

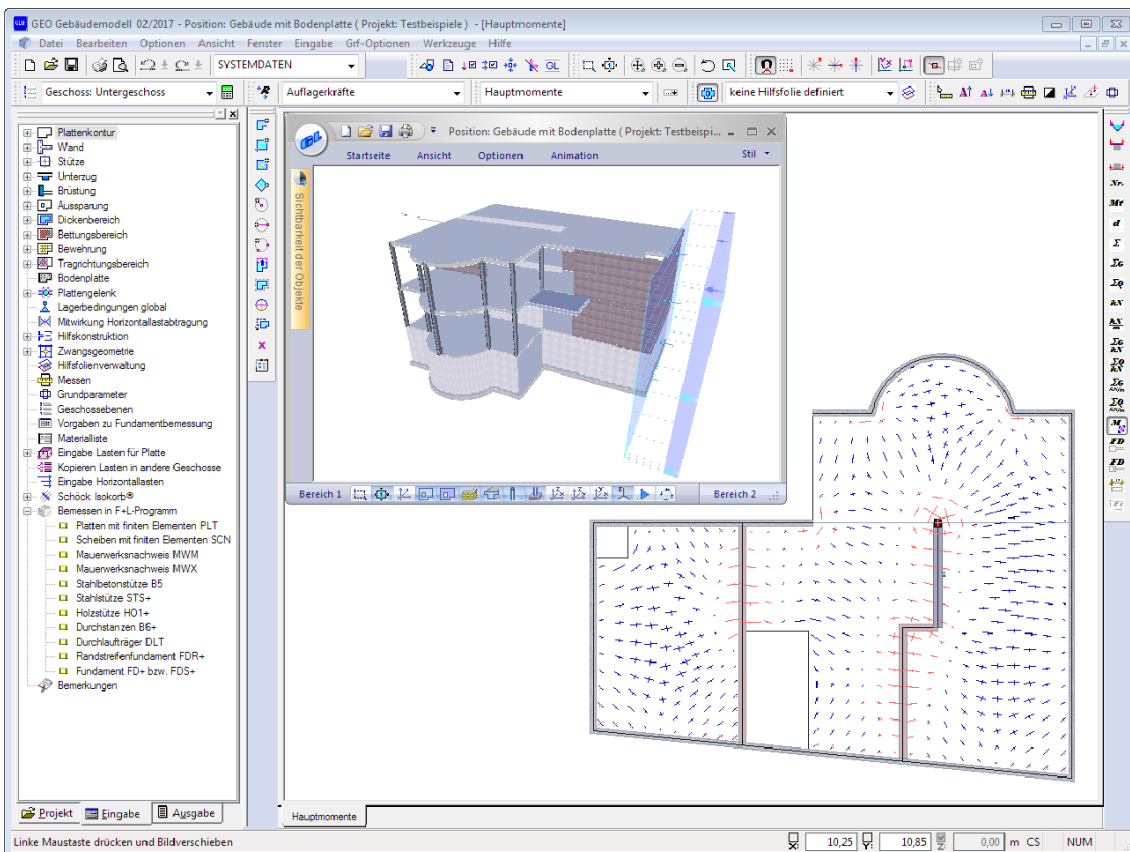
GEO – Das Frilo Gebäudemodell

FRILO Software GmbH

www.friilo.eu

info@friilo.eu

Stand 21.08.2018



GEO – Das Frilo Gebäudemodell

Videos: *Hilfreiche Videoclips/Tutorials zum Programm finden Sie auf unserer Homepage www.frilo.eu.*

Inhaltsverzeichnis

Anwendungsmöglichkeiten	3
Berechnungsgrundlagen	4
Eingabe	5
Geschosse	6
Geschossebenen	6
Geschosse auswählen / kopieren	7
Lasten in andere Geschosse kopieren	7
Fundamentbemessung - Vorgaben	8
Horizontallasten	9
Windlastparameter	11
Erdbeben	12
Mitwirkung an Horizontallastabtragung	15
Lastberechnung	15
Ausgabe	16
Ausgabeprofil	17
Bemessen in F+L-Programm	18
Mehrteilige Stütze	19
Zusätzliche Menüpunkte in GEO	20
Bearbeiten	20
Optionen	20
Grf-Optionen	20
Werkzeuge	20
Symbole – Funktionen – Ergebnisse	21
Ergebnisgrafiken	22
Grafische Eingabe	23
Schöck Isokorb	23

Weitere Infos und Beschreibungen finden Sie in den relevanten Dokumentationen:

Grafische Eingabe.pdf	Grafische Eingabe für die Programme GEO, PLT, SCN, WL
Bedienungsgrundlagen.pdf	Allgemeine Bedienung der Programm-Oberfläche
FCC.pdf	Frilo.Control.Center - das komfortable Verwaltungsmodul für Projekte und Positionen
FDD.pdf	Frilo.Document.Designer - Dokumentenverwaltung auf PDF-Basis
FSO Frilo.Software	Installation, Konfiguration, Netzwerk, Datenbank
Menüpunkte.pdf	
Ausgabe und Drucken FDC	
Import und Export.pdf	

Anwendungsmöglichkeiten

Bauwerke des üblichen Hochbaus in Massivbauweise werden als Gesamttragwerk erfasst. Für die Eingabe wird das Modul [Grafische Eingabe](#), wie Sie es vom Plattenprogrammen PLT her kennen, verwendet. Weiterhin können aus CAD- Programmen geschossweise DXF-Dateien für die Grundrisse eingelesen werden.

Die Daten werden geschossweise mit allen tragenden Bauteilen erfasst:

- Decke mit unterschiedlichen Bereichen (Tragrichtungs-, Dicken-, Bettungs- und Bewehrungsbereiche)
- Wände (Material, Wanddicke)
- Stützen
- Unterzüge
- Brüstungen

Wandzüge, die aus mehreren Abschnitten gleichen Materials bestehen, werden als einheitlicher Wandpfeiler betrachtet, sofern dies vom Anwender nicht anders definiert wurde.

Allgemeines

Das Programm geht von einem „Normalgeschoss“ aus, welches mit allen konstruktiven Eigenschaften beschrieben wird. Anschließend ist ein Kopieren des Geschosses möglich. Wahlweise kann auch in jedem Geschoss ein neuer Grundriss eingegeben oder aus einem CAD-Programm eingelesen werden.

In jedem Geschoss können Änderungen vorgenommen werden.

Außerdem können die Fundamente durch Vorgabe von zulässiger Bodenpressung sowie Mindestabmessungen und -überständen dimensioniert werden.

Die Vorteile

Vorbemessung

- Schnelle Lastermittlung für die Fundamente
- Übersichtliche Darstellung der Lastabtragung, auch bei komplexen Bauwerken
- Einbindung der Aussteifungsberechnung für Horizontallasten
- Vorbemessung der tragenden Bauteile (Träger, Wände, Stützen und Fundamente) und Festlegung der Querschnitte schon in der ersten Planungsphase

Ausführungsplanung

- Prüffähige Darstellung der Lasten je Geschoss je Bauteil getrennt in G, Q und Volllast
- Direkte Übergabe in die Bemessungsprogramme der Einzelbauteile

Bewehrungspläne

- Aus den Bemessungsprogrammen können die As-Werte (FE-Platte PLT) oder die Bewehrungsführung in CAD-Programme (ALLPLAN, -isb cad- Glaser) übertragen und daraus schnell Bewehrungspläne erstellt werden. Siehe auch [Videotutorial zur Schnittstelle ALLPLAN – PLT](#) auf www.frilo.eu

Normen

Stahlbeton:

- DIN 1045 / DIN 1045-1
- DIN EN 1992
- ÖNORM B 4700
- ÖNORM EN 1992
- UNI EN 1992
- BS EN 1992
- PN EN 1992

Windlasten:

- Neue Windlastnormen DIN 1055-4 und EN 1991-1-4 (DIN, ÖNORM, BS)

Materialien für Stahlstützen nach:

- DIN 18800
- DIN EN 1993
- ÖNORM EN 1993
- BS EN 1993

Tipps: Ein Schritt-für-Schritt [Eingabebeispiel](#) für die Programme PLT und GEO finden Sie auf www.frilo.eu

Berechnungsgrundlagen

Die Auflagerlasten werden mittels FEM-Plattenberechnung geschossweise berechnet und in das darunter liegende Geschoss als Belastung weiter gegeben.

Baugrundverformungen bleiben außer Ansatz.

Am Fuß eines Wandpfeilers herrscht infolge Vertikallasten konstanter Spannungszustand, d.h. am Fuß eines Wandpfeilers wird eine konstante Linienlast infolge Vertikallasten an das nächste Geschoss übergeben. Diese Annahme ist zulässig, wenn der Schwerpunkt aller Lasten auf einer Decke näherungsweise mit dem Schwerpunkt der weitergeleiteten Lasten übereinstimmt.

Die Berechnung erfolgt im Zustand I und nur nach Theorie I. Ordnung.

Da die Berechnung geschossweise von oben nach unten erfolgt, ist es nicht möglich, Decken zu berücksichtigen, die an die darüber liegende Decke hochgehängt sind.

Wandartige Träger über mehrere Geschosse können ebenfalls nicht berücksichtigt werden.

Eine Aussteifungsberechnung ist nur für unverschiebliche Systeme möglich, da die Horizontallasten auf jeder Deckenebene im Verhältnis der Biegesteifigkeit der aussteifenden Bauteile aufgeteilt werden - siehe hierzu auch das Kapitel [Horizontallasten](#).

Lastermittlung für die weiterleitenden Bauteile

Die Ermittlung der Lasten auf die weiterleitenden Bauteile erfolgt mit der Methode der finiten Elemente, nicht über Lasteinflussflächen.

Dabei ist zu beachten, dass auch hier die für dieses Berechnungsverfahren typischen Besonderheiten an Singularitätsstellen (z.B. große Querkraftsprünge an einspringenden Ecken) auftreten.

Vergleichsberechnungen mit räumlichen FE- Programmen zeigen jedoch, dass die ermittelten Lasten in der Regel um weniger als 5% von der exakten räumlichen Ermittlung abweichen.

Eingabe

Grafische Eingabe

Das Programm GEO verfügt über eine grafisch orientierte Oberfläche, d.h., dass Elemente wie Plattenkontur, Lastkoordinaten usw. mit der Maus auf die Zeichenfläche gezeichnet werden und i.d.R. nur die Zahlenwerte für Kräfte etc. in Dialogfenstern eingegeben werden müssen.

Der Anwender "sieht" die eingegebenen grafischen Elemente sofort auf dem Bildschirm, das Ein- und Ausblenden von z.B. Lastdarstellungen u.a. Elementen ermöglicht auch bei hoher Systemkomplexität einen geordneten Überblick.

Die "Grafische Eingabe" ist ein eigenständiges Programmmodul, das im Programm GEO integriert ist.

Die Beschreibung der Funktionen der Grafischen Eingabe finden Sie im separaten Dokument [Grafische Eingabe.pdf](#).

Numerische Eingabe

Selbstverständlich können Werte und Koordinaten jederzeit auch über numerische Eingabefelder exakt eingegeben werden.

Hinweis: Direkte Hilfe und Unterstützung zur jeweiligen Eingabe finden Sie auch in Form einer kurzen Bemerkung in der "Statuszeile" am unteren linken Bildschirmrand.

Daten-Import

Über die DXF-Schnittstelle können Geometriedaten als Grundlage der Systemeingabe eingelesen werden. Bei Glaserdateien (-isb cad-) ist sogar eine direkte Weiterbearbeitung möglich. Auch aus Allplan können Daten über PLT-Platten mit finiten Elementen ins Gebäudemodell übernommen werden. Voraussetzung dafür ist, dass in Allplan mit Bauteilen gearbeitet wird.

Ablauf der Eingabe eines Gebäudes

Die Eingabe beginnt mit dem Zeichnen/Definieren der Plattenkontur (Umriss) für ein Geschoss und dem Festlegen der [Grundparameter](#).

Grundparameter sind: Material, Plattendicke, Oberkante Decke, Geschosshöhe, zusätzliche ständige Last, Verkehrslast, Betondeckung.

Zur Eingabe von Umriss, Aussparungen Wänden, Stützen, Lasten, Hilfslinien usw. stehen verschiedene Zeichenfunktionen zur Verfügung, die über Symbole per Mausklick ausgewählt werden. So gibt es z.B. Symbole für Linien-, Rechteck-, Polygon- und Kreiseingaben. Die Eingabe dieser Konturen, also das Festlegen der markanten Koordinaten, Längen oder Radien erfolgt i.d.R. mit der Maus - Sie haben aber auch die Wahl einzelne oder alle Koordinaten numerisch über Tastatur einzugeben.

Gebäude Grunddaten

Unter dem Menüpunkt ▶ Optionen ▶ Gebäude Grunddaten geben Sie die Höhe über Normalnull bezogen auf die Oberkante Decke eines auszuwählenden Geschosses ein. Weiterhin wählen Sie die gewünschte Norm für die Lastannahmen. Im Abschnitt Windlast kann die Windlastzone und das Geländeprofil ausgewählt werden.

Lasteingabe

Der Menüpunkt [Lasten](#) umfasst die Lastfallverwaltung, Einwirkungsgruppen, Punkt-, Linien-, Flächen- und Temperaturlast. Die Funktionen der Lasteingabe sind Teil des Moduls der "[Grafischen Eingabe](#)".

Mehrere Geschosse

Für eine effektive Eingabe mehrerer Geschosse nutzen Sie die [Kopier- und Editierfunktionen](#) des Programms.

Geschosse

Geschossebenen

Aufruf über das Symbol  oder den Punkt "Geschossebenen" in der Hauptauswahl.

Im Dialog Geschossebenen können Sie Geschosse

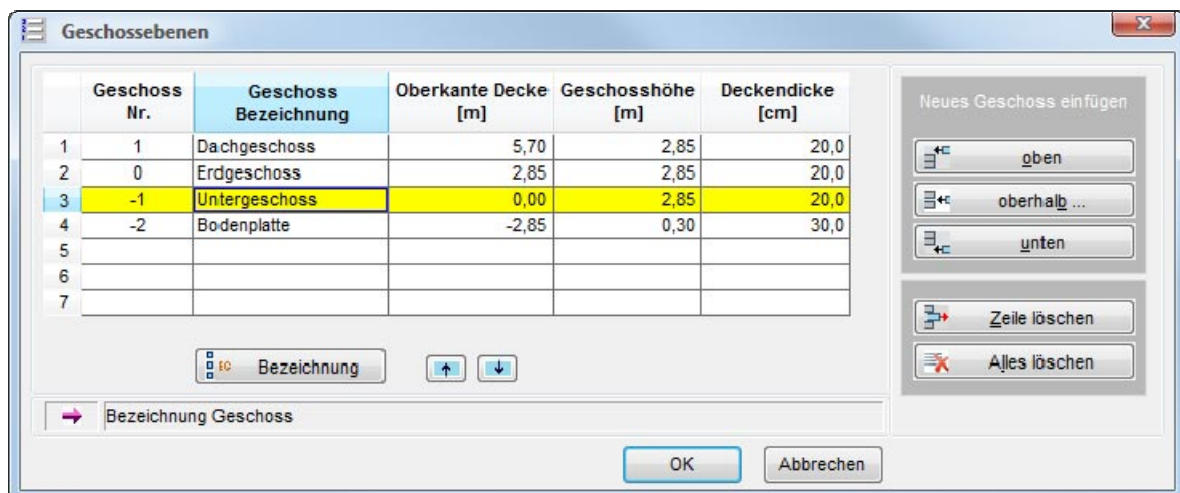
- definieren
- kopieren
- löschen

sowie die Werte für Geschosshöhe, Deckendicke und Oberkante Decke ändern.

In der Spalte "Bezeichnung" können Sie jedem Geschoss einen Namen geben. Alternativ können Sie über den Button „Bezeichnung“ eine automatische Benennung durchführen lassen (1.UG, EG, 1.OG usw.).

Die Geschosnummer in der ersten Spalte wird unabhängig von der Bezeichnung automatisch erzeugt und kann vom Anwender auch geändert werden.

Über die Buttons im Abschnitt „Neues Geschoss einfügen“ definieren Sie weitere Geschosse oben, unten bzw. oberhalb des aktuellen Geschosses (das aktuelle Geschoss entspricht der gerade aktiven Zeile der Geschosstabelle), wobei Sie gefragt werden, ob die Daten des darunter/darüber liegenden Geschosses übernommen (kopiert) werden sollen. Wollen Sie für dieses Geschoss z.B. einen neuen Grundriss aus einem CAD- Programm einlesen, so beantworten Sie diese Frage mit nein. Danach können Sie den neuen Grundriss über die [Import-Funktion](#) einlesen.



Geschosse löschen

Über den Button „Zeile löschen“ wird die aktive Zeile (das Geschoss) gelöscht.

Über den Button „alles löschen“ werden alle Zeilen (Geschosse) gelöscht.

Geschosse kopieren

Siehe Kapitel [Geschossauswahl](#)

Geschosse verschieben



Über diese Buttons können Sie das aktive Geschoss nach oben bzw. nach unten verschieben.

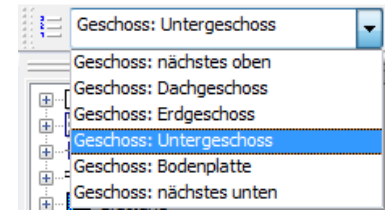
Geschosse auswählen / kopieren

Über die Auswahlliste für Geschosse wählen Sie das zu bearbeitende Geschoss aus oder erzeugen bzw. kopieren ein Geschoss.


Neues Geschoss erzeugen/kopieren

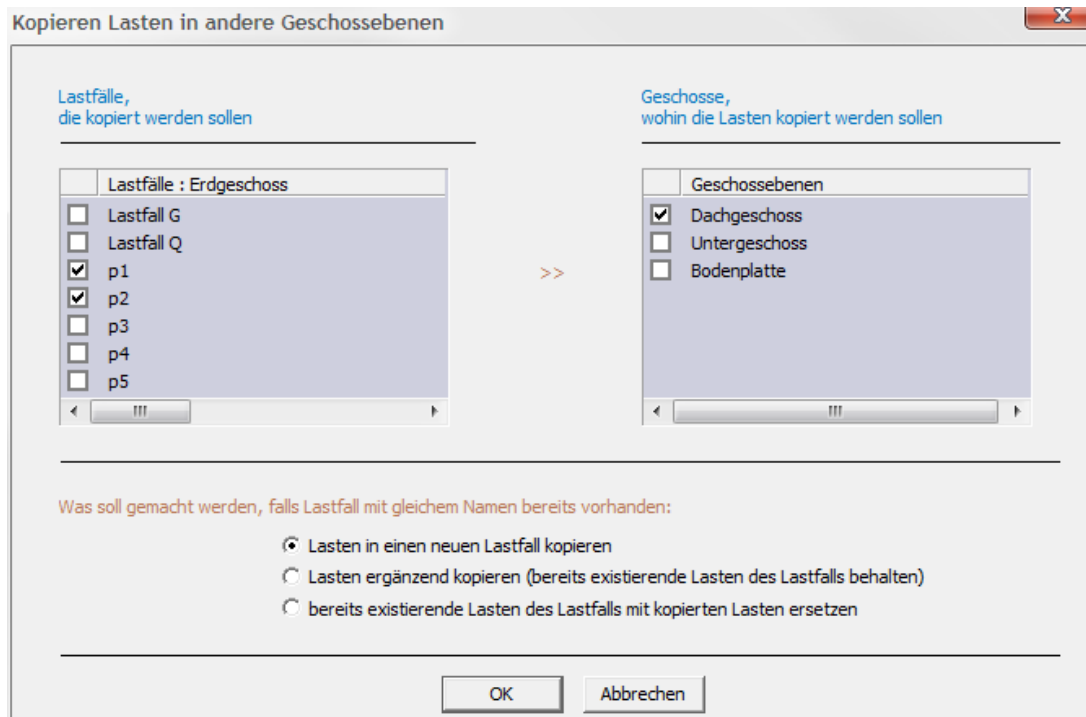
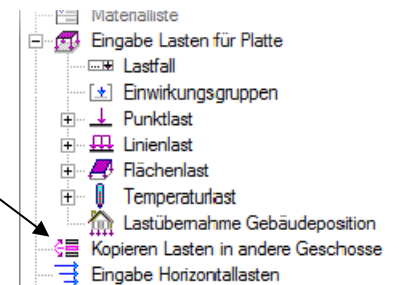
Über "Geschoss: nächstes oben" bzw. "Geschoss: nächstes unten" können weitere Geschosse definiert werden, wobei hier das aktuelle ausgewählte Geschoss kopiert wird - es wird jeweils der Dialog Grundparameter angezeigt. In einem Zwischendialog, können Sie wählen, ob die Lasten ebenfalls kopiert werden sollen.

Wollen Sie eine „leere“ Geschossebene erzeugen (also nicht das aktuelle Geschoss kopieren), so müssen Sie dies über den Menüpunkt „[Geschossebenen](#)“ bewerkstelligen - dort können Sie auch Geschosse löschen.



Lasten in andere Geschosse kopieren

 Aus dem aktuell aktiven Geschoss können Lastfälle markiert werden, die dann in auszuwählende Geschossebenen kopiert werden.



Fundamentbemessung - Vorgaben

Über den Menüpunkt ► Vorgaben zu Fundamentbemessung können Sie die Vorgaben für die Fundamentbemessung (Zulässige Bodenpressung ...) definieren.

Vorgaben Fundamentbemessung

Material : 1. C 25/30 B500A Materialkennwerte

Achtung! Zulässige Bodenpressung charakteristisch.

Zulässige Bodenpressung	<input type="text" value="250"/>	kN/m ²
Mindestüberstand seitlich am Fundament	<input type="text" value="10,0"/>	cm
Mindestüberstand Fundament über das Wandende	<input type="text" value="30,0"/>	cm
Maß zur Verbreiterung der Streifenfundamente	<input type="text" value="2,0"/>	cm
Überstand Fundamente bei Aussenwänden	<input type="text" value="5,0"/>	cm
Mindestbreite Fundament	<input type="text" value="50,0"/>	cm
Mindesthöhe Fundament	<input type="text" value="50,0"/>	cm
Mindesthöhe für außenliegendes Fundament	<input type="text" value="90,0"/>	cm
Kleinste Fläche, die vom Fundament überdeckt wird	<input type="text" value="0,50"/>	m ²
Wandöffnungsgrösse, die überdeckt wird	<input type="text" value="100,0"/>	cm

Frostschürze

Breite der Frostschürze cm

OK Abbrechen

Mit der hier definierten Bodenpressung werden in Abhängigkeit der berechneten Lasten die erforderlichen Abmessungen der Fundamente ermittelt. Sind diese Abmessungen kleiner als die eingestellten Mindestabmessungen, werden die Mindestwerte verwendet.

Die eigentliche Fundamentbemessung findet dann, analog zu den anderen Bauteilen, im jeweiligen Fundamentbemessungsprogramm statt.

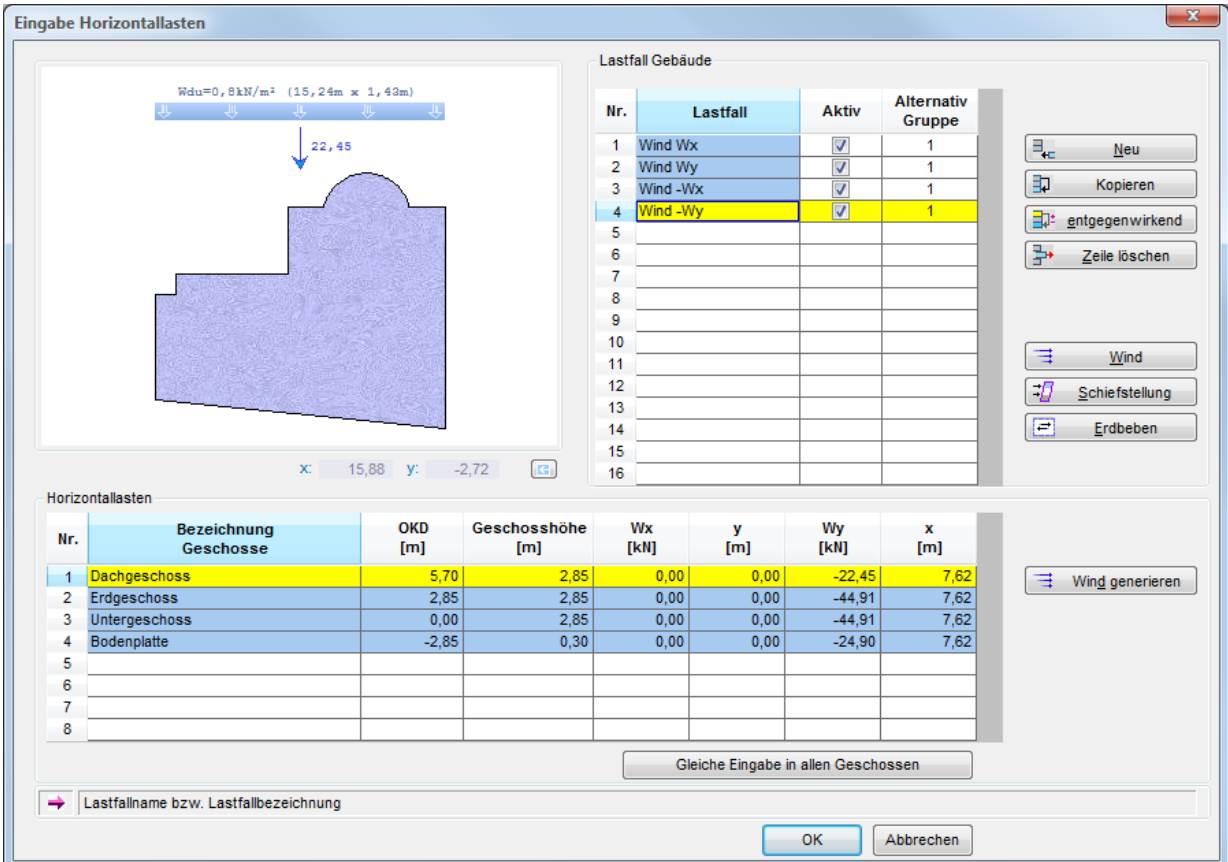
Horizontallasten

Aufruf über Menüpunkt ▶ Eingabe Horizontallasten.

Horizontallasten werden geschossweise auf die aussteifenden Bauteile anhand Ihrer Biegesteifigkeit verteilt. Die Schubsteifigkeit wird nicht berücksichtigt. Dabei ist zu beachten, dass nur unverschiebliche, also durch Wände ausgesteifte Bauwerke berechnet werden können, da Rahmenwirkungen vom Programm nicht berücksichtigt werden können.

Es können sowohl Horizontallasten von Hand eingegeben, als auch Windlasten und Lasten aus Schiefstellung und Erdbeben vom Programm generiert werden.

Hinweis: In einem Referenzbeispiel auf www.frilo.eu ▶ Service ▶ Fachinformationen ▶ [Referenzbeispiele](#) wird die Windlastverteilung im Gebäudemodell erläutert.



Lastfall Gebäude

Nr.	Lastfall	Aktiv	Alternativ Gruppe
1	Wind Wx	<input checked="" type="checkbox"/>	1
2	Wind Wy	<input checked="" type="checkbox"/>	1
3	Wind -Wx	<input checked="" type="checkbox"/>	1
4	Wind -Wy	<input checked="" type="checkbox"/>	1
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			

Horizontallasten

Nr.	Bezeichnung Geschose	OKD [m]	Geschosshöhe [m]	Wx [kN]	y [m]	Wy [kN]	x [m]
1	Dachgeschoss	5.70	2.85	0.00	0.00	-22.45	7.62
2	Erdgeschoss	2.85	2.85	0.00	0.00	-44.91	7.62
3	Untergeschoss	0.00	2.85	0.00	0.00	-44.91	7.62
4	Bodenplatte	-2.85	0.30	0.00	0.00	-24.90	7.62
5							
6							
7							
8							

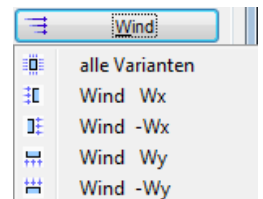
Ist die Option "Aktiv" markiert, wird der jeweilige Lastfall bei der Berechnung der Gebäudeaussteifung berücksichtigt.

Alternativgruppe: Siehe Kapitel [Lastfall](#). Bei Schiefstellungslasten gilt die Alternativgruppierung auch für die ständigen Lasten.

Wind

Über diesen Button können die Standard-Lastfälle zum Wind "Wind Wx", "Wind -Wx", "Wind Wy" und "Wind -Wy" erzeugt werden. Entsprechend der Gebäudegrunddaten, der Gebäudegeometrie und Windlastparameter des Lastfalles wird die Windbelastung hierbei automatisch generiert. Bei jeder Änderungen der windrelevanten Daten werden automatische Anpassungen (Neugenerierung) der Windbelastung zu den definierten Standard-Lastfällen durchgeführt.

Alle Varianten: Bei dieser Option werden mehrere Lastfälle mit gleichen Windlastparametern für die entsprechende Windrichtung angelegt. Bei Bedarf können diese Lastfälle danach einzeln mit individuellen Windlastparametern über die Funktion „Wind generieren“ neu belegt werden.

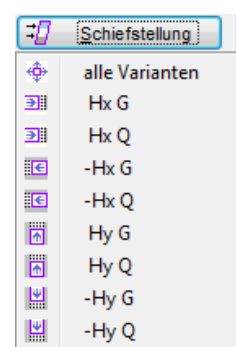


Hinweis zur automatischen Generierung:

Diese Automatik wurde mit Version 3/2015 eingeführt. Beim Öffnen älterer, bestehender Positionen werden deren Daten auf das Vorhandensein von Windbelastung geprüft. Falls die Windbelastung dieser Position nicht der automatisch generierten Windlast entspricht, erscheint eine Meldung und es wird vorgeschlagen die Windbelastung zum entsprechenden Lastfall automatisch anzupassen. Lehnt der Anwender diesen Vorschlag ab, so wird der Lastfall zu einem benutzerdefinierten Lastfall der H-Belastung umdeklariert. Lastfall "Wind Wx" wird dann beispielsweise zu "Wind Wx_UserD". Dieser benutzerdefinierte Lastfall unterliegt nicht der automatischen Anpassung und bleibt als allgemeiner Lastfall der H-Belastung unverändert.

Rückwärtskompatibilität: die neuen Positionen können von den älteren Programmversionen geöffnet und berechnet werden.

Schiefstellung Über diesen Button werden die Schiefstellungslasten nach DIN 1045-1, 7:2 bzw. EN 1992, 5.2 in Abhängigkeit der Vertikallasten berechnet. Dazu werden vom Programm im ersten Rechenlauf die Vertikallasten ermittelt und dann in einem zweiten Rechenlauf die Horizontallasten aus Schiefstellung berechnet.



Erdbeben Aufruf des [Dialogs für die Grundwerte](#) zur Bestimmung des Bodenbeschleunigungs-Antwortspektrums.

Freie Eingabe von Horizontallasten

Es können beliebige weitere Horizontallastfälle vom Anwender erzeugt werden. Für diese kann dann auch die Richtung frei gewählt werden. Eine „schräge“ Last muss allerdings aufgeteilt in x- und y-Komponente eingegeben werden.

Bei vom Anwender erzeugten Horizontallastfällen können Sie über den Button „Gleiche Eingaben in allen Geschossen“ die Werte in der aktuellen Zeile für alle Geschosse übernehmen.

Horizontallasten

- Wx resultierende Horizontalkraft in x-Richtung
- y y-Abstand der Resultierenden zum Nullpunkt
- Wy resultierende Horizontalkraft in y-Richtung
- x x-Abstand der Resultierenden zum Nullpunkt

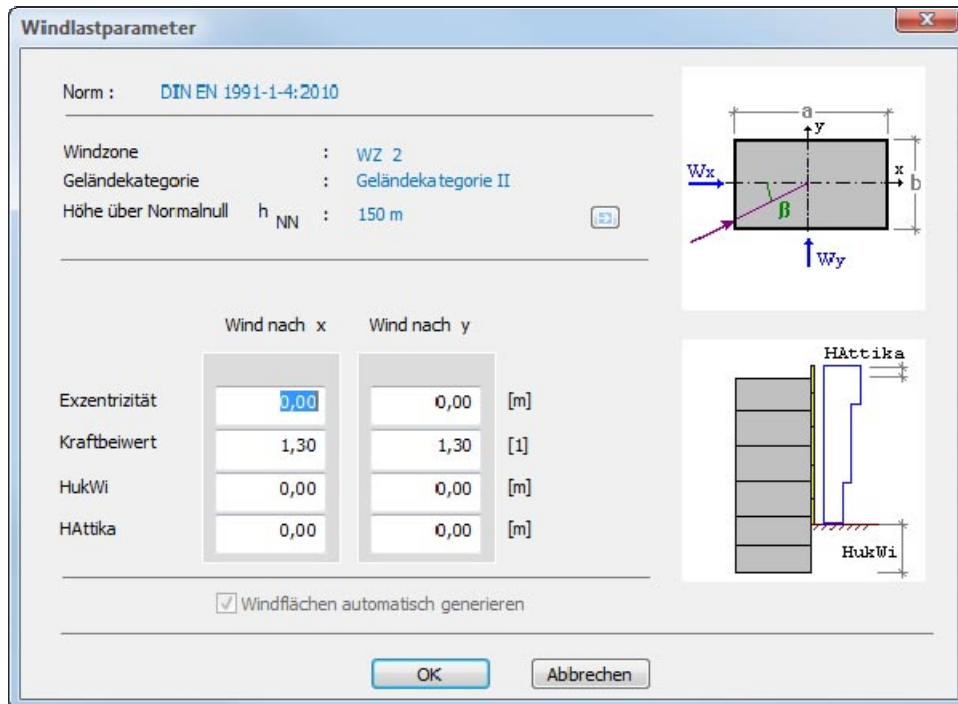
Tipp: Die Grafik im Dialog kann per Kontextmenü (rechte Maustaste) ausgedruckt werden.

Wind generieren

Über diesen Button rufen Sie den Dialog [Windlastparameter](#) auf.

Windlastparameter

In diesem Dialog können Sie Windlasten vom Programm generieren lassen.



Die Windlasten werden anhand der bereits eingegebenen Geometrie und der hier zu definierenden Randbedingungen (Wind nach x / y) generiert.

- Exzentrizität** Hier kann eine Exzentrizität für die Windlastresultierende eingegeben werden. Wird die Exzentrizität = 0 eingegeben, wird die Resultierende im Schwerpunkt des einzelnen Geschosses angesetzt.
- Kraftbeiwert** Hier ist ein Kraftbeiwert von 1,30 für Druck und Sog voreingestellt. Dieser kann jedoch manuell modifiziert werden.
- HukWi** Hier kann die Einbindung des Gebäudes in den Boden definiert werden (Höhe Unterkante Wind). Für diesen Bereich werden dann keine Windlasten generiert.
- HAttika** Hier kann eine Attikahöhe, die für die Windangriffsfläche des obersten Geschosses zusätzlich berücksichtigt werden soll, eingegeben werden.

Angezeigt werden weiterhin die Gebäude-Grunddaten (Norm, Höhe über Normalnull...).

Bei Bedarf können Sie den Dialog [Gebäude Grunddaten](#) über den Button  aufrufen.

Die Beschreibung der Euronorm-Windlastparameter finden Sie im Dokument „[WL Parameter EN.pdf](#)“.

Notwendigkeit einer Berechnung nach Theorie II. Ordnung

Bei Einhaltung von definierten Aussteifungskriterien können die Effekte aus Theorie II. Ordnung vernachlässigt werden – siehe hierzu das Kapitel

„[Aussteifungskriterium für eine Vernachlässigung der Effekte von Theorie 2. Ordnung](#)“

im Dokument WL.pdf.

Siehe in diesem Dokument auch: „[Windlastermittlung für nicht schwingungsanfällige Konstruktionen](#)“

Erdbeben

Aufruf: ▶ Eingabe Horizontallasten ▶ Button Erdbeben

Allgemeines

Das Programm geht vom vereinfachten Antwortspektrenverfahren nach DIN 4149, Kapitel 6.2.2 bzw. EN 1998, 4.3.3.2 aus, das heißt, die Berechnung des Gesamtsystems kann auf die Berechnung zweier ebener Systeme reduziert werden, die unabhängig voneinander betrachtet werden können und bei denen es ausreichend ist, wenn für jede Richtung nur die erste Eigenform (Grundschiwingung) berücksichtigt wird.

Die DIN 4149 bzw. EN 1998 setzt für das vereinfachte Verfahren u.a. voraus, dass das System regelmäßig bezüglich Grundriss und Aufriss ist.

Die Regelmäßigkeit bezüglich des Aufrisses ist dabei unabdingbare Voraussetzung, d.h. unter anderem, dass die tragenden Wände ohne Unterbrechung von ihren Gründungen bis zur Oberkante des Gebäudes verlaufen. Dies bedeutet, dass aus der horizontalen Erdbebenbeanspruchung keine vertikalen Lasten auf Bauteile entstehen.

Das Programm geht davon aus, dass die horizontale Lastabtragung ausschließlich über die Wände erfolgt, d.h. Rahmentragwirkungen werden nicht berücksichtigt. Auch Schubverformungen werden nicht berücksichtigt.

Die Forderung nach der Regelmäßigkeit bezüglich des Grundrisses kann in gewissem Rahmen verletzt werden, falls die Voraussetzungen für einen vereinfachten Nachweis der Torsionswirkung nach DIN 4119, 6.2.2.4.2 (2) bzw. EN 1998, 4.3.3.1 erfüllt sind.

Ermittlung der mitwirkenden Massen

Die Ermittlung der mitwirkenden Massen erfolgt gemäß DIN 4149:2005, 5.5 bzw. EN 1998, 3.2.4(2) und 4.2.4. Dabei ist zu beachten, dass in Baden-Württemberg nach DIN Schneelasten mit einem $\psi_2 = 0,5$ berücksichtigt werden müssen. Dies kann im Programm optional gewählt werden. Voraussetzung für die Wählbarkeit dieser Option ist das Vorhandensein eines Lastfalls mit der Einwirkungsart Schnee in irgendeinem Geschoss.

Nach DIN EN 1998 gilt die Regelung mit $\psi_2 = 0,5$ für Schneelasten generell.

Ermittlung der Grundschiwingzeiten

Die Bestimmung der Grundschiwingzeiten T_1 erfolgt nach dem Energieverfahren (Rayleigh-Quotient mit gleichmäßiger Massenverteilung). In der Literatur werden hierfür unterschiedliche Formeln verwendet.

Im Programm wird die Formel $T_1 = 2 \cdot \pi \cdot H^2 \cdot \sqrt{\frac{0,6 \cdot m_1}{h \cdot E \cdot I \cdot 8}}$ nach Küttler, Erdbebensicherheit von Bauwerken

nach DIN 4149 (Ausgabe 2005) verwendet. Alternativ kann auch die Formel $T_1 = \frac{2 \cdot \pi \cdot H^2}{\alpha_1^2} \cdot \sqrt{\frac{m_1}{h \cdot E \cdot I}}$

nach Müller/Keintzel, Erdbebensicherung von Hochbauten, verwendet werden. Dabei ist H die Bauwerkshöhe, h die Geschosshöhe, m die gemittelte Geschossmasse, EI die gemittelte Steifigkeit und α_1 der von der Anzahl der Geschosse abhängige Schwingzeitbeiwert.

Die erste Formel liefert in der Regel etwas geringere Grundschiwingzeiten und daraus resultierend etwas höhere Erdbebeneinsatzkräfte.

Ermittlung des Spektralwertes

Im nächsten Schritt werden die Spektralwerte aus den untergrundabhängigen elastischen Antwortspektren bestimmt. Sie ergeben sich in Abhängigkeit von der jeweiligen Grundschwingzeit.

Siehe hierzu DIN 4149:2005, 5.4.2, bzw. EN 1998, 3.2.2.2.

Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Berücksichtigung des vorderen ansteigenden Astes des Antwortspektrums aufgrund der gemittelten Massen und Steifigkeiten evtl. zu günstigen Ergebnissen bei der Ermittlung der Erdbebenersatzkräfte führt. Deshalb ist es evtl. sinnvoll, auf der sicheren Seite liegend auch in diesem Bereich mit dem Plateauwert zu rechnen. Dies kann im Programm optional eingestellt werden.

Bemessungswerte der Beschleunigung

Um die Bemessungswerte der Beschleunigung S_d zu erhalten, müssen die ermittelten Spektralwerte noch durch den jeweiligen Verhaltensbeiwert q , der sich abhängig von der Duktilitätsklasse und der Schlankheit der Wand ergibt, dividiert werden.

Ermittlung der horizontalen Erdbebenersatzkräfte

Die Gesamterdbebenkraft F_b berechnen sich nach der Formel $F_b = S_d \cdot M \cdot \lambda$ mit M als Gesamtmasse des Bauwerks und λ als Korrekturfaktor für die effektive modale Masse in der ersten Eigenform.

Für die Verteilung der Gesamterdbebenkraft auf die einzelnen Geschosse wird eine über die Höhe linear ansteigende Horizontalverschiebung zugrunde gelegt. Die in der Höhe z angreifende Horizontalkraft

ergibt sich dann zu $F_i = F_b \cdot \frac{z_i \cdot m_i}{\sum z_j \cdot m_j}$.

Berücksichtigung der Torsionswirkung

Im Frilo Gebäudemodell wird die Torsionsberechnung nach DIN 4149 6.2.2.4.2 Absatz (11) bzw. EN 1998, 4.3.3.2.4 durchgeführt.

Die eigentlich im Massenmittelpunkt M angreifenden Horizontallasten werden im Abstand $\max e$ bzw. $\min e$ vom Steifigkeitsmittelpunkt angesetzt. Das hierdurch entstehende Torsionsmoment M_T wird auf die einzelnen Wände verteilt, dabei muss der ungünstigere der beiden Werte für jede Wand angesetzt werden.

Für Erdbebenerregung in y -Richtung erhält man folgende zwei Torsionsmomente:

$$M_i = F_i \cdot \max e = F_i \cdot (e_0 + e_1 + e_2)$$

$$M_i = F_i \cdot \min e = F_i \cdot (0,5 \cdot e_0 - e_1)$$

- e_0 tatsächliche Ausmitte (Abstand zwischen Massen- und Steifigkeitsmittelpunkt)
- e_1 zufällige Ausmitte wegen Unsicherheit der Massenverteilung ($0,05 \cdot L$ bzw. $0,05 \cdot B$)
- e_2 zusätzliche Ausmitte (Entkopplung der Biege- und Torsionsschwingungen)

Lastfälle im FRILO Gebäudemodell

Die Erdbebenlasten werden im Fenster „[Eingabe Horizontallasten](#)“ verwaltet.

Mit Berücksichtigung der Torsionsmomente ergeben sich im Frilo-Gebäudemodell zwei Lastfälle für Erdbewegung in x-Richtung und zwei für die y-Richtung. Da Erdbeben ähnlich dem Wind sowohl in positiver wie auch in negativer Richtung wirkt, können im Eingabefenster über den Button „entgegenwirkend“ vier weitere Lastfälle generiert werden.

Den generierten Lastfällen wird automatisch eine alternative Gruppen für die x-Richtung und eine für die y-Richtung zugeordnet.

Nachweise

Im Frilo-Gebäudemodell wird die Verteilung der horizontalen Erdbebenlasten auf die aussteifenden Bauteile berechnet. Dabei werden die verschiedenen Lastfälle getrennt geführt. Der eigentliche Bauteilnachweis erfolgt wie gewohnt im jeweiligen Bemessungsprogramm. Dort erfolgt auch die Kombinatorik der Einwirkungen.

Ausgabeprofil

Bei der Ausgabe kann im [Ausgabeprofil](#) über den Button „Erdbeben“ ein separater Optionsdialog für Erdbeben aufgerufen werden.

Mitwirkung an Horizontallastabtragung


Hier kann geschossübergreifend ausgewählt werden, welche der vertikalen Bauteile für die Horizontallastabtragung herangezogen werden sollen. Dabei können sowohl ganze Bauteilgruppen wie beispielsweise alle Stützen oder alle Mauerwerkswände als auch einzelne Bauteile von der Horizontallastabtragung ausgeschlossen werden.

Alternativ können diese Einstellungen auch im Eigenschaften-Dialog des einzelnen Bauteils vorgenommen werden.

Füllfarben

Für Wände und Stützen, die an der Horizontallastabtragung nicht mitwirken, können die Füllfarben individuell definiert werden.

Lastberechnung

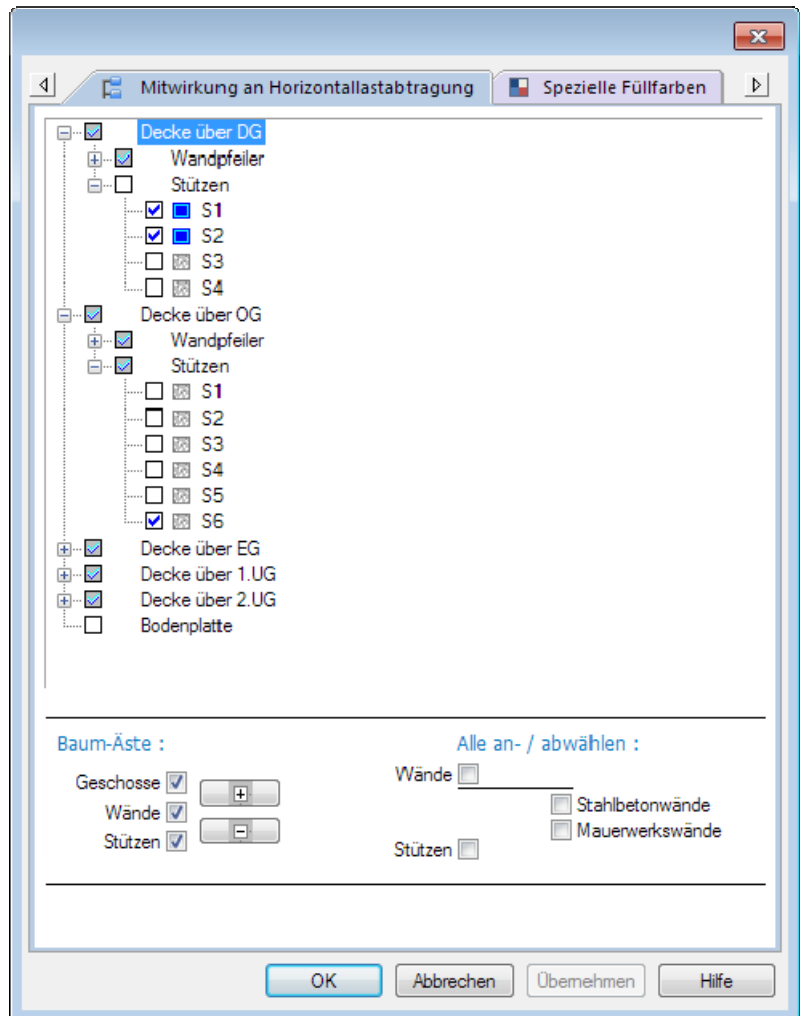
Über das Symbol „Berechnen“  oder
 ▶ Bearbeiten ▶ Lastberechnung starten Sie die Lastberechnung des Gebäudes.

Der Verlauf der Berechnung wird in Fortschrittsbalkendiagrammen angezeigt.

Im Anschluss werden Status-/OK-Meldungen zur Generierbarkeit des FE-Netzes und der Berechnung angezeigt. Den Dialog verlassen Sie mit „OK“.

Einstellungen FE-Elementgröße

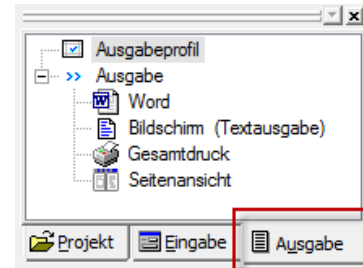
Unter dem [Menüpunkt Optionen](#) - FE-Netz Eigenschaften können Sie eine durchschnittliche- und eine Mindestkantenlänge in [cm] für die FE-Elemente angeben. Siehe hierzu auch [Menüpunkt Werkzeuge: Anpassung Geometrie](#).



Ausgabe

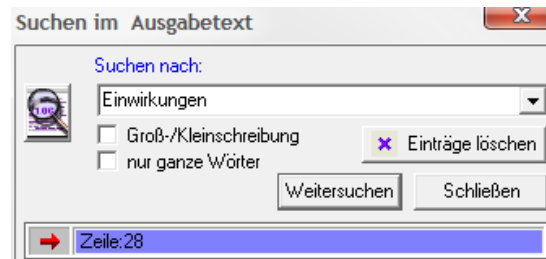
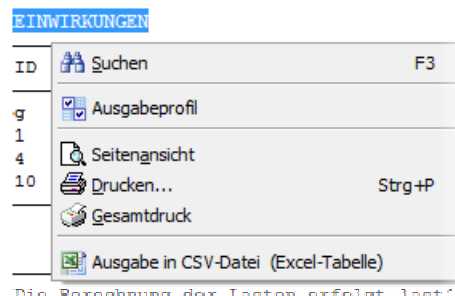
Über das Register "Ausgabe" in der Hauptauswahl erhalten Sie die Ausgabeoptionen.

Systemdaten, Ergebnisse und Grafik können auf dem Bildschirm oder auf Drucker ausgegeben werden.



Ausgabeprofil Vor dem Ausdruck können Sie in einem Dialog den Umfang der Ausgabe (Ausgabeprofil) festlegen/einschränken. Markieren Sie die gewünschten Ausgabeoptionen für System, Lastfälle, Ergebnisse und Überlagerung.

Bildschirm Anzeige der Werte in einem Textfenster
Im angezeigten Textfenster können Sie per Kontextmenü die Ausgabe als CSV-Datei speichern - CSV-Dateien lassen sich z.B. in eine Excel-Tabelle importieren.
Über die F3-Taste blenden Sie einen Suchdialog ein, mit dem Sie nach Texten in der Ausgabe suchen können.



Word Ausgabe in das Programm MS-Word, sofern dieses auf Ihrem Rechner installiert ist.

Gesamtdruck Starten der Ausgabe auf den Drucker.

Seitenansicht Druckvorschau am Bildschirm.

Ergebnisgrafiken

Die Funktionen zur Anzeige der Ergebnisgrafiken finden Sie im Kapitel „[Ergebnisgrafiken](#)“.

Ausgabeprofil

Den Dialog Ausgabeprofil rufen Sie über Optionen ▶ Ausgabeprofil oder in der Hauptauswahl über das Register Ausgabe ▶ Ausgabeprofil auf.

Hier definieren Sie den Umfang der Ausgabe durch Auswahl der gewünschten Optionen.

Markieren Sie die auszugebenden System- und Lastdaten je Geschoss, die gewünschten Grafiken und die Lastzusammenstellung je Geschoss. Über "gleiche Einstellung für alle Geschosse" gelten die gewählten Ausgaben für das aktive Geschoss auch für alle anderen Geschosse.

Weiterhin können Sie Materialdaten, eingegebene Bemerkungen (Text), Horizontallasten und bei Bedarf Hilfsraster/Hilfskonstruktionen ausgeben. Die Lastzusammenstellung kann detailliert oder als Kurzausdruck (nur die Summen der Lasten) ausgegeben werden.

Über die „+E“ Buttons können erweiterte Detailoptionen gewählt werden.

Für das Fundament kann die Grafik mit/ohne Bemaßung, die Textausgabe detailliert oder als Kurzausdruck erfolgen. Das Ausgabeprofil für „Erdbeben“ wird in einem separaten Dialog angezeigt.

Ausgabeprofil ✕

Systemdaten und Belastung je Geschoss

		Unterzüge / Überzüge / Brüstungen					Dickenbereiche						
		Wände Lagerbedingungen					Bettungsbereiche						
		Wände Geometrie					Tragrichtungsbereiche						
		Stützen Lagerbedingungen					Bewehrungsbereiche						
		Stützen Geometrie					Lastwerte						
		Deckenkontur					Lastkoord.						
	Geschoss	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
1	Dachgeschoss	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	Erdgeschoss	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	Untergeschoss	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	Bodenplatte	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5													

gleiche Einstellung für alle Geschosse

Lastberechnung je Geschoss

		Lastzusammenstellung					Verteilung Horizontallasten							
		Hauptmomente Grafik					Aussteifung Wände / Stützen							
		Summen Lasten Grafik					Spannungen Wände							
		Materialien Grafik					Schnittkräfte							
		Wanddicken Grafik					Wände							
		Grundriss					Kopf Fuß Kopf Fuß							
	Geschoss	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
1	Dachgeschoss	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	Erdgeschoss	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	Untergeschoss	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	Bodenplatte	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5														

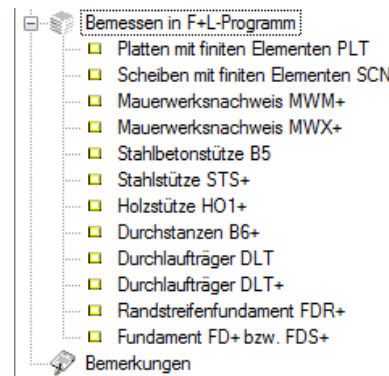
gleiche Einstellung für alle Geschosse

<input checked="" type="checkbox"/> Systemdaten <input checked="" type="checkbox"/> Geschossebenen <input checked="" type="checkbox"/> Materialien <input checked="" type="checkbox"/> Einwirkungen <input type="checkbox"/> +E Belastung horizontal <input type="checkbox"/> Hilfsraster, Hilfskonstruktion <input checked="" type="checkbox"/> Bemerkungen <input style="width: 100%; margin-top: 5px;" type="text"/> Deckenkontur / Aussparungen	<p style="text-align: center; border-bottom: 1px solid gray; margin-bottom: 5px;">Lastzusammenstellung</p> <input checked="" type="checkbox"/> detailliert <input type="checkbox"/> Kurzausdruck (nur Summen Lasten) <p style="text-align: center; border-bottom: 1px solid gray; margin-bottom: 5px;">Labilitätszahlen, bezogen auf:</p> <input checked="" type="checkbox"/> Summe der ständigen Lasten <input checked="" type="checkbox"/> gesamte Summe der Lasten	<p style="text-align: center; border-bottom: 1px solid gray; margin-bottom: 5px;">Fundament</p> <p style="text-align: center; border-bottom: 1px solid gray; margin-bottom: 5px;">Textausgabe:</p> <input checked="" type="checkbox"/> Grafik <input checked="" type="checkbox"/> mit Bemaßung <input checked="" type="checkbox"/> detailliert <input type="checkbox"/> Kurzausdruck <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <input type="button" value="Erdbeben >>"/> </div>
---	--	--

Bemessen in F+L-Programm

In der Hauptauswahl finden Sie unter „Bemessen in F+L-Programm“ die Programme, mit denen Sie einzelne Bauteile bemessen oder Einzelnachweise führen können, sofern diese Programme in dem von Ihnen erworbenen Programmpaket enthalten sind.

Doppelklicken Sie auf das gewünschte Programm und wählen Sie je nach Programm das entsprechende Bauteil (anklicken des Bauteils/der Bauteile, Cursor erscheint in quadratischer Form). Je nach Programm müssen Sie die Auswahl mit "rechtem Mausklick" und "Beenden" abschließen ([kontextsensitives Menü](#)). Anschließend startet das entsprechende Programm und Sie können die Bemessung dort durchführen.



Platten m. finiten Elementen PLT	Das aktuelle Geschoss wird an das Programm PLT übergeben (siehe Geschossauswahl). Die Übergabe der Verkehrslasten aus Überbau kann im Dialog „Datenübergabe zu PLT“ optional auch lastfallspezifisch erfolgen (entsprechende Option auswählen).
Scheiben mit finiten Elementen	Nach Auswahl einer Wand oder mehrerer zusammenhängender Wände beenden Sie die Auswahl mit der rechten Maustaste und "Beenden". Dann erscheint ein Dialog, in dem Sie die Lasten wählen können, die an das Scheibenprogramm SCN übergeben werden sollen (Summe G,P und Lastfallspezifisch aus Spannungen am Fuß der Wand). Bestätigen Sie mit OK, wird das Scheibenprogramm aufgerufen.
Mauerwerksnachweis MWM+ und Mauerwerksbemessung MWX+	Beim Umschalten auf diese Funktion werden alle Mauerwerkswände im Grundriss grün dargestellt. Wählen Sie mit dem rechteckigen Cursor im aktuellen Geschoss eine Wand (nur die Wände mit Material Mauerwerk können gewählt werden)
Stahlbetonstütze B5	Übergabe der Daten an das Programm Stahlbetonstütze B5. Es können auch mehrteilige Stahlbetonstützen übergeben werden.
Stahlstütze STS+	Wählen Sie eine Stahlstütze aus.
Holzstütze HO1+	Wählen Sie eine Holzstütze aus.
Durchstanzen B6+	Wählen Sie eine Stütze aus.
Durchlaufträger DLT	Wählen Sie einen/mehrere zusammenhängende Unter- bzw. Überzüge per Mausklick aus. Beenden Sie die Auswahl mit der rechten Maustaste und "Beenden" (sind alle möglichen zusammenhängenden Objekte gewählt, erkennt das Programm dies automatisch). In einem Zwischendialog werden zur Kontrolle die gewählten Objekte und die Lastfälle angezeigt. Bestätigen Sie mit OK – das Programm Durchlaufträger startet nun. Indirekte Lagerung (mit Unterzügen und tragenden Brüstungen) wird berücksichtigt. An der Stelle der indirekten Lagerung wird zum Träger ein Lager mit minimaler Federsteifigkeit in vertikaler Richtung angelegt.
Fundament FDR+, FD+, FDS+	Wählen Sie das Bauteil aus, das an ein Fundamentprogramm übergeben werden soll. In einem eingblendeten Dialog können Sie die Lasten auswählen, die übergeben werden (Einwirkungen aus max/min-Überlagerung oder Lasten am Fuß der Wand).

Mehrteilige Stütze

► Bemessen in F+L-Programm ► Stahlbetonstütze B5

Sofern das Programm mehrteilige Stützen im eingegebenen Gebäude erkennt, wird ein Dialog eingeblendet, in welchem Sie die zu übergebenden Stützenabschnitte auswählen können.

Wählen Sie per Mausclick eine Stütze in einem Geschoss, die dem Bemessungsprogramm B5 übergeben werden soll.

Das Programm prüft, ob Stützen unter bzw. über der ausgewählten Stütze vorhanden sind.

Folgende Kriterien werden bei dieser Prüfung berücksichtigt:

1. Gleiches Material für alle Stützen-Abschnitte (Stahlbeton)
2. Schwerachsen der darüber- bzw. darunter liegender Stützen befinden sich Bereich der Querschnittsabmessungen der gewählten Stütze
3. Maximale Anzahl von Abschnitten: 10
4. Priorität beim Zusammenstellen der mehrteiligen Stütze haben die darüber liegenden Stützen.

Zuerst werden geeignete Stützen in der Richtung der darüber liegenden Geschosse gesucht (max 10).

Wenn die maximale Anzahl der Abschnitte nicht erreicht ist, so wird auch in Richtung der darunter liegenden Geschosse nach Stützen gesucht. Die Suche nach geeigneten Stützen wird unterbrochen, wenn die maximale Anzahl der Abschnitte (10) erreicht ist.

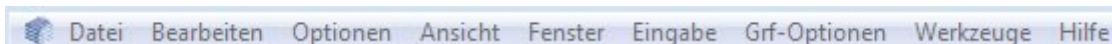
Im Dialog "Mehrteilige Stütze" wird das aktuelle Geschoss mit einem Punkt markiert dargestellt. Die Auswahl der zu übergebenden Stützenabschnitte erfolgt per Mausclick in der dargestellten Grafik:

Stützen, die übergeben werden sollen, werden "gelb" dargestellt.

Stützen, die nicht übergeben werden sollen (deaktiviert) werden "blau" dargestellt.

Zusätzliche Menüpunkte in GEO

Hier werden Untermenüpunkte und Funktionen beschrieben, die nicht im allgemeinen Dokument Menüpunkte.pdf beschrieben werden.

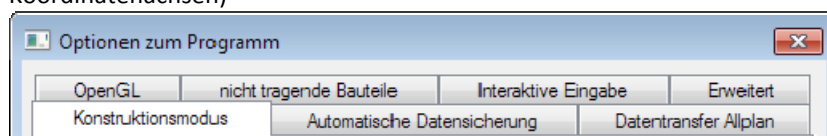


Bearbeiten

- Rückgängig/Wiederherstellen Änderungen/Eingaben können hiermit wieder rückgängig gemacht werden.
- Lastberechnung Gebäude → siehe Kapitel [Lastberechnung](#)

Optionen

- Einstellungen - Gebäudemodell [Konstruktionsmodus](#),
[Automatische Datensicherung](#),
[Interaktive Eingabe](#) (Anzeigeoptionen Hintergrundnetz, Koordinatenachsen)



- Datentransfer Allplan:
die Daten der Teilbilder aus ALLPLAN-CAD (über Tastenkombination STRG-T) werden direkt in die Grafik übertragen. Um einen zusätzlichen Dialog mit der Auflistung der Folien einzublenden, markieren Sie diese Option.
- nicht tragende Bauteile - einfärben:
Auswahl von Farben und Linienarten für die Darstellung nichttragender Bauteile.
- selbsterklärende Optionen: Hardwarebeschleunigung, Layout
- Farben Einstellungen für die Verwendung von Farben für die einzelnen Bauteile/Komponenten für Bildschirm und Drucker getrennt wählbar. Vorgabe: von FRILO vordefinierte Farbsets. Speichern und laden eigener Farbeinstellungen.
- [Ausgabeprofil](#) Hier definieren Sie den Umfang der Ausgabe durch Auswahl der gewünschten Optionen.
- [Gebäude Grunddaten](#) Höhe über Normalnull, Norm für Lastannahmen, Windlast.
- [FE-Netz Eigenschaften](#) Einstellungen der FE-Elementgröße

Grf-Optionen

Diese Funktionen werden allgemein im Dokument „[Grafische Eingabe](#)“ erläutert.

Werkzeuge

Diese Funktionen werden allgemein im Dokument „[Grafische Eingabe](#)“ erläutert.

Symbole – Funktionen – Ergebnisse

Neben den Standardsymbolen stehen weitere Symbole/Symbolleisten für die spezifischen GEO-Funktionen zur Verfügung.

Tip: Die Funktionen der Symbole werden als Tooltip angezeigt, wenn Sie den Mauscursor über einem Symbol kurz verharren lassen.

Grafische Eingabe

▶ siehe Grafische Eingabe, [Eingabemöglichkeiten](#)



Lastfälle

▶ siehe Grafische Eingabe, Kapitel [Lasten](#)



Lastberechnung

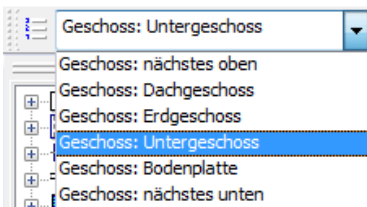
▶ siehe Kapitel [Lastberechnung](#)



Das Berechnungssymbol erscheint in den Farben gelb = noch nicht berechnet oder grün = bereits berechnet.

Geschossauswahl

▶ siehe Kapitel [Geschossauswahl](#)



Eingabemodi

[Symbole für verschiedene Eingabemodi](#)

Fangfunktion, Hintergrundnetz, Linieneingabe, Koordinatensystem, Auswahlmodus



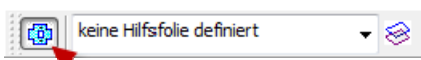
→ siehe Grafische Eingabe, Kapitel Grundlagen zum Grafikeditor.

Ansicht

▶ siehe [Grafische Eingabe.pdf](#)



Hilfsfolie



Ein-/Ausblenden der [Hilfsfolie](#), Listenauswahl zur Aktivierung einer von mehreren Hilfsfolien, Hilfsfolienverwaltung (Import/Export ...).

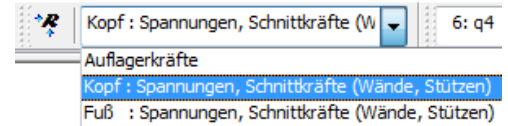
Ergebnisgrafiken



Über das Symbol „R“ (Resultate / Resümee / Rendering) können die Ergebnisse der Lastberechnung dargestellt werden.

Folgende Ansichten der Ergebnisse lassen sich wählen:

- Lagerkräfte (mit Verlauf der Lagerkräfte entlang der Wandachsen);
- Spannungen + Schnittkräfte am Kopf (Wände und Stützen);
- Spannungen + Schnittkräfte am Fuß (Wände und Stützen);

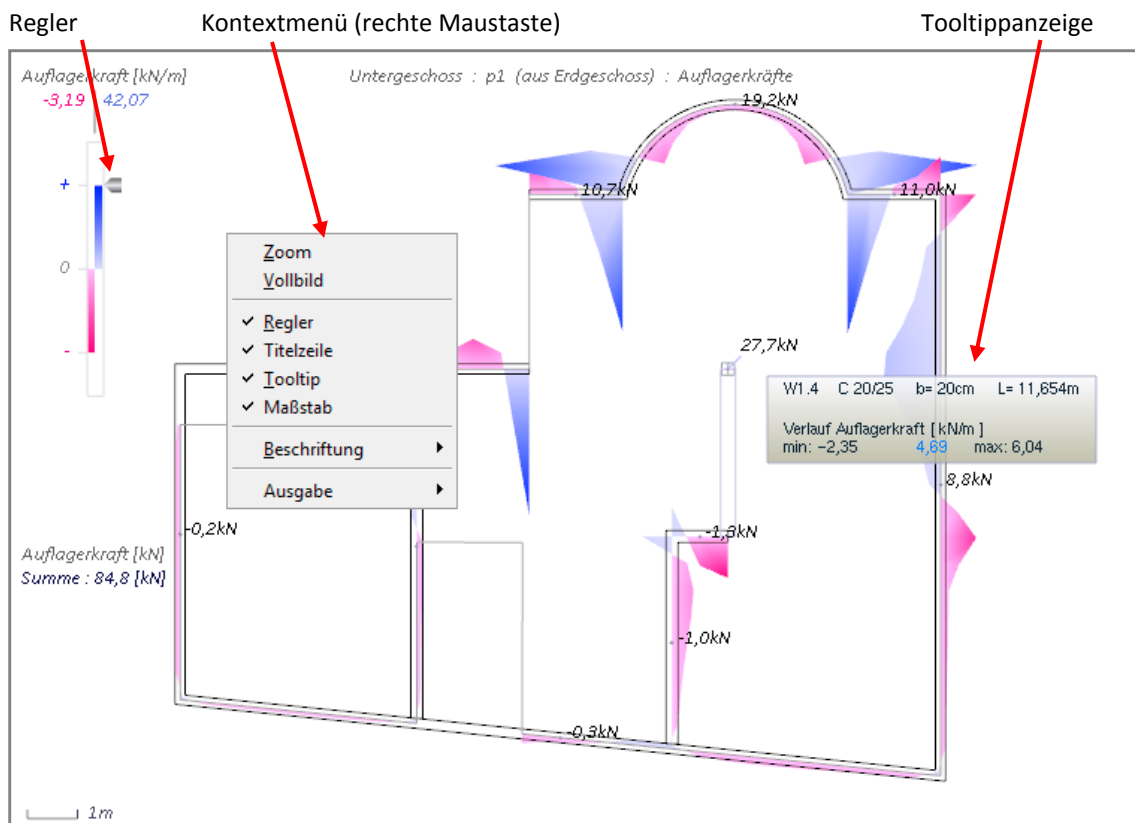


Dabei handelt es sich um eine lastfallspezifische Präsentation der Ergebnisse.

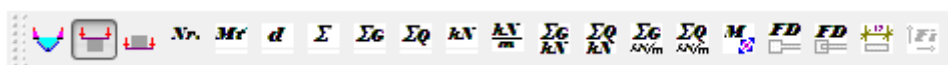
Der jeweilige Lastfall wird über die Listenauswahl der Lastfälle (rechts neben der „R“-Auswahlbox) gewählt.

Für jede Art der Darstellung der Ergebnisse stehen im Grafikfeld spezielle interaktive Steuerelemente (verschiebbare Regler) links oben (Position mit Mausverschiebbar) im Grafikfenster zur Verfügung.

Tipp: **Bewegen Sie den Mauscursor über die einzelnen Grafikelemente, um die jeweiligen Daten in Tooltip-Form anzuzeigen.**



Symbolleiste der Anzeigoptionen



Über diese Symbole das Ein-/Ausblenden von Lagerkräften/Spannungen, Bauteilnummern, Material und Bauteilabmessungen der vertikalen Bauteile, Summen-Lasten (Wand- bzw. Stützenfuß), Summen-G-Lasten, Summen-Q-Lasten, Summen-Lasten in [kN], Summen-Lasten in [kN/m], Hauptmomente, Fundamentbemessung, Fundamente einzeln, Fundamentmaße, Exzentrizitäten der Erdbebenersatzkraft.

Grafische Eingabe

Die Beschreibung der Funktionen des „Grafische Eingabe“ finden Sie im Dokument [Grafische Eingabe.pdf](#).

Hinweis: Das Programmmodul "Grafische Eingabe" wird in verschiedenen Programmen benutzt (PLT, GEO, WL, SCN). Im Dokument werden alle Funktionen der Grafischen Eingabe beschrieben - auch wenn diese Funktionen in den einzelnen Programmen keine Anwendung finden und somit auch nicht „sichtbar“ sind (z.B. gibt es in PLT und SCN keine Geschossauswahl).

Tipp: Das Eingabebeispiel „PLT-GEO-Eingabebeispiel.pdf“ finden Sie online auf www.frilo.eu ▶ Produkte ▶ Gebäudemodel –Dokumente“Eingabebeispiel.

Mit dem Programmmodul "Grafische Eingabe" können Sie je nach Programm, zu dem die grafische Eingabe verwendet wird, einen Grundriss (Außenkontur/Aussparungen), Wände, Stützen (Auflager), Unterzüge, Überzüge, Brüstungen, Dicken-, Bettungs-, Bewehrungs- und Tragrichtungsbereiche sowie Lasten grafisch und/oder numerisch eingeben.

Schöck Isokorb

Siehe hierzu das Dokument [PLT-Schöck-Isokorb.pdf](#) auf www.frilo.eu