an einer der bezeichneten Stellen (Wandkopf, Wandfuß, Wandmitte).

Eingabedaten

- ☒ Wandabmessungen
- ☒ Materialangaben
- ☒ Nachweisparameter
- ☒ Bemessungsgrößen

Nachweisergebnisse

- ☒ standard
- ☐ ausführlich
- ☐ Einzelnachweispunkte
 - ☒ Kopf (oben)
 - ☒ Fuß (unten)
 - ☒ Mitte (mittig)
- ☒ mit Informationen
- ☐ Parameter des nationalen Anhangs
- ☒ Vorschriften

6 Allgemeine Steuerbuttons

6.1 Bemessung durchführen und Ergebnisse einsehen



Nach Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons wird die Berechnung durchgeführt und das Druckdokument im DTE[®]-Drucklisten-Viewer auf dem Bildschirm dargestellt.

Die Funktionen des DTE[®]-Viewers können dem Handbuch *DTE[®]-DeskTopEngineering* entnommen werden.

Zu den in den Drucklisten verwendeten Parametern s. Abs. 7, S. 53.

6.2 Ausdruck des Nachweises



Durch Anklicken des dargestellten Symbols wird der Ausdruck des Nachweises der aktuellen Position eingeleitet.

Der hier aktivierte Ausdruck versteht sich als Schnellabzug der aktuellen Position. Der Ausdruck sämtlicher Nachweise aller zum DTE[®]-Bauteil gehörenden Positionen kann aus dem DTE[®]-System heraus per Menü aktiviert werden. Hierbei werden automatische Seitennummerierungen sowie benutzerseitige Einstellungen (Schrifttypen, Seitenkopfeinstellungen etc.) berücksichtigt.

Zum DTE[®]-Druckmanager s. Handbuch *DTE[®]-DeskTopEngineering*.

6.3 Hilfestellungen



Durch Anklicken des dargestellten Symbols wird der Hilfemanager aktiviert, der Informationen zu dem aktuell bearbeiteten Nachweistyp gibt.

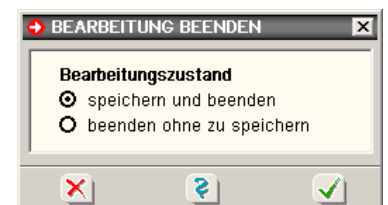
6.4 Bearbeitung beenden



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird die Bearbeitung der aktuellen Position beendet.

In dem nachfolgend auf dem Sichtgerät erscheinenden Eigenschaftsblatt kann entschieden werden, ob die aktuell bearbeiteten Daten der Position gespeichert oder ignoriert werden sollen.

Bei Speicherung der Daten wird die Druckliste automatisch aktualisiert.



7

Parametererläuterung

7.1

Parametererläuterung #-Kwand

Wandabmessungen

d Wanddicke h Wandhöhe h_c Anschütthöhe

Bodenkennwerte

φ Bodenreibungswinkel γ Bodenwichte γ' Wichte unter Wasser
 K_{gh} horizontaler Erddruckbeiwert K_{0h} horizontaler Erdruchdruckbeiwert

Erddruck

δ Wandreibungswinkel $K_{gh,min}$ Mindesterddruckbeiwert

Stahlbetonnachweise

r_i, r_a Stahlrandabstände $\max \mu$ maximaler Bewehrungsgrad
 d_{si}, d_{sa} Grenz- \emptyset der Längsbewehrung w_{ki}, w_{ka} rechn. Rissbreite

Materialdaten

f_{cd} Bemessungswert der Zylinderdruckfestigkeit
 ε_{c2} Dehnung beim Erreichen der Festigkeitsgrenze
 ε_{c2u} Bruchdehnung σ_c Betonspannung E_{cm} Elastizitätsmodul Beton
 f_{ctm} Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit
 f_{yd} Bemessungswert der Streckgrenze f_{td} Bemessungswert der Zugfestigkeit
 ε_{su} Stahlbruchdehnung E_s Elastizitätsmodul Stahl

Erddruck aus Boden

K_{gh} horizontaler Erddruckbeiwert aus Bodeneigenlast
 K_{ch} hor. Erddruckbeiwert aus Kohäsion e_h horizontale Erddruckordinate
 e_v vertikale Erddruckordinate e_{res} resultierende Erddruckordinate

Erddruck aus Auflast

K_{ph} horizontaler Erddruckbeiwert aus Auflast

Wasserdruck

$e_{h,w}$ Wasserdruckordinate

Biege- und Schubbemessung

A_{si}, A_{sa} Gesamtbewehrung A_{s0i}, A_{s0a} Grundbewehrung
 $\Delta A_{si}, \Delta A_{sa}$ Zulagebewehrung A_{sbi}, A_{sba} statisch erforderliche Bewehrung
 $\min A_{si}, \min A_{sa}$ Mindestbewehrung A_{sfi}, A_{sfa} Brandschutzbewehrung
 N_{Ed}, M_{Ed} maßgebende Bemessungsgrößen zur Ermittlung von A_{sb}
 ρ_s Bewehrungsgrad d statische Höhe x Druckzonendicke
 z innerer Hebelarm a_{sb} Gesamtquerkraftbewehrung
 a_{sbb} statisch erforderliche Querkraftbewehrung $\min a_{sb}$ Mindestquerkraftbewehrung
 V_{Ed} Bemessungsquerkraft Θ Druckstrebenwinkel
 V_{Rdct} aufnehmbare Querkraft ohne Querkraftbewehrung
 V_{Rdmx} maximal aufnehmbare Querkraft

Rissnachweis

A_{si}, A_{sa} Gesamtbewehrung A_{s0i}, A_{s0a} Anfangsbewehrung
 $\Delta A_{si}, \Delta A_{sa}$ Bewehrungserhöhung
 $steA_{si}, steA_{sa}$ Rissbewehrung aus Lastbeanspruchung
 w_{ki}, w_{ka} Rissbreite σ_{si}, σ_{sa} Rissspannung
 d_{si}, d_{sa} mind. erf. Stabdurchmesser

Spannungsnachweis

σ_{si} , σ_{sa} Stahlspannung σ_c Betonspannung

Mauerwerksnachweise

U Druckausnutzungsgrad N_{Ed} , M_{Ed} , V_{Ed} maßgebende Bemessungsgrößen
 N_{Rd} Normalkraftwiderstand φ Abminderungsfaktor zur Ermittlung von N_{Rd}
 U_s Schubausnutzungsgrad f_{vk} charakteristische Schubfestigkeit
 V_{Rd} Querkraftwiderstand

7.2

Parametererläuterung #-Mwand

Abmessungen

l_w Wandlänge h_w Wandhöhe d_w Wanddicke
 h , h_o , h_u Geschosshöhen d_{wo} , d_{wu} Waddicken d_{po} , d_{pu} Dicke Massivdecken

Materialdaten

f_k Mauerwerksdruckfestigkeit E_M Elastizitätsmodul
 f_{bk} Steindruckfestigkeit f_{bz} Steinzugfestigkeit
 f_{vk0} abgeminderte Haftscherfestigkeit

Weitere Parameter s. Abs. 7.3.

7.3

Parametererläuterung #-Mauer

Voraussetzungen

SFK Steinfestigkeitsklasse MG Mörtelgruppe
 f_k charakteristische Druckfestigkeit von Mauerwerk mit Mörtel
 η Dauerstandeinfluss γ_M Materialsicherheitsbeiwert
 f_d Bemessungsdruckfestigkeit E_M Elastizitätsmodul
 f_{bk} charakteristische Steindruckfestigkeit f_{vk0} abgeminderte Haftscherfestigkeit
 f_{bz} Steinzugfestigkeit

Exzentrizitäten

N_k , M_k charakteristische Schnittgrößen e_k planmäßige Exzentrizität

Nachweis Druckbeanspruchung

N_{Ed} , M_{Ed} Bemessungsgrößen $e_{o,u}$ Exzentrizität
 $\Phi_{o,u}$ Abminderungsfaktor N_{Rd} aufnehmbare Normalkraft U Ausnutzung

Nachweis Knicksicherheit

N_{Ed} , M_{Ed} Bemessungsgrößen e_m Exzentrizität e_a ungewollte Ausmitte
 h_k Knicklänge e_{mk} Kriechausmitte Φ_m Abminderungsfaktor
 N_{Rd} aufnehmbare Normalkraft U Ausnutzung

Nachweis Schubbeanspruchung

N_{Ed} , M_{Ed} , V_{Ed} Bemessungsgrößen
 e Exzentrizität α_s Schubtragfähigkeitsbeiwert e_a ungewollte Ausmitte
 σ_{Dd} Bemessungswert der zugehörigen Druckspannung
 f_{vd} Bemessungswert der Schubfestigkeit
 V_{Rd} aufnehmbare Querkraft U Ausnutzung

Nachweis Teilflächenpressung

F_{1d} Bemessungslast σ_{1d} Bemessungswert der Druckspannung
 A_1 Fläche Lagerplatte α Vergrößerungsfaktor
 σ_{Rd} aufnehmbare Druckspannung U Ausnutzung

Nachweis Randdehnung

N_{Ed}, M_{Ed} Bemessungsgrößen

e Exzentrizität

σ_D Kantenpressung

ε_D rechnerische Randstauchung

ε_Z rechnerische Randdehnung

ε_R zulässige Randdehnung

8 Materialparameter für die Mauerwerksnachweise (Basics)

pcae-Programme unterstützen - je nach Ausbaustufe - folgende Bemessungsregeln (Normen)

- DIN 1053-100 - Mauerwerk - Berechnung auf der Grundlage des semiprobabilistischen Sicherheitskonzepts
- DIN EN 1996 (Eurocode 6) - Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten

Beide Normen beruhen auf dem Teilsicherheitskonzept und sind bis auf wenige Unterschiede identisch.

Im Folgenden werden die Materialparameter beschrieben, die von **pcae** verwendet werden. Je nach Programmausbaustufe wird jedoch ggf. nur eine Teilmenge der u.a. Materialparameter angeboten werden.

8.1 Mauerwerk

Eine Mauerwerkswand setzt sich aus Steinen und Mörtel zusammen. Da besonders die Festigkeit der Steine vom jeweiligen Standort der Herstellung abhängt, ist die Ermittlung der Materialparameter und damit auch die Bezeichnung des Werkstoffs in den nationalen Normen zu regeln. In **pcae**-Programmen wird daher bei einer Eurocode-Bemessung, die sich nicht auf Deutschland bezieht (nicht NA-DE), die freie Parametereingabe vorausgesetzt (s.u.).

Der Baustoff kann als *spezifiziertes* oder *typisiertes Mauerwerk* beschrieben werden. Ferner steht - besonders für die nicht-deutsche EC 6 Anwendung - die freie Parametervorgabe zur Verfügung.

8.1.1 spezifiziertes Mauerwerk

In Auswahlboxen werden die möglichen Mauersteintypen und Mörtelgruppen angeboten.

In Abhängigkeit der Mauersteinarten werden die gängigen Typen nach

- DIN 105 bzw. EN 771-1, Mauerziegel
- DIN 106 bzw. EN 771-2, Kalksandsteine
- DIN 18151/52 bzw. EN 771-3, Leichtbetonsteine
- DIN 18153 bzw. EN 771-3, Betonsteine
- DIN 4165/66 bzw. EN 771-4, Porenbetonsteine

(entnommen aus Gunkler/Budelmann: Mauerwerk kompakt) angeboten.

Es können auch Poroton-Planziegel ausgewählt werden, deren Rechenwerte allerdings über eine Einzelzulassung geregelt sind, die sich derzeit (8/2013) noch auf DIN 1053 (11'96) bezieht. Daher ist streng genommen eine Bemessung nach DIN 1053-100 bzw. EC 6 nicht zulässig. Die entsprechenden Parameter sind zusätzlich vorzugeben.

Die Steinfestigkeiten (Tab. 4 und 5)

- 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 28, 36, 48, 60

und die Mörtelgruppe

- I, II, IIa, III, IIIa, Dünnbettmörtel, Leichtmörtel LM 21, Leichtmörtel LM 36

können aus den Listen frei gewählt werden.



Es erfolgt keine Plausibilitätsüberprüfung der eingegebenen Werte.

8.1.2

typisiertes Mauerwerk

In Auswahlboxen werden die möglichen Mauerstein- und Mörtelgruppen angeboten.

typisiertes Mauerwerk		nur für deutsche Normen verfügbar	
Steinsorte	Kalksandstein		
Steinart	Vollstein		
Steinfestigkeitsklasse	20		
Mörtelgruppe	DM		
		<input checked="" type="checkbox"/>	Stoßfuge unvermörtelt

Nach DIN 1053-100, 9.6 (Tab. 3), bzw. EC 6, 3.1.1, können

- Mauerziegel, Kalksandsteine, Leichtbetonsteine, Betonsteine und Porenbetonsteine als (s. 9.9.5.2,b bzw. EC 6, NA-DE, NDP zu 3.6.2(3),b)
- Hohlblockstein, Hochlochstein (Steine mit Grifflöchern), Vollstein ausgewählt werden.

Steinfestigkeitsklasse und Mörtelgruppe analog Abs. 8.1.1, S. 56.

8.1.3

freie Parametereingabe

Die Eingabe eines *spezifizierten* oder *typisierten Mauerwerks* hat zur Folge, dass die folgenden Materialparameter vom Programm berechnet bzw. belegt werden. Der Anwender hat an dieser Stelle jedoch die Möglichkeit, davon abweichende Werte einzugeben, um ggf. nicht erfasste Mauerwerkstypen zu definieren. Bei Nachweisen nach EC 6 ohne deutschen Anhang (ohne NA-DE) ist die Vorgabe der folgenden Parameter obligatorisch.

freie Parameter		Eingabe für nicht-deutsche Normen erforderlich !	
Mauerwerksdruckfestigkeit	f_k	10,51	MN/m ²
Elastizitätsmodul	E_M	9980,8	MN/m ²
Steindruckfestigkeit	f_{bk}	25,00	MN/m ²
Steinzugfestigkeit	f_{bz}	0,80	MN/m ²
Haftscherfestigkeit	f_{vk0}	0,22	MN/m ²
		<input checked="" type="checkbox"/>	Stoßfuge unvermörtelt
Biegefestigkeit (Bruch parallel)	f_{xk1}	0,20	MN/m ² nicht NA-DE
Biegefestigkeit (Bruch senkrecht)	f_{xk2}	0,30	MN/m ² nicht NA-DE

Die Biegefestigkeit ist nur bei Wänden, die durch Horizontallasten auf Plattenbiegung beansprucht werden, relevant und wird bei deutschen Normen vom Programm berechnet.

8.2

Materialsicherheit

Im Grenzzustand der Tragfähigkeit ergibt sich die Bemessungsdruckfestigkeit des Mauerwerks n. DIN 1053-100, 9.9.1.1, bzw. EC 6, 2.4.1, zu

$$f_d = \eta \cdot f_k / \gamma_M \quad \text{mit} \quad \gamma_M = k_D \cdot \gamma_{M0}$$

η Abminderungsbeiwert zur Berücksichtigung von Langzeitauswirkungen etc.

Dazu werden n. DIN 1053-100, Tab. 1, neben den Materialparametern (s.o.) in Abhängigkeit der Bemessungssituation folgende Werte gesetzt

$$\gamma_{M0} = 1.5 \quad \text{und} \quad \eta = 0.85 \quad \text{normale Einwirkungen}$$

$$\gamma_{M0} = 1.3 \quad \text{und} \quad \eta = 1.0 \quad \text{außergewöhnliche Einwirkungen}$$

Zudem können die Beiwerte direkt angegeben werden.

γ_{M0}	1,50	Sicherheitsbeiwert (Grundwert)
η	0,850	Abminderungsbeiwert ($0.85 \leq \eta \leq 1.0$)
nur NA-DE		

Nach EC 6, 2.4.3, 2.4.4, werden die Sicherheitsbeiwerte im nationalen Anhang geregelt, der Abminderungsbeiwert ist nur bei deutschen Anhängen (NA-DE) relevant.

Im Mauerwerksbau wird der Materialsicherheitsbeiwert γ_M um einen Faktor $k_0 \geq 1.0$ erhöht, wenn ungeschwächte *kurze Wände* (s. Voraussetzungen Abs. 9.1, S. 59) bemessen werden sollen. Eine kurze Wand liegt vor, wenn die Querschnittsfläche der Wand $A < 0.1 \text{ m}^2$ ist.

Im Programm wird die Eingabe von k_0 nur berücksichtigt, wenn eine *kurze Wand* vorliegt.

k_0	<input type="text" value="0.00"/>	bei kurzen Wänden: $1.0 \leq k_0 \leq 1.25$
		wenn $k_0 = 0 \Rightarrow k_0$ nach Norm

Nach EC 6, 6.1.2.1(3), wird der Erhöhungsfaktor berechnet zu

$$k_0 = 1 / (0.7 + 3 \cdot A) \geq 1$$

Standardsicherheitsnachweise für Mauerwerk (Basics)

pcae-Programme unterstützen - je nach Ausbaustufe - folgende Bemessungsregeln (Normen)

- DIN 1053-100 - Mauerwerk - Berechnung auf der Grundlage des semiprobabilistischen Sicherheitskonzepts
- DIN EN 1996 (Eurocode 6) - Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten

Beide Normen beruhen auf dem Teilsicherheitskonzept und sind bis auf wenige Unterschiede identisch. Im Folgenden werden sämtliche Nachweise beschrieben, die von pcae unterstützt werden. Je nach Ausbaustufe des Programms kann jedoch ggf. nur eine Teilmenge der u.a. Nachweise angeboten werden.

9.1

Voraussetzungen

- wird nach DIN 1053-100 bemessen, sind die Grundlagen der DIN 1055-100 zu beachten. Eurocode 6 basiert auf den Eurocode-Normen DIN EN 1990 (Eurocode 0) und DIN EN 1991 (Eurocode 1).
- Wände mit Querschnittsflächen $A < 400 \text{ cm}^2$ (DIN 1053-100, 8.9.1.1) sind nicht tragend und daher unzulässig
- Wände mit Querschnittsflächen $A < 1000 \text{ cm}^2$ (DIN 1053-100, 5.3 bzw. EC 6, 6.1.2.1(3)) sind *kurze Wände*. Für sie muss mit erhöhter Sicherheit bemessen werden (s. Materialsicherheit).
- die Schlankheit einer i.W. vertikal beanspruchten Wand $\lambda = h_k/d$ darf nicht größer sein als $\lambda = 25$ (DIN 1053-100, 9.9.1.3) bzw. $\lambda = 27$ (EC 6, 5.5.1.4)
- dreiseitig (an einer Seite ausgesteift) gehaltene Wände dürfen eine Wandlänge von der 15-fachen Wanddicke nicht überschreiten (DIN 1053-100, 8.7.1, bzw. EC 6, 5.5.1.2(7))
- vierseitig (an beiden Seiten ausgesteift) gehaltene Wände dürfen eine Wandlänge von der 30-fachen Wanddicke nicht überschreiten (DIN 1053-100, 8.7.1, bzw. EC 6, 5.5.1.2(7))
- Pfeiler werden in beiden Richtungen gleichwertig auf Längskraft mit/ohne Biegung bemessen

9.2

Sicherheitskonzept

Es wird die Teilsicherheitsmethode angewandt, bei der die Einwirkungen nach der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens mit Sicherheitsbeiwerten behaftet werden (DIN 1055-100 bzw. EC 0 und EC 1).

Auf der Widerstandsseite wird die charakteristische Größe durch den maßgebenden Materialsicherheitsbeiwert γ_M geteilt (DIN 1053-100 bzw. EC 6), wodurch sich der entsprechende Bemessungswert ergibt.

Im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) sind sowohl die normale (ständige und veränderliche) als auch die außergewöhnliche Bemessungssituation (Katastrophe und Erdbeben) zu untersuchen.

Der Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) wird i.A. nur für die seltene und häufige Einwirkungskombination relevant.

9.3

Bemessung mit dem genaueren Verfahren (GZT)

Nach DIN 1053-100, 9.9, bzw. EC 6, 6, können - je nach Ausbaustufe des Programms - folgende Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit geführt werden

Nachweis	
<input checked="" type="checkbox"/> bei zentrischer und exzentrischer Druckbeanspruchung	
<input checked="" type="checkbox"/> einer ungewollten Horizontallast	nicht EC 6
<input checked="" type="checkbox"/> der Knicksicherheit	
<input type="checkbox"/> der schiefen Biegung bei zweiachsiger Beanspruchung	
<input type="checkbox"/> bei kombinierter Beanspruchung von Biegung und Knicken	nur NA-DE
<input type="checkbox"/> der Teilflächenpressung	
<input type="checkbox"/> bei Zug- und Biegezugbeanspruchung	
<input type="checkbox"/> bei Schubbeanspruchung	

Zusätzlich kann ein Nachweis speziell für Wände mit Erddruckbelastung oder für windbeanspruchte Wände geführt werden.

Nachweis

- ☐ der Grenzlaster für Kellerwände
- ☐ der Mindestauflast für windbeanspruchte Außenwände

9.4

Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG)

Nach DIN 1053-100 bzw. EC 6 sind u.U. folgende Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit zu führen

Nachweis

- ☒ der Grenzlaster für Kellerwände

9.5

Nachweis bei zentrischer und exzentrischer Druckbeanspruchung

Nach DIN 1053-100, 9.9.1, bzw. EC 6, 6.1.2, ist im Grenzzustand der Tragfähigkeit nachzuweisen

$$N_{Ed} \leq N_{Rd} \quad \dots \text{ mit } \dots$$

N_{Ed} Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft in kN
 DIN 1053-100: n. DIN 1055-100 oder Anhang A.4
 EC 6: n. EC 0 und EC 1

$N_{Rd} = \Phi \cdot A \cdot f_d$ Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft in kN

f_d Bemessungsdruckfestigkeit des Mauerwerks in N/mm²

A belastete Bruttoquerschnittsfläche in m²

Φ Abminderungsfaktor zur Berücksichtigung der Schlankheit und der Lastausmitte

- bei **vorwiegend biegebeanspruchten** Bauteilen (z.B. Wind-, Aussteifungsscheiben, Pfeiler) gilt

$$\Phi = \Phi_1 = 1 - 2 \cdot e / b \quad \dots \text{ mit } \dots$$

$$e = M_{Ed} / N_{Ed} \leq b / 3$$

b Wandlänge bei Scheibenbeanspruchung bzw. Wanddicke bei Plattenbeanspruchung



Scheibenbeanspruchung liegt vor, wenn die Wand parallel zur ihrer Fläche belastet wird. Plattenbeanspruchung entsteht bei senkrecht auf die Wand wirkender Belastung.

- **geschoss hohe Wände** sind am Wandkopf, Wandfuß und in halber Geschosshöhe (Wandmitte) nachzuweisen.

- Wandkopf, Wandfuß

Der Abminderungsfaktor beträgt am Wandkopf, Wandfuß

$$\Phi = \Phi_{o,u} = 1 - 2 \cdot e_{o,u} / d \quad \dots \text{ mit } \dots$$

$$e_{o,u} = M_{Ed,o,u} / N_{Ed,o,u} + e_{he,o,u} + e_{init} \geq 0.05 \cdot d \quad \dots \text{ mit } \dots$$

$e_{he,o,u}$ Ausmitte inf. horizontaler Lasten (z.B. Wind)

e_{init} ungewollte Ausmitte, n. DIN 1053-100 bzw. EC 6, NA-DE, $e_{init} = 0$, sonst $e_{init} = h_{ef} / 450$

- Wandmitte (gilt auch als Knicksicherheitsnachweis)

DIN 1053-100, 9.9.2 und EC 6, Anh. NA.G

$$\Phi = \Phi_m = 1.14 \cdot (1 - 2 \cdot e_m / d) - 0.024 \cdot h_k / d \leq 1 - 2 \cdot e_m / d \quad \dots \text{ mit } \dots$$

h_k Knicklänge

Exzentrizitäten $e_m = e_{m0} + e_{mk} \leq d / 3$, $e_{m0} = M_{Ed,m} / N_{Ed,m} + e_a$, $e_a = h_k / 450$

für $\lambda > \lambda_c$ $e_{mk} = 0.002 \cdot \varphi_\infty \cdot \lambda \cdot \sqrt{e_{m0} \cdot d}$, sonst $e_{mk} = 0$

φ_∞ Rechenwert der Endkriechzahl

$\lambda = h_k / d$ Schlankheit

λ_c Grenzschlankheit, DIN 1053-100: $\lambda_c = 10$, EC 6: $\lambda_c = 15$

EC 6, Anh. G

$$\Phi = \Phi_m = (1 - 2 \cdot e_{mk}/t) \cdot e^{\frac{-u^2}{2}} \quad \dots \text{mit } \dots e \dots \text{natürlicher Logarithmus}$$

$$e_{mk} = e_m + e_k \geq 0.05 \cdot d \quad \dots \text{mit } \dots$$

$$e_m = M_{Ed,m}/N_{Ed,m} + e_{he,m} + e_{init} \geq 0.05 \cdot d \quad \text{Ausmitte infolge der Lasten}$$

$$e_{init} = h_{ef}/450$$

$$e_k = 0.002 \cdot \varphi_{\infty} \cdot \lambda \cdot \sqrt{t \cdot e_m} \quad \text{Kriechausmitte, für } \lambda < \lambda_c \dots e_k = 0$$

φ_{∞} Endkriechzahl

$\lambda = h_{ef}/t_{ef}$ Schlankheit

$\lambda_c = 15$ Grenzschlankheit

h_{ef} Knicklänge

t_{ef} effektive Wanddicke, hier $t_{ef} = t$

$$u = \frac{\lambda - 0.063}{0.73 - 1.17 \cdot e_{mk}/t} \quad \dots \text{mit } \dots \lambda = h_{ef}/t_{ef} \cdot \sqrt{f_k/E}$$

zusätzliche Eingabeparameter

Knicksicherheitsnachweis			
<input type="radio"/>	Knicklänge h_k	<input type="text" value="0.000"/> $\cdot h_w$	Knicklänge ($h_k = 0 \Rightarrow h_k$ nach Norm)
<input type="radio"/>	Knickbeiwert β	<input type="text" value="0.000"/>	Knickbeiwert ($\beta = 0 \Rightarrow \beta$ nach Norm)
<input checked="" type="checkbox"/>	flächig aufgelagerte Massivdecke/Stahlbetondecke		
<input checked="" type="checkbox"/>	Kriechen	φ_{∞} <input type="text" value="0.000"/>	Endkriechzahl ($\varphi_{\infty} = 0 \Rightarrow \varphi_{\infty}$ nach Norm)
		λ_c <input type="text" value="15"/>	Grenzschlankheit (λ_c nach Norm)

Die Knicklänge kann entweder als ein Vielfaches der Wandhöhe bzw. als Knicklängenbeiwert $\beta = h_k/h_w$ beschrieben oder, bei Eingabe von 0, nach Norm vom Programm ermittelt werden.

Nach Norm ergibt sich für

- frei stehende Wände oder Pfeiler

$$h_k = 2 \cdot h_s \cdot \sqrt{\frac{1 + 2 \cdot N_{od}/N_{ud}}{3}}$$

N_{od}, N_{ud} Bemessungswerte der Längskraft am Wandkopf, Wandfuß und h_s lichte Wandhöhe

- zweiseitig (d.h. oben und unten) gehaltene Wände oder zweiseitig gelagerte Pfeiler

$$h_k = \beta \cdot h_s \quad \dots \text{mit i.A. } \beta = 1$$

Nach DIN 1053-100 darf bei flächig aufgelagerten Massivdecken der Knicklängenbeiwert β abgemindert werden, bei $e_{m0} \leq d/6$ auf $\beta = 0.75$ bzw. wenn $e_{m0} = d/3$ auf $\beta = 1.0$ (dazwischen linear interpolieren).

Die erforderliche Auflagertiefe a einer einseitig aufgelagerten Decke beträgt bei $d \geq 125$ mm: $a \geq 2/3 \cdot d$ bzw. bei $d < 125$ mm: $a \geq 85$ mm.

Nach EC 6 darf der Knicklängenbeiwert β bei flächig aufgelagerten Stahlbetondecken abgemindert werden, wenn die Lastausmitte am Wandkopf nicht größer als das 0.25-fache der Wanddicke ist.

Die Auflagertiefe a einer einseitig aufgelagerten Decke muss mindestens $2/3$ der Wanddicke betragen.

Bei Holzbalkendecken darf nicht abgemindert werden; die Auflagertiefe einer einseitig aufgelagerten Decke muss mindestens $2/3$ der Wanddicke ≥ 85 mm sein.

- dreiseitig gehaltene Wände (mit einem freien vertikalen Rand)

DIN 1053-100

$$h_k = \frac{1}{1 + \left(\frac{\beta \cdot h_s}{3 \cdot b'} \right)^2} \cdot \beta \cdot h_s \geq 0.3 \cdot h_s$$

b' Abstand des freien Randes von der Mitte der aussteifenden Wand
($b' \leq 15 \cdot d$, sonst zweiseitig gehalten)

β einer zweiseitig gehaltenen Wand

EC 6

$$h_k = \frac{1}{1 + \left(\frac{\beta \cdot h_s}{3 \cdot l} \right)^2} \cdot \beta \cdot h_s \quad \text{bei } h_s \leq 3.5 \cdot l$$

$$h_k = 1.5 \cdot l \geq 0.3 \cdot h_s \quad \text{bei } h_s > 3.5 \cdot l$$

β einer zweiseitig gehaltenen Wand

- vierseitig gehaltene Wände

DIN 1053-100

$$h_k = \frac{1}{1 + \left(\frac{\beta \cdot h_s}{b} \right)^2} \cdot \beta \cdot h_s \quad \text{bei } h_s \leq b$$

$$h_k = \frac{b}{2} \quad \text{bei } h_s > b$$

b Mittenabstand der aussteifenden Wände
($b \leq 30 \cdot d$, sonst zweiseitig gehalten)

β einer zweiseitig gehaltenen Wand

EC 6

$$h_k = \frac{1}{1 + \left(\frac{\beta \cdot h_s}{l} \right)^2} \cdot \beta \cdot h_s \quad \text{bei } h_s \leq 1.15 \cdot l$$

$$h_k = 0.5 \cdot l \quad \text{bei } h_s > 1.15 \cdot l$$

β einer zweiseitig gehaltenen Wand

I.A. müssen Wände nach DIN 1053-100, 9.9.1.3, bzw. EC 6, 6.1.2.2(2), mit Schlankheiten von λ_c oder größer den Einfluss des Kriechens berücksichtigen. Der Rechenwert der Endkriechzahl wird in Abhängigkeit der Mauersteinart DIN 1053-100, Tab. 3, bzw. nach EC 6, 3.7.4.(2), dem nationalen Anhang entnommen.

9.6

zweiachsige Beanspruchung

Bei zweiachsiger Beanspruchung kann ein Nachweis auf Doppelbiegung geführt werden. Hierzu wird der Abminderungsfaktor als Produkt aus parallelem und senkrechtem Anteil ermittelt.

$$\Phi = \Phi_{\parallel} \cdot \Phi_{\perp}$$

Der Nachweis der Doppelbiegung darf entfallen, wenn Biegung um die starke Achse nicht maßgebend wird, d.h. wenn gilt

$$\Phi_{\parallel} > \Phi_{\perp}$$

Der Nachweis wird nur von deutschen Normen (DIN 1053-100 bzw. EC 6, NA-DE) verlangt.

9.7

Nachweis einer ungewollten Horizontallast

Nach DIN 1053-100, 9.9.1.4, ist bei zweiseitig gehaltenen Wänden mit Wanddicken $d < 175$ mm und mit Schlankheiten $h_k/d > 12$ und mit Wandbreiten $b < 2$ m der Einfluss einer ungewollten horizontalen Einzellast $H = 0.5$ kN, die als außergewöhnliche Einwirkung in halber Geschosshöhe angreift, im Grenzzustand der Tragfähigkeit nachzuweisen.

Der Nachweis darf entfallen, wenn gilt

$$h_k/d \leq 20 - 1000 \cdot H / (A \cdot f_k)$$

Bei Kellerwänden und Pfeilern entfällt dieser Nachweis generell.

Beim Mauerwerk-Detailnachweis wird lediglich überprüft, ob ein entsprechender Nachweis zu führen ist.

Der Nachweis ist nur nach DIN 1053-100 zu führen.

9.8

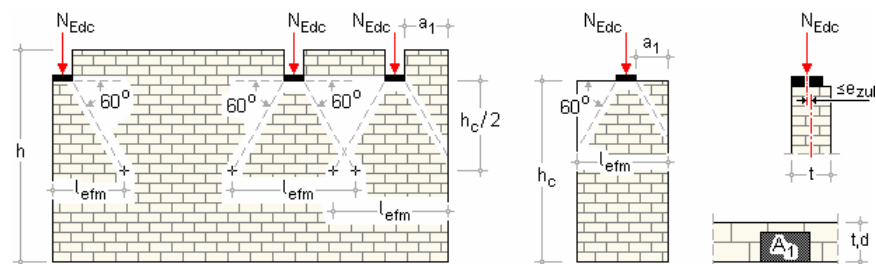
Nachweis der Teilflächenpressung

Teilflächenpressung			
a_1	0,060	m	Abstand Lagerplattenrand vom Wandende
l_1	190,0	mm	Länge der Lagerplatte
d_1	110,0	mm	Breite der Lagerplatte
e_1	4,00	cm	Ausmitte der Platte (senkr. z. Wandlängsachse)
<input type="checkbox"/> Giebelwand			Giebelwand mit einer Dachneigung < 60°
<input type="checkbox"/> Pressungsfaktor			nach Norm

Im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist nachzuweisen, dass eine Einzellast F_{1d} über ihre Lagerplatte (belastete Fläche)

$$A_1 = l_1 \cdot d_1$$

vom Mauerwerk aufgenommen werden kann.



Der Pressungsfaktor kann entweder vom Programm vorgegeben oder nach Norm berechnet werden.

- DIN 1053-100, 9.9.3

Teilflächenpressung

$$\sigma_{1d} = F_{1d} \cdot A_1 \leq \alpha \cdot \eta \cdot f_k / \gamma_M \quad \dots \text{mit i.A. } \alpha = 1.0$$

Wenn die Teilfläche $A_1 \leq 2 \cdot d^2$ und die Exzentrizität der Teilfläche $e_1 \leq d / 6$ ist, darf α erhöht werden auf

$$\alpha = 1 + 0.1 \cdot a_1 / l_1 \leq 1.5$$

a₁ Abstand der Teilfläche vom nächsten Rand der Wand in Längsrichtung

l_1 Länge der Teilfläche in Längsrichtung
in Wandquerrichtung ist stets $\alpha = 1.3$

▪ EC 6, 6.1.3

Teilflächenpressung

$$\sigma_{1d} = F_{1d} \cdot A_1 \leq \beta \cdot f_d \quad \dots \text{mit i.A. } \beta = 1.0$$

Wenn die Exzentrizität der Teilfläche $e_1 \leq d / 4$ ist, darf β erhöht werden auf

$$\beta = \left(1 + 0.3 \cdot \frac{a_1}{h_c} \right) \cdot \left(1.5 - 1.1 \cdot \frac{A_1}{A_{ef}} \right) \quad \dots \text{wobei } \dots 1 \leq \beta \leq \min \left(1.25 + \frac{a_1}{2 \cdot h_c}, 1.5 \right)$$

a_1 Abstand der Teilfläche vom nächstgelegenen Rand der Wand in Längsrichtung

h_c Höhe der Wand bis zur Ebene der Lasteintragung

A_{ef} wirksame Wandfläche, i.A. $A_{ef} = l_{efm} \cdot t$, t Wanddicke, $\frac{A_1}{A_{ef}} \leq 0.45$

l_{efm} Länge des Lastausbreitungsmaßes in halber Wand- oder Pfeilerhöhe ($h_c/2$) bei einem Ausbreitungswinkel von 60° . Eine Giebelwand mit einer geringeren Dachneigung kann bei der Berechnung von l_{efm} berücksichtigt werden

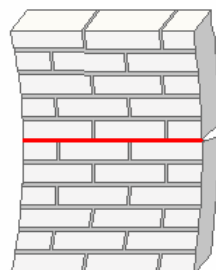
Nach NA-DE: Wenn die Teilfläche $A_1 \leq 2 \cdot t^2$ und die Exzentrizität der Teilfläche $e_1 \leq t / 6$ ist, darf β erhöht werden auf den Wert von α nach DIN 1053-100 (s.o.).

Ist keine Lagerplatte eingegeben ($A_1 = 0$), wird die Aufstandsfläche angenommen zu $A_1 = d^2$ ($e_1 = 0$, $a_1 = l_w / 2$).

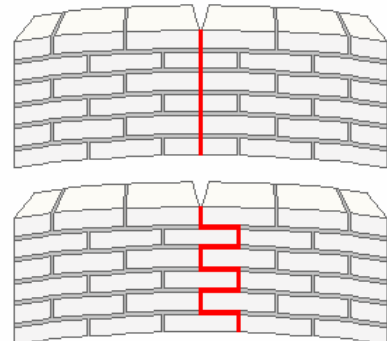
9.9

Nachweis der Biegezugbeanspruchung

Bei einer Beanspruchung senkrecht zur Wandfläche (z.B. aus Wind, Erddruck) entstehen im Mauerwerk je nach Lastabtrag Biegezugspannungen, die zu Bruchebenen senkrecht oder parallel zu den Lagerfugen führen können.



Bruchebene parallel zu den Lagerfugen, f_{xk1}



Bruchebene senkrecht zu den Lagerfugen, f_{xk2}

DIN EN 1996-1-1, Bild 3.1 – Bruchebenen bei Biegebeanspruchung von Mauerwerk

Nach DIN 1053-100, 9.9.4, bzw. EC 6, NA-DE, 3.6.3(3), dürfen Zugspannungen, die parallele Bruchebenen begünstigen, nicht auftreten. Die Biegezugbeanspruchungen bei Bruchebenen senkrecht zur Lagerfuge sind dagegen im Grenzzustand der Tragfähigkeit nachzuweisen.

Biegezugnachweis

σ_{St} / h_{St}

Verhältnis Überbindemaß zu Steinhöhe

- DIN 1053-100, 9.9.4 (Bruchebene senkrecht zur Lagerfuge)

$$n_{Ed} \leq n_{Rd} = d \cdot f_{x2} / \gamma_M \quad \dots \dots \text{Zugbeanspruchung}$$

$$m_{Ed} \leq m_{Rd} = d^2 \cdot f_{x2} / (6 \cdot \gamma_M) \quad \text{Biegebeanspruchung}$$

f_{x2} charakteristische Biegezugfestigkeit als Minimum aus

$$f_{x2} = (f_{vk0} + \mu \cdot \sigma_{Dd}) \cdot \bar{u} / h \quad \text{Fugenversagen}$$

$$f_{x2} = 0.5 \cdot f_{bz} \leq 0.7 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Steinversagen}$$

f_{vk0} abgeminderte Haftscherfestigkeit n. DIN 1053-100, Tab. 6, in N/mm²

$\mu = 0.6$ Reibungsbeiwert

σ_{Dd} Bemessungswert der zugehörigen Druckspannung in N/mm²

\bar{u} / h Verhältnis Überbindemaß zur Steinhöhe

f_{bz} Rechenwert der Steinzugfestigkeit n. DIN 1053-100, 9.9.5.2, in N/mm²

- EC 6, 6.3 (Bruchebene senkrecht oder parallel zur Lagerfuge)

$$m_{Ed} \leq m_{Rd} = f_{xd} \cdot Z \quad \dots \dots \text{Biegebeanspruchung n. EC 6, 6.3.1}$$

f_{xd} Bemessungswert der Biegefestigkeit der entsprechenden Biegerichtung in N/mm²

n. EC 6, 3.6.4, unter Beachtung des Orthotropiekoeffizienten $\mu = f_{xd1} / f_{xd2}$

Ist eine vertikale Last vorhanden, darf die Biegefestigkeit erhöht werden um $f_{xd,app} = f_{xd} + \sigma_d$

$$\sigma_d \leq 15 \cdot N_{Rd} / A \quad \dots \text{Bemessungswert der Druckspannung in Wandmitte in N/mm}^2$$

nach NA-DE $f_{xd} = f_x / \gamma_M$; $f_{xd} = f_{x2}$ wie DIN 1053-100 (s.o.)

Z elastisches Widerstandsmoment der Wand $\dots Z = t^2 / 6$ in m³/m

$$m_{Rd} = q_{lat,d} \cdot Z \quad \dots \dots \text{Bogentragwirkung n. EC 6, 6.3.2}$$

$$q_{lat,d} = f_d \cdot \left(\frac{t}{l_a} \right)^2 \quad \text{horizontale Bemessungsfestigkeit in N/mm}^2$$

l_a Länge oder Höhe der Wand zwischen den Auflagern, die Bogenschub aufnehmen können in m

Voraussetzung: Die Bemessungsspannung infolge Vertikallast ist nicht kleiner als 0.1 N/mm² und die Schlankheit in der betrachteten Richtung ist nicht größer als 20.

Bei Pfeilern wird dieser Nachweis nicht geführt.

9.10

Schubnachweis

Nach DIN 1053-100, 9.9.5, bzw. EC 6, 6.2, ist im Grenzzustand der Tragfähigkeit nachzuweisen

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

V_{Ed} Bemessungswert der Querkraft

V_{Rd} des Bauteilwiderstandes bei Querkraftbeanspruchung

Nach EC 6, 6.2(2), ohne deutschen Bezug wird der Bemessungswert der Schubtragfähigkeit errechnet aus

$$V_{Rd} = f_{vd} \cdot t \cdot l_c$$

$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_M$ Bemessungswert der Schubfestigkeit

f_{vk} charakteristische Schubfestigkeit als Minimum aus

$$f_{vk} = f_{vk0} + 0.4 \cdot \sigma_d \quad \dots \text{und} \quad f_{vk} = 0.065 \cdot f_b$$

bzw. bei unvermörtelten Stoßfugen

$$f_{vk} = 0.5 \cdot f_{vk0} + 0.4 \cdot \sigma_d \quad \dots \text{und} \quad f_{vk} = 0.045 \cdot f_b$$

σ_d Bemessungsspannung senkrecht zur Schubkraft im überdrückten Wandabschnitt

l_c Länge des überdrückten Teils

Nach DIN 1053-100 bzw. EC 6, NA-DE, ist hingegen je nach Kraftrichtung zu unterscheiden zwischen Scheibenschub infolge von Kräften parallel zur Wandrichtung und Plattenschub infolge von Kräften senkrecht dazu.

Pfeiler erhalten in beiden Bemessungsrichtungen Plattenschub.

Querschnittsbereiche, in denen die Fugen rechnerisch klaffen, dürfen nicht in Rechnung gestellt werden.

▪ Scheibenschub

$$V_{Rd} = \alpha_s \cdot f_{vd} \cdot d / c$$

$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_M$ Bemessungswert der Schubfestigkeit

f_{vk} charakteristische Schubfestigkeit als Minimum aus

$$f_{vk} = f_{vk0} + \bar{\mu} \cdot \sigma_{Dd} \quad \text{... und ...} \quad f_{vk} = 0.45 \cdot f_{bz} \cdot \sqrt{1 + \frac{\sigma_{Dd}}{f_{bz}}}$$

$\bar{\mu} = 0.4$... abgeminderter Reibungsbeiwert

σ_{Dd} ... Bemessungswert der Spannung im überdrückten Wandabschnitt

α_s Schubtragfähigkeitsbeiwert bzw. rechnerische Wandlänge l_{cal} (s. EC 6, NA-DE)

bei Windscheiben gilt $\alpha_s = \min(1.125 \cdot l; 1.333 \cdot l_c)$, ... sonst ... $\alpha_s = d_c$

l Wandlänge

$l_c = 1.5 \cdot (l - 2 \cdot e) \leq l$ Länge des überdrückten Wandabschnitts

$e = M_{Ed} / N_{Ed}$ Lastausmitte der zugehörigen Bemessungsgrößen

d Wanddicke

c Faktor zur Berücksichtigung der Schubspannungsverteilung über den Querschnitt.
für hohe Wände $h/l \geq 2$... $c = 1.5$... und ... $h/l \leq 1$... $c = 1.0$, dazwischen interpoliert.

h Wandhöhe

▪ Plattenschub

$$V_{Rd} = \alpha_s \cdot f_{vd} \cdot l / c$$

$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_M$ Bemessungswert der Schubfestigkeit

$f_{vk} = f_{vk0} + \mu \cdot \sigma_{Dd}$ charakteristische Schubfestigkeit, $\mu = 0.6$... Reibungsbeiwert

$\alpha_s = d_c$ Schubtragfähigkeitsbeiwert

$d_c = 1.5 \cdot (d - 2 \cdot e) \leq d_c$ Dicke des überdrückten Wandabschnitts

d Wanddicke

l Wandlänge, bei gleichzeitig wirkendem Scheibenschub gilt n. EC 6, NA-DE, 6.2(NA.15)

$l = l_{c,lin} = 3/2 \cdot (1 - 2 \cdot e_w / l) \cdot l \leq l$, e_w ... Exzentrizität in Wandlängsrichtung

$c = 1.5$ Faktor zur Berücksichtigung der Schubspannungsverteilung über den Querschnitt

Schubnachweis

☐ Haftscherfestigkeit f_{vk0} nicht ansetzen

☒ Windscheibe unter Windbelastung

☒ Elementmauerwerk

l_{st}	498	mm	Steinlänge
h_{st}	248	mm	Steinhöhe
\bar{u}_{st}	248	mm	Überbindemaß

Wird die Haftscherfestigkeit zur Berechnung der Schubfestigkeit herangezogen, ist n. EC 6, NA-DE, 3.6.2(3), der Nachweis der zulässigen Randdehnungen (GZG) zu führen.

Bei Windscheiben darf n. DIN 1053-100, 9.9.5.1, der Schubtragfähigkeitsbeiwert α_s bzw. n. EC 6, NA-DE, 6.2(NA.12), die rechnerische Wandlänge l_{cal} erhöht werden (s. Scheibenschub).

Bei Elementmauerwerk mit Dünnbettmörtel und $\bar{u}_{st}/h_{st} < 0.4$ ist n. EC 6, NA-DE, 6.2(NA.13), die Querkrafttragfähigkeit in Scheibenrichtung infolge Schubdruckversagen am Wandfuß nachzuweisen mit

$$V_{Ed} \leq V_{Rdlt} = (f_k \cdot t \cdot l_c - \gamma_M \cdot N_{Ed}) \cdot \frac{\bar{u}_{st}}{h_{st} \cdot \gamma_M \cdot c} ; \quad l = l_{c,lin} \quad (s.o.)$$

Des Weiteren ist bei Elementmauerwerk mit unvermörtelten Stoßfugen und $h_{st} > l_{st}$ n. EC 6, NA-DE, 6.2(NA.14), die Querkrafttragfähigkeit in Scheibenrichtung infolge Fugenversagens am Einzelstein in Wandmitte nachzuweisen mit

$$V_{Ed} \leq V_{Rdlt} = 2/3 \cdot \left(\frac{l_{st}}{h_{st}} + \frac{l_{st}}{h} \right) \cdot \frac{N_{Ed}}{\gamma_M}$$

9.11

Grenzlastnachweis für Kellerwände

Nach DIN 1053-100, Abs. 10, bzw. EC 6, 6.3.4, kann unter bestimmten Voraussetzungen ein vereinfachtes Verfahren zum Nachweis von Mauerwerkswänden unter Erddruckbelastung verwendet werden.

- DIN 1053-100, 10

Grenzlastnachweis			
h_A	1.400	m	Höhe der Anschüttung ($h_A = 0 \Rightarrow h_A = h_{A,max}$)
γ_A	19.0	kg/m³	Bodenwichte ($\gamma_A = 0 \Rightarrow$ Nachweis unterhalb der Kellerdecke)

Nach DIN 1053-100, Abs. 10, darf bei Kellerwänden der Nachweis auf Erddruck entfallen, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind.

- lichte Höhe der Kellerwand $h_W \leq 2.60$ m, Wanddicke $d \geq 240$ mm
- Kellerdecke wirkt als Scheibe und kann die aus dem Erddruck entstehenden Kräfte aufnehmen
- charakteristische Nutzlast auf der Geländeoberfläche $q_k \leq 5$ kN/m², Geländeoberfläche steigt nicht an, Anschütthöhe $h_A \geq h_W$

Sonder- und Erdbebenlasten werden nicht berücksichtigt.

Der Nachweis kann entweder in halber Höhe der Anschüttung oder unterhalb der Kellerdecke geführt werden.

Der jeweils maßgebende Bemessungswert der Wandnormalkraft muss innerhalb folgender Grenzen liegen

- halbe Anschütthöhe

$$N_{1,Ed,inf} \geq N_{1,lim,d} = \frac{\gamma_A \cdot h_W \cdot h_A^2}{20 \cdot d} \quad \dots \text{und} \quad \dots N_{1,Ed,sup} \leq N_{1,Rd} = 0.33 \cdot f_d \cdot d$$

γ_A Wichte der Anschüttung
 h_A Höhe der Anschüttung

- unterhalb der Kellerdecke

$$N_{0,Ed,inf} \geq N_{0,lim,d} \quad \text{n. Tab. 10 (s. DIN 1053-100)} \quad \text{und} \quad \dots N_{0,Ed,sup} \leq N_{1,Rd}$$

- DIN EC 6, 6.3.4, bzw. EC 6-3, 4.5

Grenzlastnachweis			
h_A	1.400	m	Höhe der Anschüttung ($h_A = 0 \Rightarrow h_A = h_{A,max}$)
γ_A	19.0	kg/m³	Bodenwichte
k_{gh}	0.39		Erddruckbeiwert nur NA-DE

Nach EC 6-3, 4.5, darf bei Kellerwänden, die durch horizontalen Erddruck beansprucht werden, ein vereinfachter Nachweis geführt werden, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind.

- lichte Höhe der Kellerwand $h \leq 2.60$ m, Wanddicke $t \geq 200$ mm
- Kellerdecke wirkt als aussteifende Scheibe und kann die aus dem Erddruck entstehenden Kräfte aufnehmen
- charakteristische Verkehrslast auf der Geländeoberfläche $q_k \leq 5$ kN/m², keine Einzellast ≥ 15 kN im Abstand ≤ 1.5 m zur Wand
- Geländeoberfläche steigt nicht an, Anschütthöhe $h_A \leq h$
- kein hydrostatischer Druck auf der Wand

Der Nachweis wird in halber Höhe der Anschüttung geführt.

Der jeweils maßgebende Bemessungswert der Wandnormalkraft muss innerhalb folgender Grenzen liegen.

$$N_{Ed,min} \geq \frac{\gamma_A \cdot b \cdot h \cdot h_A^2}{\beta \cdot t} \quad \dots \text{ und } \dots N_{Ed,max} \leq \frac{t \cdot b \cdot f_d}{3}$$

γ_A Wichte der Anschüttung
 h_A Höhe der Anschüttung
 β $\begin{cases} 20 & \text{für } b_c \geq 2 \cdot h \\ 60 - 20 \cdot b_c / h & \text{für } h < b_c < 2 \cdot h \\ 40 & \text{für } b_c \leq h \end{cases}$
 b_c Abstand zwischen aussteifenden Querwänden

EC 6, NA-DE, NCI zu 6.3.4

- lichte Höhe der Kellerwand $h \leq 2.60$ m, Wanddicke $t \geq 240$ mm
- Kellerdecke wirkt als aussteifende Scheibe und kann die aus dem Erddruck entstehenden Kräfte aufnehmen
- charakteristische Verkehrslast auf der Geländeoberfläche $q_k \leq 5$ kN/m²
- Geländeoberfläche steigt nicht an, Anschütthöhe $h_A \leq 1.15 \cdot h$

$$n_{1,d,inf} \geq n_{1,lim,d} = \frac{k_{gh} \cdot \gamma_A \cdot h_w \cdot h_A^2}{7.8 \cdot t} \quad \dots \text{ und } \dots n_{1,Ed,sup} \leq n_{1,Rd} = 0.33 \cdot f_d \cdot t$$

γ_A Wichte der Anschüttung
 h_A Höhe der Anschüttung

Bei Pfeilern wird dieser Nachweis nicht geführt.

9.12

Mindestauflast für windbeanspruchte Außenwände

Werden vereinfachte Bemessungsmethoden angewandt, darf für Wände, die als Endauflager für Decken dienen und durch Wind beansprucht werden, der Nachweis der Mindestauflast nach EC 6-3, 4.2.1.2, (NA.4) geführt werden.

Nachweis der Mindestauflast

$q_{w,Ed}$	2.00	kN/m ²
a	0.0	cm

Windeinwirkung

Deckenaufлагertiefe ($a = 0$: Mindestwert)

Dazu ist die folgende Gleichung auszuwerten

$$N_{Ed} \geq \frac{3 \cdot q_{Ewd} \cdot h^2 \cdot b}{16 \cdot (a - h/300)} \quad \dots \text{ mit } \dots$$

- h lichte Geschosshöhe
 q_{Ewd} Bemessungswert der Windlast je Flächeneinheit
 N_{Ed} Bemessungswert der kleinsten vertikalen Belastung in Wandhöhenmitte
 b Breite, über die die vertikale Belastung wirkt
 a Deckenaufлагertiefe

9.13

Nachweis der planmäßigen Exzentrizitäten (GZG)

Nachweis

- ☒ der planmäßigen Exzentrizitäten (GZG)
- ☒ der zulässigen Randdehnungen (GZG)

Nach DIN 1053-100, 5.4, bzw. EC 6, NA-DE, 7.2, dürfen klaffende Fugen infolge der planmäßigen Exzentrizitäten der einwirkenden Lasten höchstens bis zum Schwerpunkt des Gesamtquerschnitts entstehen.

Nach DIN 1053-100 ist die charakteristische Einwirkungskombination sowohl parallel als auch senkrecht zur Wandebene zu verwenden.

Nach EC 6 wird senkrecht zur Wandebene die seltene, in Wandlängsrichtung jedoch die häufige Einwirkungskombination angewandt.

$$e_{\perp k} = \frac{M_{\perp k}}{N_k} \leq d/3 \quad \text{senkrecht zur Wandfläche}$$

$$e_{\parallel k} = \frac{M_{\parallel k}}{N_k} \leq l/3 \quad \text{parallel zur Wandfläche}$$

Die charakteristische Lastkombination wird in der seltenen Einwirkungskombination gebildet.

Der Nachweis in Wandlängsrichtung ist nach EC 6 nur für Wände mit Abmessungen $l/h < 0.5$ am Wandfuß zu führen.

Der Nachweis wird nur von deutschen Normen (DIN 1053-100 bzw. EC 6, NA-DE) verlangt.

9.14

Nachweis der zulässigen Randdehnungen

Dehnungsnachweis

- ☒ für die seltene (charakteristische) Bemessungssituation
- ☐ für die häufige Bemessungssituation

nicht EC 6

Nach DIN 1053-100, 9.9.1.2, bzw. EC 6, NA-DE, 7.2, ist bei Windscheiben mit einer Ausmitte $e > l/6$ der Nachweis der zulässigen Randdehnungen für die seltene (charakteristische) Bemessungssituation zu führen.

Nach EC 6 ist der Nachweis jedoch nur erforderlich, wenn die Haftscherfestigkeit beim Schubnachweis in Scheibenrichtung in Ansatz gebracht wird.

Die rechnerische Randdehnung aus der Scheibenbeanspruchung auf der Seite der Klaffung darf den Wert $\varepsilon_R = 10^{-4}$ nicht überschreiten. Der E-Modul wird dabei zu $E_M = 1000 \cdot f_k$ angenommen.

Wenn auf den Ansatz der Haftscherfestigkeit f_{vk0} bei der Ermittlung der Schubfestigkeit verzichtet wird, kann nach DIN 1053-100 der Nachweis für die häufige Einwirkungskombination geführt werden.

Bei Pfeilern wird der Nachweis nicht geführt.

Der Nachweis wird nur von deutschen Normen (DIN 1053-100 bzw. EC 6, NA-DE) verlangt.

Nationale Anhänge zu den Eurocodes

Die Eurocode-Normen gelten nur in Verbindung mit ihren nationalen Anhängen in dem jeweiligen Land, in dem das Bauwerk erstellt werden soll.

Für ausgewählte Parameter können abweichend von den Eurocode-Empfehlungen (im Eurocode-Dokument mit 'ANMERKUNG' gekennzeichnet) landeseigene Werte bzw. Vorgehensweisen angegeben werden.

In **pcae**-Programmen können die veränderbaren Parameter in einem separaten Eigenschaftsblatt eingesehen und ggf. modifiziert werden.

Dieses Eigenschaftsblatt dient dazu, dem nach Eurocode zu bemessenden Bauteil ein nationales Anwendungsdokument (NA) zuzuordnen.

NAe enthalten die Parameter der nationalen Anhänge der verschiedenen Eurocodes (EC 0, EC 1, EC 2 ...) und ermöglichen den **pcae**-Programmen das Führen normengerechter Nachweise, obwohl sie von Land zu Land unterschiedlich gehandhabt werden.



Die EC-Standardparameter (Empfehlungen ohne nationalen Bezug) wie auch die Parameter des deutschen nationalen Anhangs (NA-DE) sind grundsätzlich Teil der **pcae**-Software.

Darüber hinaus stellt **pcae** ein Werkzeug zur Verfügung, mit dem weitere NAe aus Kopien der bestehenden NAe erstellt werden können. Dieses Werkzeug, das über ein eigenes Hilfedokument verfügt, wird normalerweise aus der Schublade des DTE®-Schreibtisches heraus aufgerufen (Beschreibung s. Handbuch *DTE®-DeskTopEngineering*). Einen direkten Zugang zu diesem Werkzeug liefert die kleine Schaltfläche hinter dem **Schraubenziehersymbol**.

- /1/ Müller-Breslau, H.: Erddruck auf Stützmauern, Stuttgart, Verlag Kröner 1906
- /2/ Caquot, A. und Kerisel, J.: Tables for the calculation of passive pressure, active pressure and bearing capacity of foundations, Paris, Gauthier-Villars 1948
- /3/ Sokolovsky, V.V.: Statics of granular media, Oxford, Pergamon Press 1965
- /4/ Pregel, O.: Bemessung von Stützbauwerken. Handbuch der Geotechnik, Band 16, Eigenverlag des Instituts für Geotechnik, Universität für Bodenkultur Wien, Wien 2002
- /5/ E DIN 4085, Baugrund - Berechnung des Erddrucks, Dezember 2002
- /6/ DIN 1054, Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, Januar 2003
- /7/ DIN 1053-100 Mauerwerk - Berechnung auf Grundlage des semiprobabilistischen Sicherheitskonzepts, Ausgabe Sept. 2007
- /8/ DIN 1055-100 Einwirkungen auf Tragwerke - Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln, Ausgabe März 2001
- /9/ Jäger, W. & Marzahn, G.: Mauerwerk - Bemessung nach DIN 1053-100, Verlag Ernst & Sohn, Berlin 2010
- /10/ Gunkler, E. & Budelmann, H.: Mauerwerk kompakt, Werner Verlag - Wolters Kluwer Deutschland GmbH, Köln 2008
- /11/ Schneider, K.-J., Sahner, G., & Rast, R.: Mauerwerksbau aktuell - Praxishandbuch 2008, Bauwerk Verlag GmbH, Berlin 2008
- /12/ Schubert, P., Schneider, K.-J. & Schoch, T.: Mauerwerksbau - Praxis, 2. Auflage, Bauwerk Verlag GmbH, Berlin 2009
- /13/ Mauerwerk Kalender, Verlag Ernst und Sohn, Berlin 2005
- /14/ DIN EN 1990, Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2010
- /15/ DIN EN 1990/NA, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2010
- /16/ DIN EN 1991-1-1, Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau; Deutsche Fassung EN 1991-1-1:2002 + AC:2009, Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2010
- /17/ DIN EN 1991-1-1/NA, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau; Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2010
- /18/ DIN EN 1996-1-1, Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten - Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk; Deutsche Fassung EN 1996-1-1:2005 + A1:2012, Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Februar 2013
- /19/ DIN EN 1996-1-1/NA, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten - Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk; Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2019
- /20/ DIN EN 1996-3, Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten - Teil 3: Vereinfachte Berechnungsmethoden für unbewehrte Mauerwerksbauten; Deutsche Fassung EN 1996-3:2006 + AC:2009, Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2010
- /21/ DIN EN 1996-3/NA, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten - Teil 3: Vereinfachte Berechnungsmethoden für unbewehrte Mauerwerksbauten; Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2019
- /22/ Jäger, W. & Marzahn, G.: Mauerwerk - Bemessung nach DIN 1053-100, Verlag Ernst & Sohn, Berlin 2010
- /23/ Gunkler, E. & Budelmann, H.: Mauerwerk kompakt, Werner Verlag - Wolters Kluwer Deutschland GmbH, Köln 2019

- /24/ Graubner, C.-A., Rast, R., Schneider, K.-J.: Mauerwerksbau aktuell 2015 - Praxishandbuch für Architekten und Ingenieure, Bauwerk Verlag GmbH, Berlin 2015
- /25/ Schubert, P., Schneider, K.-J. & Schoch, T.: Mauerwerksbau - Praxis nach Eurocode, 3. Auflage, Bauwerk Verlag GmbH, Berlin 2014
- /26/ Mauerwerk Kalender, Verlag Ernst und Sohn, Berlin
- /27/ Mauerwerk, Zeitschrift für Technik und Architektur, Heft 2, April 2012, Verlag Wilhelm Ernst und Sohn
- /28/ Mauerwerk, Zeitschrift für Technik und Architektur, Heft 2, April 2013, Verlag Wilhelm Ernst und Sohn

12 Index

Abkürzungen 4	Installation 7
Anhang nationaler 70	Knicklänge 21, 61
Auflagerkraft 38	Knotenmoment 35
Ausdruck 52	Kontextsensitivität 8
Ausdrucksteuerung 47, 51	Lastbild 4
Ausgabeumfang 32	Lastfall 4
Bauteil erzeugen 9	Lastkollektiv 4
Belastung 14, 49	Lastpolster 43
Bemessungsergebnisse 23, 27	Linienlast 15
Bemessungsschnittgrößen 35	Materialparameter 39, 56
Berme 14	Materialsicherheit 57
Biegebemessung 22, 26	Mauersteintyp 56
Biegezugbeanspruchung 64	Mauerwerk 48
blank 4	Mauerwerksnachweise 30, 56
Bodenkennwerte 13	Mauerwerkswand 34
Bodenparameter 19	Mindesterddruckbeiwert 16
Bodenschicht 13	Mörtelgruppe 56
Brandschutz 27	Nachweisergebnisse 25, 29
Buttons 4	Nachweisparameter 45, 51
Cursor 4	Normen 56
Deckenlasten 40	Ordner 9
DIN 1045-1 26	Parametererläuterung 53, 54
Doppelbiegung 62	Plattenschub 66
Druckbeanspruchung 60	Randdehnung zulässige 69
Druckstrebenwinkel 27	Ringanker 12
DTE [®] -Viewer 52	Rissnachweis 24, 28
Einspanngrad 11, 15	Scheibenschub 66
Einwirkung 4	Schreibtisch 8
e-Mail 8	Schreibtischauswahl 7
Erddruck aktiver 17	Schubbemessung 22, 26
Erddruck passiver 18	Schubnachweis 65
Erddruckberechnung 16	Sicherheitsbeiwert 59
Erddruckumlagerung 16, 19	Sicherheitskonzept 59
Erdruhedruck 18	Sicherheitsniveau 39
Eurocode 2 22	Spannungsnachweis 24, 29
Extremalbildung 44	Stand sicherheitsnachweis 49, 59
Extremalbildungsvorschrift 4	Startsymbol 7
Exzentrizität planmäßige 69	Steuerbutton 8
Federsteifigkeit 15	Teilflächenpressung 63
Fensteröffnung 41	Tragfähigkeit 59
Flächenlast 14	Verdichtungserddruck 16
Gebrauchstauglichkeit 60	Viewer 52
Grenzlastnachweis 67	Wandauflasten 41
Grundwasser 13	Wandreibungswinkel 16
Horizontallast ungewollte 63	Windlasten 41