

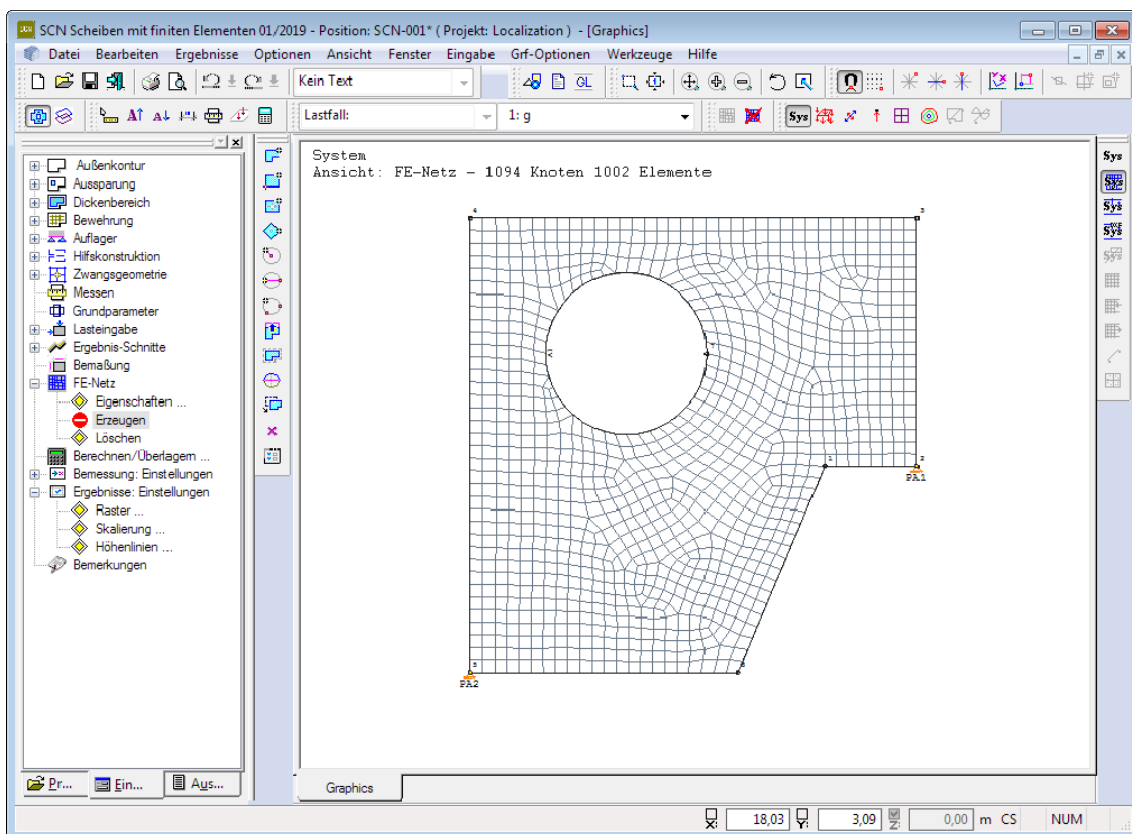
Scheiben mit Finiten Elementen SCN

FRILO Software GmbH

www.friilo.eu

info@friilo.eu

Stand: 01.02.2019



Scheiben mit Finiten Elementen SCN

Inhaltsverzeichnis

Anwendungsmöglichkeiten	4
Berechnungsgrundlagen	6
Eingabe	7
Grafische Eingabe	7
Numerische Eingabe	7
DXF-Import	7
System- und Lasteingabe	7
Ergebnis-Schnitte	8
FE-Netz	9
Eigenschaften	9
Erzeugen	9
Löschen	9
Berechnen/Überlagern...	10
Bemessung: Einstellungen	11
Scheibe ...	11
Rissbreiten ...	12
Überlagerung ...	13
Ergebnisse: Einstellungen	14
Raster ...	14
Skalierung ...	15
Höhenlinien ...	15
Ausgabe & Ergebnisse	16
Ausgabeprofil SCN	20
Programmspezifische Symbole	22
Zusätzliche Menüpunkte in SCN	23
Menüpunkt Bearbeiten	23
Menüpunkt Ergebnisse	23
Menüpunkt Optionen	24
Menüpunkt Eingabe	24
Menüpunkt Grf-Optionen	24
Menüpunkt Werkzeuge	24
Grafische Eingabe	25
3D-Konstruktionsgrafik	25
Literatur	25

Weitere Infos und Beschreibungen finden Sie in den relevanten Dokumentationen:

[Grafische Eingabe.pdf](#)

Grafische Eingabe für die Programme GEO, PLT, SCN und WL

Grundlegende Dokumentationen - Übersicht

Neben den einzelnen Programmhandbüchern (Manuals) finden Sie grundlegende Erläuterungen zur Bedienung der Programme auf unserer Homepage www.frilo.eu

(▶ Service ▶ Fachinformationen ▶ Bedienungsgrundlagen).

Anwendungsmöglichkeiten

Das grafisch orientierte Programm SCN dient der Berechnung von Scheibentragwerken mit komplexen Lagerbedingungen oder Lastbildern, die einer Berechnung mit herkömmlichen Näherungsverfahren kaum zugänglich sind.

Unsere [Grafische Eingabe](#) ermöglicht durch zahlreiche neue Funktionen und Optionen eine schnelle und komfortable Systemerstellung bei gleichzeitigem Systemüberblick bis ins Detail.

Anwendungsbereich für dieses Programm sind vorzugsweise die statische Berechnung von Wänden und wandartigen Trägern und ihre Bemessung entsprechend dem Verfahren von BAUMANN ([/4/](#), [/6/](#)).

Tragwerke im Sinne von Scheiben liegen im wesentlichen dann vor, wenn für die charakteristischen Systemabmessungen, die Systemlänge L und die Querschnittshöhe H, folgende Beziehungen gelten:

Kragträger:	$L / H < 1,$
Einfeldträger:	$L / H < 2,$
Mehrfeldträger:	$L / H < 2,5.$

Die Scheibe ist ein ebenes Tragwerk, das durch äußere Kräfte in seiner Ebene durch einen ebenen Membran-Spannungszustand beansprucht wird. Eine Beanspruchung senkrecht zu dieser Ebene ist ausgeschlossen (Biegebeanspruchung → Platte). Solange die Gleichgewichtszustände in der Ebene des Tragwerks und quer dazu im unverformten Zustand betrachtet werden dürfen, können die beiden Tragwirkungen entkoppelt untersucht werden. Stabilitäts- und Aussteifungsprobleme werden nicht behandelt.

Im Gegensatz zur Balkentheorie entfallen bei der Scheibentheorie die einschränkenden Annahmen wie das Ebenbleiben der Querschnitte (Bernoulli-Hypothese), die Gleichheit der Querschnittsverschiebungen aller Punkte einer Querschnittsebene und die Vernachlässigung der zur Systemachse orthogonalen Normalspannung σ_y . Die Schubspannungen nach der Scheibentheorie sind nicht allein Ergebnis der Gleichgewichtsbetrachtung – wie bei der Balkentheorie –, sondern auch Ergebnis einer vollgültigen Spannungs-Verzerrungs-Beziehung.

Beispiele der Scheibenanwendung sind Wandaussteifungen in Hochhäusern, wandartige Trägersysteme und Konsolen. Die Koppelung von Scheiben und Einzelstäben ist derzeit noch nicht möglich; Stäbe müssen z.Z. als Scheibenelemente diskretisiert werden (Nachteil: große Schubverformungen).

Normen

- EN 1992 1-1, NA-D/AT/GB
- NTC EN 1992 1-1:2008
- weiterhin verfügbar
- DIN 1045
- DIN 1045-1 (2001 + 2008)
- ÖNorm B 4700

Schnittstellen zu CAD-Systemen

DXF-Dateien, z.B. für Hilfskonstruktionen, können eingelesen/abgespeichert werden.

Schalpläne aus dem CAD-System der Firma Glaser (ISB-CAD) können eingelesen und bearbeitet werden. Ebenso können Schalpläne aus ALLPLAN über die ASCII- Schnittstelle eingelesen werden. Die Übergabe der Bewehrungsergebnisse zu ISB- CAD bzw. ALLPLAN erfolgt über direkte Schnittstellen.

ASCII-Schnittstelle

Zum Abspeichern/Einlesen von Systemdaten.

Einschränkungen

- Für jede Scheibe ist nur ein Material zugelassen.
- Die Berechnung erfolgt linear elastisch (Zustand 1).
- Es sind keine Beanspruchungen quer zur Scheibenebene möglich.

Berechnungsgrundlagen

Die Berechnung erfolgt nach der Methode der finiten Elemente auf der Grundlage der Elastizitätstheorie. Die Bemessung als Stahlbetonscheibe erfolgt nach dem Verfahren von BAUMANN für ein rechtwinkliges Bewehrungsnetz. Für die statische Berechnung einer Stahlbetonscheibe wird der ungerissene Zustand I vorausgesetzt und als Elastizitätswerte werden die des Betons angesetzt.

Näherungsverfahren wie die FE-Methode erfüllen Gleichgewichtsbedingungen, bezogen auf das Element, im Mittel. Spannungskonzentrationen in den Einzelementen sind somit – bei üblicher Diskretisierung – nur unvollkommen darstellbar. Eine lokale Netzverfeinerung würde zwar die dortigen Ergebnisse i.d.R. verbessern, im Hinblick auf die diskontinuierlich verteilte Bewehrung ist dies nicht zwingend notwendig. Zudem birgt die Netzverfeinerung die Gefahr, dass ungünstigere Elementproportionen entstehen, die aus numerischen Gründen Ergebnisse verfälschen. Den Kompromiss zu finden, und die Einzelergebnisse zu bewerten, ist die Aufgabe des Ingenieurs.

Das Rechenverfahren kann von sich aus nicht aufzeigen, wie weit die Ergebnisse von den „wahren“ entfernt sind. Dies kann nur mittels feinerer Diskretisierung abgeschätzt werden. Unserer Meinung nach sollten zwischen zwei Unstetigkeitsstellen (Auflager) mindestens ca. 10 Elemente gewählt werden.

Das Programm benutzt z.Z. zweidimensionale Viereckelemente. Diese Elemente sind hinsichtlich der Rechenzeit sehr effizient. Die Genauigkeit ihrer Ergebnisse ist wegen der höherwertigen Verschiebungsansätze für $u(x,y)$ und $v(x,y)$ sehr gut. In Bereichen von Diskontinuitäten, bei großen lokalen Spannungsänderungen wie beispielsweise in Auflagernähe, sind größere Abweichungen festzustellen. Vergleichsrechnungen zeigen, dass die Verformungsergebnisse dieses Elementtyps bei ausreichender Diskretisierung maximal 10 % von den genaueren Ergebnissen abweichen.

Die Ergebnisgenauigkeit mit diesem Element kann durch feinere Unterteilung gesteigert werden. Die Elementlängenverhältnisse sollten den Wert (2:1) nicht wesentlich überschreiten.

Netzgenerator

Der implementierte Netzgenerator arbeitet nach dem Prinzip der "Advancing Front Method" (Methode der voranschreitenden Fronten). Er ist für die Vernetzung beliebig geformter zweidimensionaler Flächen geeignet.

Zunächst werden Knoten entlang von vorgegebenen Linien generiert. Im Anschluss werden an mehreren aktiven Fronten sukzessive Viereckselemente generiert. Während der Elementbildung wird die Qualität jedes neu erzeugten Elementes untersucht und optimiert.

Bemessung

Für die Bemessung der Bewehrung wird ein Verfahren nach "Baumann" eingesetzt. Als Modell dient ein gerissenes Scheibenelement. Die Richtung der Risse ergibt sich aus der Bedingung, dass die von den Reaktionskräften geleistete Formänderungsenergie ein Minimum werden muss. Im Bemessungsansatz wird zunächst orthogonale Netzbewehrung vorausgesetzt.

Eingabe

Grafische Eingabe

Das Programm SCN verfügt über eine grafisch orientierte Oberfläche, d.h., dass Elemente wie Scheibenkontur, Lastkoordinaten usw. mit der Maus z.B. auf Basis einer DXF- Datei 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 einzelnen Elementen wie z.B. Lastbildern ermöglicht auch bei hoher Systemkomplexität einen geordneten Überblick.

Die "Grafische Eingabe" ist ein eigenständiges Programmmodul, das an das Programm SCN angeschlossen 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. Dies wird im Dokument [Grafische Eingabe.pdf](#) (Grafische Eingabe) beschrieben.

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

DXF-Import

Über die [DXF-Schnittstelle](#) können Geometriedaten als Grundlage der Systemeingabe eingelesen werden. Bei Glaserdateien (-isb cad-Schnittstelle) und ALLPLAN- Dateien (ASCII- Schnittstelle) ist sogar eine direkte Weiterbearbeitung möglich.

System- und Lasteingabe

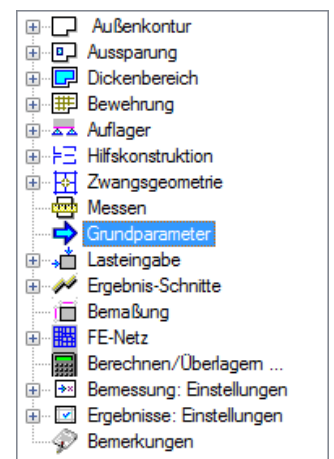
Die Funktionen der System- und Lasteingabe sind Teil des Moduls der "Grafischen Eingabe" und werden im Dokument [Grafische Eingabe.pdf](#) ausführlich beschrieben.

Die Eingabe eines Systems beginnt mit der Eingabe der Scheibenkontur (Umriss) und dem Festlegen der [Grundparameter](#):

Material, Normauswahl, Scheibendicke, Betondeckung und eventuell Angaben zur Gebrauchsfähigkeit.

Hinweis: Derzeit ist die Berechnung auf isotrope Materialien beschränkt.

Zur Eingabe von Umriss und Aussparungen sowie von Lasten und Hilfslinien 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.



Ergebnis-Schnitte

Aufruf über Hauptauswahl ▶ Ergebnisschnitte

Mit dieser Funktion können Ergebnisschnitte definiert werden. Entlang dieser Schnitte können nach der Berechnung Schnittgrößen, Verformungsverlauf, sowie Verlauf der As- Werte angezeigt werden.



Eingabe eines Schnittes als Polygonlinie. Geben Sie mit Hilfe der Maus oder der numerischen Eingabe Ihre Schnittlinie polygonal ein. Beenden Sie den Vorgang per [rechter Maustaste](#) und "Beenden".



Eingabe einer Linie über ersten und zweiten Punkt/Koordinate.



Schnittverlauf nachträglich ändern. Klicken Sie den entsprechenden Schnitt an und ziehen Sie die Eckpunkte mit der Maus an die gewünschten Positionen. Beenden Sie den Vorgang per rechter Maustaste und "Beenden".



Verschieben einer Schnittlinie. Klicken Sie den entsprechenden Schnitt an und ziehen Sie ihn mit der Maus an die gewünschte Position. Beenden Sie den Vorgang per rechter Maustaste und "Beenden".



Kopieren einer Schnittlinie. Klicken Sie den entsprechenden Schnitt an und ziehen die grafisch angezeigte Kopie mit der Maus an die gewünschte Position. Beenden Sie den Vorgang per rechter Maustaste und "Beenden".



Löschen eines oder mehrerer Schnitte (nacheinander). Nach dem Löschen beenden Sie die Aktion per rechter Maustaste und "Beenden".

FE-Netz

Siehe auch → [Berechnungsgrundlagen](#)

Eigenschaften

Hier legen Sie verschiedene Grundeinstellungen fest, die beim Erzeugen des FE-Netzes verwendet werden:

Element-Abmessungen Für die automatische Netzgenerierung geben Sie die gewünschte (durchschnittliche) Elementgröße (Kantenlänge) ein.

Kann das Netz mit dieser Größe nicht generiert werden, wird automatisch das Netz verkleinert.

Tip: Die Größe des FE- Netzes sollte immer so gewählt werden, dass sich eine realitätsnahe Verformungslinie einstellen kann, d.h. dass pro Feld ca. 10 Elemente vorhanden sind.

Mindest - Kantenlänge Hier kann eine kleinste Elementkantenlänge definiert werden, die bei der Netzerzeugung nicht unterschritten wird. Sind kleinere Elemente erforderlich, wird die Netzerzeugung mit einer Meldung abgebrochen.

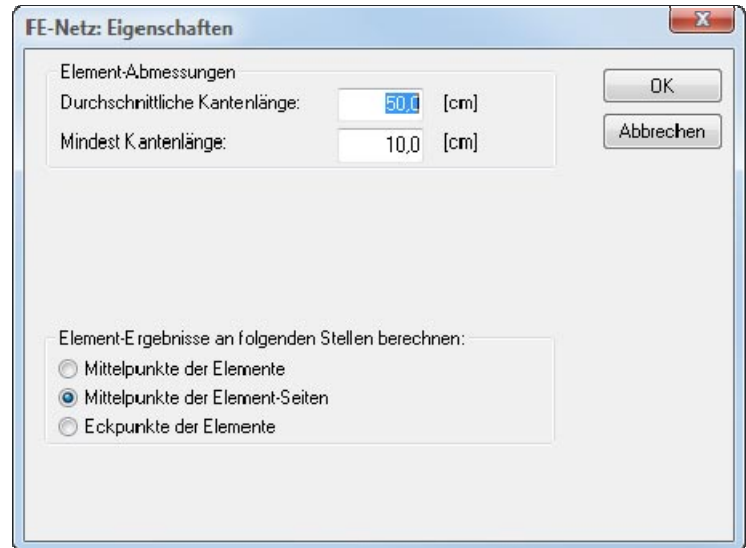
Element-Ergebnisse ... Hier wählen Sie, an welchen Stellen der Elemente Ergebnisse berechnet werden sollen.

Zur Auswahl stehen folgende Bemessungspunkte:

- Mittelpunkte der Elemente
- Mittelpunkte der Elementseiten (Voreinstellung)
- Eckpunkte der Elemente


Hinweis: Die Auswahl „Eckpunkte der Elemente“ kann an sogenannten Singularitätsstellen zu eventuell ungünstigen Ergebnissen führen.

Hinweis: In der derzeitigen Programmfassung berücksichtigt das FE-Netz bei der Berechnung auch die Position aller beteiligten Lasten. Das FE-Netz, welches zu Kontrollzwecken ohne Lasten erzeugt wird, kann also von dem Netz, welches zur Berechnung verwendet wird, abweichen.



Erzeugen

Über diesen Menüpunkt erzeugen Sie das FE-Netz. Hierbei werden die im Dialog „FE-Netz:

Eigenschaften“ gesetzten Werte/Optionen verwendet. Alternativ können Sie auch auf das Symbol  klicken, um das FE-Netz zu erzeugen.

Löschen

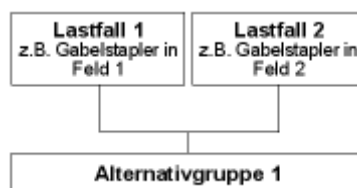
Über diesen Menüpunkt Löschen Sie ein bestehendes FE-Netz. Alternativ können Sie auch auf das

Symbol  klicken.

Berechnen/Überlagern...

Lastfälle nach DIN EN 1992-1-1/NA:2015-12								
	Name	Berechnen	Berechnet	Mit Eigengewicht	Teilsicherheit	Einwirkung	Überlagern	Alternativgruppe
1	g	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1,35	g	<input checked="" type="checkbox"/>	0
2	q	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,50	2	<input checked="" type="checkbox"/>	0
3	Wind	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,50	9	<input checked="" type="checkbox"/>	0

- Berechnen** Hier wählen Sie aus, welche Lastfälle berechnet werden sollen, indem Sie die Option "Berechnen" markieren/demarkieren.
- Berechnet** In dieser Spalte sehen Sie, ob der Lastfall bereits berechnet wurde.
- Mit Eigengewicht** Soll mit Eigengewicht gerechnet werden, so markieren Sie die entsprechende Option.
- Teilsicherheit** Hier werden die Teilsicherheitsbeiwerte abhängig von der gewählten Einwirkungsart (ständig oder nicht ständig) angezeigt
- Einwirkung** Hier wählen Sie die gewünschte Einwirkungsart
- Überlagern** Hier legen Sie fest, ob der Lastfall bei der Überlagerung berücksichtigt wird.
- Alternativgruppe** Lastfälle in einer Alternativgruppe schließen sich gegenseitig aus. Lastfälle deren gleichzeitiges Auftreten ausgeschlossen ist, können mit Hilfe einer sogenannten Alternativgruppe eingegeben werden. Beispiel: Wind von links bzw. rechts, Laststellung eines Gabelstaplers. Lasten in der Alternativgruppe „0“ können gleichzeitig mit allen anderen Lasten vorkommen. Alle Lastfälle in einer (mit derselben Nummer bezeichneten) Alternativgruppe schließen sich gegenseitig aus. Es können verständlicherweise nur Lastfälle aus nicht-ständigen Einwirkungen in einer Alternativgruppe eingetragen werden. Die Alternativgruppen werden nach der Berechnung im Zuge der Ergebnis-Überlagerung berücksichtigt. Sie können deshalb nur bei linearer Berechnung (d.h. kein Zugfeder-Ausfall) eingesetzt werden. Beispiel für eine Alternativgruppe

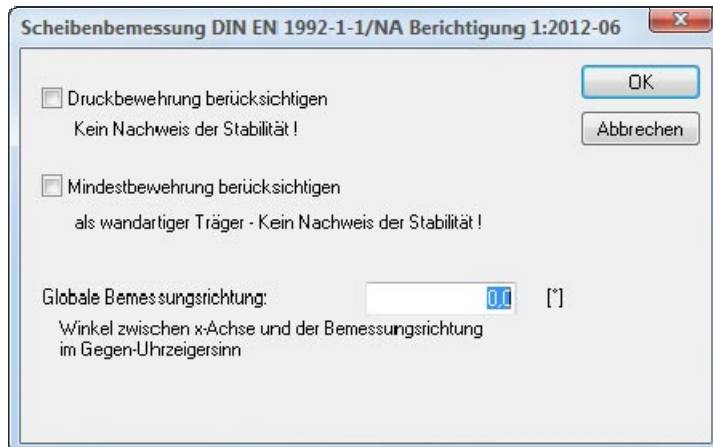


Die Lastfälle 1 und 2 werden der Alternativgruppe 1 zugeordnet, da sich der Gabelstapler entweder in Feld 1 oder in Feld 2 befinden kann.

Bemessung: Einstellungen

Unter Bemessung - Einstellungen können Sie je nach Norm unterschiedliche Optionen/Einstellungen vornehmen (Druckbewehrung, Mindestbewehrung...).

Scheibe ...



Druckbewehrung

Durch Markieren dieser Option wird bei Überschreiten der Betondruckfestigkeit eine eventuell erforderliche Druckbewehrung berücksichtigt. Diese Bewehrung kann sich in Lasteinleitungsbereichen oder kleinen Auflagerbereichen ergeben.

Im Ausgaberaster wird Druckbewehrung durch ein Ausrufezeichen „!“ gekennzeichnet.

Mindestbewehrung

Durch Markieren dieser Option wird Mindestbewehrung für wandartige Träger berücksichtigt.

Hinweis: Es handelt sich hierbei nicht um eine Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Stabilität. Der Nachweis der Stabilität muss erforderlichenfalls separat erfolgen.

Bemessungsrichtung

Als globale Bemessungsrichtungen sind die horizontale und vertikale Richtung voreingestellt. Bei Bedarf können die globalen Bemessungsrichtungen auch frei gewählt werden.

Rissbreiten ...

DIN 1045-1 : 2004/2008

Nach DIN 1045-1 berechnet sich die vorhandene Rissbreite bzw. der zulässige Grenzdurchmesser der Längsbewehrung in Abhängigkeit vom Bewehrungsgrad der Längsbewehrung (Abschnitt 11.2.3 und 11.2.4).

Als Bewehrungsgrad kann wahlweise entweder die erforderliche Bewehrung aus der Scheibenbemessung oder eine gewählte Vorgabebewehrung eingestellt werden, wobei bei der Einstellung "vorgegebene Bewehrung" immer der jeweils größere Bewehrungswert aus statisch erforderlicher und vorgegebener Bewehrung angesetzt wird.

Außerdem kann mit der Option „Bewehrung erhöhen“ die Längsbewehrung programmseitig so lange erhöht werden, bis die Rissbreitennachweise erfüllt sind.

Hinweis: Die Option „Bewehrung erhöhen“ kann im Zusammenhang mit unterschiedlichen Anforderungen wegen der Dauerhaftigkeit an die Vorder- und Rückseite der Scheibe in besonderen Fällen zu unterschiedlichen Bewehrungsergebnissen der beiden Seiten führen. In diesen Fällen lassen sich die Ergebnisse gesondert für Vorder- und Rückseite ausgeben.

EN 1992 1-1 (NA D/AT/GB)

Für diese Norm gelten die unter DIN 1045-1 gemachten Aussagen sinngemäß.

ÖNorm B4700

Für diese Norm ist diese Option nicht aktiv.

EC2 Italia

Für diese Norm gelten die unter DIN 1045-1 gemachten Aussagen sinngemäß.

DIN 1045 7/88

Für diese Norm ist diese Option nicht aktiv.

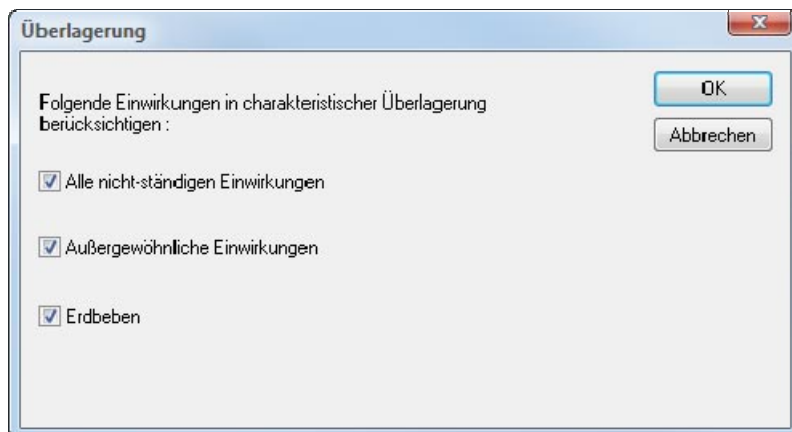
Überlagerung ...

In den genormten Bemessungssituationen im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist festgelegt, welche Einwirkungsarten in welcher Situation zu berücksichtigen sind.

Die sogenannte „charakteristische“ Überlagerung entspricht keiner der genormten Bemessungssituationen, sondern ist eine einfache Überlagerung ohne Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte.

Für die charakteristische Überlagerung wird daher die Möglichkeit geboten, selbst festzulegen, welche Einwirkungsarten berücksichtigt werden sollen. Es ist damit möglich, die Einflüsse unterschiedlicher Einwirkungen miteinander zu vergleichen:

- Alle nicht ständigen Einwirkungen
- Außergewöhnliche Einwirkungen
- Erdbeben



Ergebnisse: Einstellungen

Überlagerungen

Alle Ergebnisse der jeweils erforderlichen Bemessungssituationen können dargestellt und ausgegeben werden.

Sind auf Grund der Einwirkungen mehr als eine Bemessungssituation zu untersuchen, z.B. die „ständig/vorübergehende“ und die „außergewöhnliche“ Situation im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) und die „quasi-ständige“ Situation im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG), dann wird zusätzlich über alle beteiligten Bemessungssituationen eine "maßgebende" Überlagerung erstellt.

Zusätzlich zu den durch die Normen geregelten Bemessungssituationen wird eine sogenannte „charakteristische“ Überlagerung durchgeführt, die eine einfache Überlagerung ohne Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte darstellt.

Raster ...

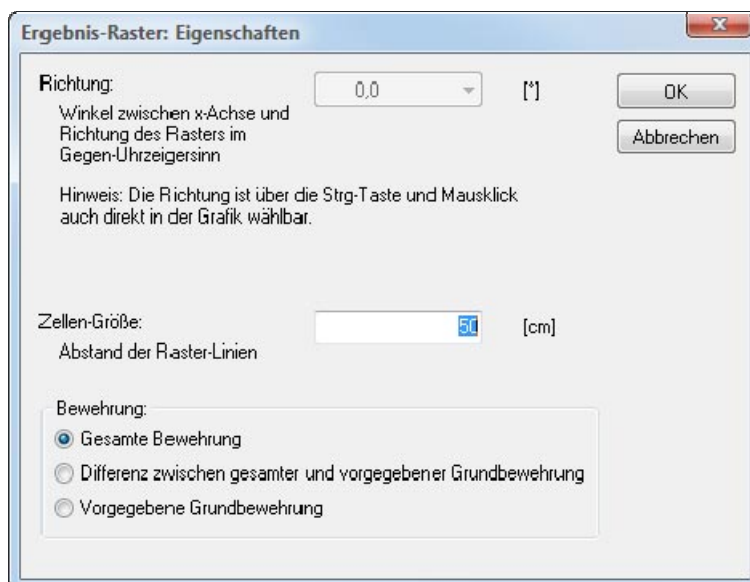
Menüpunkt Ergebnisse – Raster.

Richtung

Die Richtung (Winkel) des Ausgaberrasters richtet sich nach dem beim Bewehrungsbereich eingestellten Wert. Sind mehrere Bereiche mit unterschiedlichen Richtungen definiert oder ist durch die Bewehrungsbereiche nicht die komplette Platte abgedeckt, kann hier zwischen den unterschiedlich definierten Winkeln umgeschaltet werden. Im Raster werden dann jeweils nur die Bereiche der Ergebnisse angezeigt, für die der entsprechende Winkel definiert wurde. Bereiche für die kein gedrehter Bewehrungsbereich definiert sind, werden somit bei der Einstellung Richtung 0 [°] dargestellt.

Zellengröße

Festlegen des Abstands der Rasterlinien.



Bewehrung

Hier wählen Sie, ob für [Bewehrungsbereiche](#) die gesamte Bewehrung ausgegeben werden soll oder die Differenz zwischen gesamter und vorgegebener Bewehrung oder nur die vorgegebene Bewehrung.

Das Programm untersucht die Ergebnisse der im Bereich des Ergebnisrasterfelds liegenden FE-Elemente, und zeigt dann die maßgebenden Ergebnisse im Ergebnisrasterfeld an.

Es kann deshalb zum Beispiel bei kleinen Aussparungen vorkommen, dass Ergebnisse vermeintlich im Bereich der Aussparung liegen. Dieser Effekt ist jedoch nur auf die gleichmäßige Austeilung des

Ergebnisrasterfelds zurückzuführen. Die angezeigten Ergebnisse stammen von FE- Elementen am Rand der Aussparung, d.h. die dort z.B. ausgegebene Bewehrung ist am Rand der Aussparung einzulegen. Teilweise ist es auch hilfreich, durch Veränderung der Größe des Ergebnisrasters die Darstellung zu beeinflussen.

Skalierung ...

Menüpunkt Ergebnisse - Skalierung.

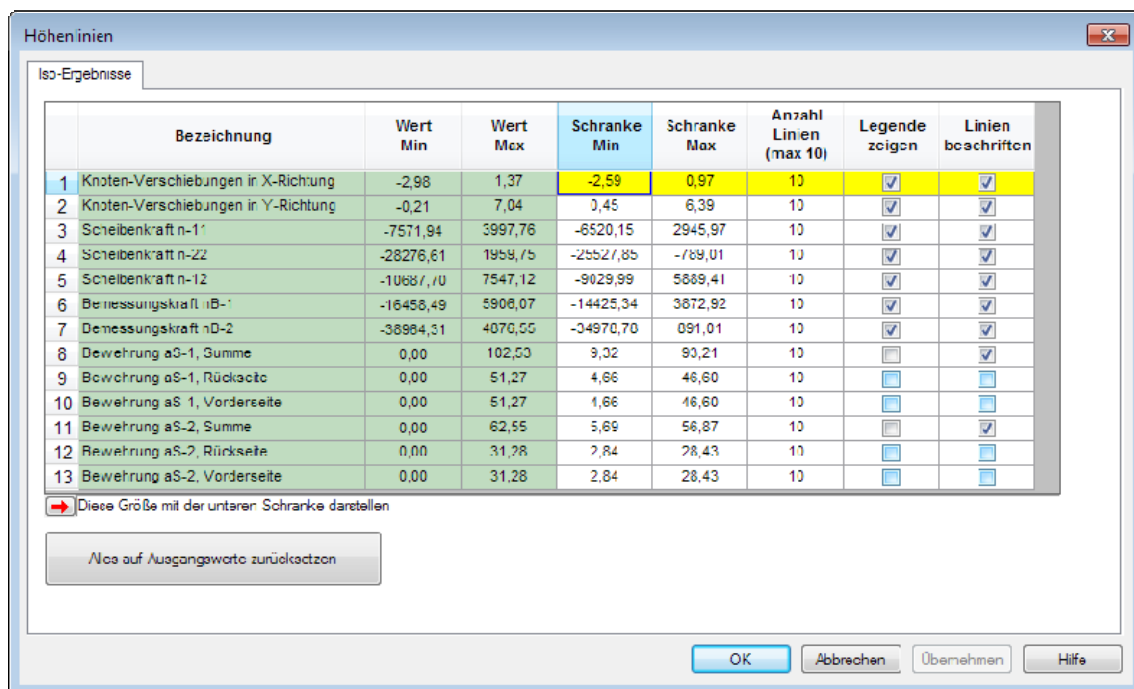
Für die Ergebnisdarstellungen der Hauptnormalkräfte, des verformten Systems, der Linienlager und Ergebnisschnitte können unterschiedliche Skalierungsfaktoren gewählt werden, um in manchen Fällen zu einer besseren Darstellung zu kommen (für Ausdruck **oder/und** Darstellung am Bildschirm).

Höhenlinien ...

Für die einzelnen Ergebnisgrößen lassen sich unterschiedliche Einstellungen vornehmen:

- untere und obere Begrenzungen und
- Anzahl der Unterteilungen.

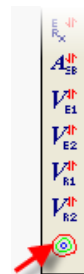
Die Darstellungen von Legenden und Linienbeschriftungen können ein- und ausgeschaltet werden.



Zu den Einstellungen gelangt man (nach der Berechnung):

1. über die Menüleiste ▶ Ergebnisse ▶ Höhenlinien
2. über die Hauptauswahl ▶ Ergebnisse: Einstellungen ▶ Höhenlinien
3. über die Symbolleiste der Iso-Ergebnisse

Hinweis: Die Einstellungen gelten übergreifend für alle Lastfälle und Lastfallkombinationen. Je nach Lage kann eventuell die gewählte Auswahl bei bestimmten einzelnen Lastfällen oder Kombinationen nicht dargestellt werden.



Ausgabe & Ergebnisse

Über das Register "Ausgabe" stehen folgende Einstellungen und Ausgabemöglichkeiten zur Verfügung:

Plan-Format wählen...

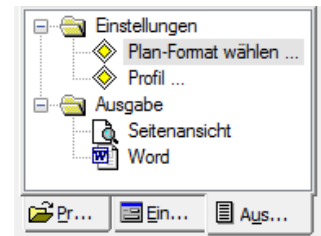
Wahl eines Plan-Formates (A4 – A0, benutzerdefiniert).

Die Grafiken eines gewählten Planformats werden in der Druckvorschau über das Register „Pläne“ angezeigt (und ausgedruckt). Im Gesamt-Statikdokument des Frilo.Document.Designer werden diese am Ende des Statikdokuments angehängt.

Tipp: Das Register „Pläne“ wird nur angezeigt, wenn mindestens eine Grafik zum Drucken im Ausgabeprofil markiert ist und die Option „Im Planformat“ gesetzt ist.

Hinweis: Das Ausdrucken des gesamten Dokumentes sollte in diesem Fall auf einem Drucker erfolgen, der beide Formate/Papiergrößen drucken kann, ansonsten wird das Planformat u.U. angeschnitten ausgedruckt. Sie können die Seiten mit den Planformaten separat auf einen passenden Drucker geben.

Für die Grafiken im Planformat lassen sich Planköpfe definieren (über das Frilo.Control.Center FCC - Extras - Layout - Plankopf), die sich auch projektspezifisch ablegen lassen (als Projekteigenschaft).



Profil...

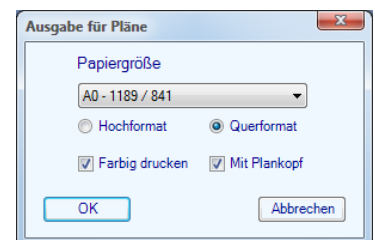
Einstellen des Ausgabeprofiles. Sie wählen hier, welche Daten/Grafiken ausgegeben werden sollen (siehe Kapitel [Ausgabeprofil](#)).

Seitenansicht

Hier haben Sie die Möglichkeit, sich Ihre Ausdruckseiten vorher am Bildschirm anzuschauen und zu drucken.

Word

Hier können Sie Ihre Ergebnisse als Word-Datei ausgeben (das Programm MSWord muss hierfür auf Ihrem Rechner installiert sein).



Ausgabe auf den Bildschirm


Durch Mausklick auf das Symbol "[Textausgabe-Fenster](#)" werden die Werte (Systemdaten, Ergebnisse) tabellarisch in einem Textfenster angezeigt.



Hinweis: Bei dieser Ausgabe können die Schriftgrößen für den Drucker separat definiert werden (Wahl der Schriftgrößen über Ausgabeprofil Register „Schriftgröße“)

Ausdruck (nur) der dargestellten Grafik

Durch die Funktionen "[Zoom](#)" bzw. "Vollbild" wird ein Ausschnitt der Grafik festgelegt, der gedruckt

werden soll. Über das Symbol "Drucken" () in der [Symbolleiste](#) oder über das Menü Datei ▶ Drucken... wird dieser Ausschnitt gedruckt.

Hinweis: Bei dieser Ausgabe entspricht die Schriftgröße am Bildschirm der Schriftgröße auf dem Papier.

Tipp: Dieser Ausschnitt kann auch mit der Tastenkombination „Strg + C“ in die Zwischenablage kopiert und dann in beliebige Dokumente eingefügt werden.

Einzellastfälle und Überlagerungen

Teilsicherheitsbeiwerte:

- Überlagerungsergebnisse werden entsprechend der Kombinationsregeln der anzuwendenden Bemessungssituation γ -fach ausgegeben. Auflagerreaktionen und Verformungen lassen sich zusätzlich auch als charakteristische Werte ausgeben.
- Ergebnisse der Einzellastfälle werden als charakteristische Werte ausgegeben (bei Zugfederausfall jedoch γ -fach).
- Für alle Bemessungsergebnisse werden natürlich die Bemessungswerte verwendet.

Bemessungssituationen

Alle überlagerten Ergebnisse aller jeweils erforderlichen Bemessungssituationen können separat dargestellt und ausgegeben werden.

Zusätzlich wird für die Schnittgrößen, Auflagerreaktionen und Verformungen immer eine "charakteristische" Überlagerung ohne Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte durchgeführt. Die charakteristische Überlagerung enthält keine Bemessungsergebnisse. In der Hauptauswahl lässt sich über "Bemessung: Einstellungen ▶ Überlagerung ..." auswählen, welche Einwirkungen (nicht-ständig, außergewöhnlich und Erdbeben) bei der charakteristischen Überlagerung berücksichtigt werden.

Sind auf Grund der Einwirkungen mehr als eine Bemessungssituation zu untersuchen, z.B. die ständige/vorübergehende- und die außergewöhnliche Situation im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) und die quasi-ständige Situation im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG), dann wird zusätzlich über alle beteiligten Bemessungssituationen eine "maßgebende" Überlagerung erstellt.

MIN/MAX-Überlagerung von Auflagerkräften

In einer sogenannten MIN/MAX-Überlagerung wird der betragsmäßig größte positive und der betragsmäßig größte negative Wert ermittelt.

Hinsichtlich der Auflagerkräfte bedeutet der MIN-Wert die betragsmäßig größte abhebende Kraft. Falls keine einzige Last eine abhebende Wirkung hat, besteht der MIN-Wert lediglich aus dem positiven Wert der ständigen Einwirkung. Als ständige Einwirkung muss diese auch mit einem positiven Wert im MIN-Wert enthalten sein.

Die Norm besagt nun, dass eine günstig wirkende, ständige Einwirkung mit einem Gamma von 1,00 anstatt 1,35 behandelt werden darf. Da die ständige Last einem Abheben entgegen wirkt, wirkt sie günstig und erhält ein Gamma = 1,00.

Damit können die gamma-fachen Kräfte leicht mit den 1-fachen verwechselt werden.

Anzeige am Bildschirm



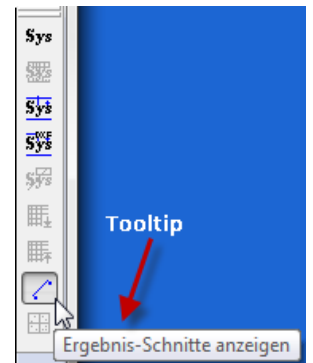
Über diese Symbole können Sie System, Lasten und Ergebnisse am Bildschirm anzeigen. Sofern für die Anzeige von Ergebnissen noch keine Berechnung ausgeführt wurde, fragt das Programm, ob die Berechnung jetzt gestartet werden soll.

Achtung: *Beim Start der Berechnung über das Symbol wird immer nur der gerade aktive Lastfall berechnet. Sollen mehrere Lastfälle oder eine Überlagerung gerechnet werden, muss die Auswahl der zu berechnenden Lastfälle bzw. Überlagerung im Menü über den Punkt „[Berechnen/Überlagern](#)“ erfolgen.*



Auswahl verschiedener Systemdarstellungen. Eine Symbolleiste mit verschiedenen Anzeigeoptionen wird eingeblendet. Über die Funktion der einzelnen Symbole informieren die jeweiligen Tooltips.

Siehe auch: [Hilfskonstruktion](#), [DXF-Import](#), [Zwangsgeometrie](#), [Schnitte](#).



Lasten anzeigen



Anzeige der eingegebenen Lasten des jeweils aktiven Lastfalles.

Achtung: *Nicht aktive Lastfälle, die in der Lasteingabetabelle als "sichtbar" markiert wurden, werden ebenfalls mit angezeigt.*

Hauptschnittgrößen anzeigen



Haupt-Schnittgrößen anzeigen.



Über die eingeblendete Symbolleiste können Sie

- den Verlauf der Hauptmomente anzeigen.
- den Verlauf der Hauptquerkräfte anzeigen.

Diese Optionen stehen nur für Einzellastfälle zur Verfügung.



Knotenergebnisse anzeigen. Die Symbolleiste für die Anzeige der Knotenergebnisse wird eingeblendet (Verformtes System, Verschiebungen, Auflagerreaktionen)

→ siehe Abschnitt „[Knotenergebnisse](#)“ weiter unten.



Ergebnisse im Ausgaberraster anzeigen. Die Symbolleiste für die Anzeige der Ergebnisse im gewählten Ausgaberraster wird eingeblendet

→ siehe Abschnitt „Ergebnisse im Ausgaberraster“ weiter unten und Kapitel [Menüpunkt Ergebnisse](#).



Ergebnisse als Iso-Linien anzeigen. Die Symbolleiste für die Anzeige der Ergebnisse von Einzellastfällen in Form von Isolinen wird eingeblendet (Normalkräfte, Bemessungskräfte, Bewehrung) → siehe Abschnitt „[Isolinien](#)“ weiter unten.

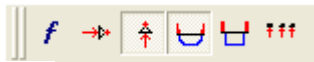


Schnitt-Ergebnisse anzeigen (im Grundriss). Mit dieser Option können Schnittgrößen und Bemessungsergebnisse entlang vorher definierter Schnitte angezeigt werden.



[Schnitt Ergebnisse](#) grafisch in separatem Grafikenster anzeigen. Mit dieser Option können Schnittgrößen und Bemessungsergebnisse entlang vorher definierter Schnitte angezeigt werden.

Knotenergebnisse



Verformtes System anzeigen. Mit dieser Option können die Knotenverschiebungen als Verformungsbild angezeigt werden. Diese Option steht nur für Einzellastfälle zur Verfügung.



Auflagerkräfte in X-Richtung anzeigen (horizontale Auflagerkräfte).



Auflagerkräfte in Y-Richtung anzeigen (vertikale Auflagerkräfte).



Auflagerkräfte als Kurven anzeigen.



Auflagerkräfte als Rechteckkurven anzeigen.



Auflagerkräfte an Knoten anzeigen.

Ergebnisse im Ausgaberraster

Dabei entspricht im ungedrehten Koordinatensystem die Richtung 1 der x- Richtung und die Richtung 2 der y- Richtung.



Scheibenkräfte anzeigen: n_{11} , n_{22} und n_{12} (Schubkraft).



Scheibenspannungen anzeigen: σ_{11} , σ_{22} und σ_{12} .



Bemessungskräfte für die Bewehrung anzeigen: n_{B-1} und n_{B-2} .



Betonausnutzung prozentual anzeigen.



Bewehrung anzeigen: a_{s-1} / a_{s-2} .



Rissbreiten anzeigen: w_{k-1} / w_{k-2} .



Grenz-Durchmesser der Bewehrung anzeigen: d_{s-1} / d_{s-2} .



Bewehrung: Gesamt/Differenz einstellen.

Mit diesem Button wird der Dialog für das [Ergebnisraster](#) geöffnet.

Achtung: Werden für eine Raster-Zelle überhaupt keine Punkte mit Schnitt- oder Bemessungsgrößen gefunden, dann wird diese Zelle nicht dargestellt. Dies soll der besseren Unterscheidung dienen, zwischen Zellen, in denen die Bemessungsrichtung nicht mit der Rasterrichtung übereinstimmt ("-"), und Zellen, für die es gar keine Ergebnisse gibt. Dieses "Fehlen" von Zellen tritt hauptsächlich dann auf, wenn z.B. als Ort der Schnittgrößen am Element die Elementmitten (davon gibt es viel weniger als z.B. von den Element-Kantenmitten) eingestellt werden oder, wenn die durchschnittliche Elementgröße im Vergleich zur Zellengröße sehr groß ist.



Bemessungspunkte anzeigen.

Isolinien



Über diese Symbole zeigen Sie die Ergebnisse in Form von Isolinien an.

Ausgabeprofil SCN

Siehe auch [Ausgabe & Ergebnisse](#)

Ausgabeprofil

System

Hier können Sie auswählen, ob Sie die Systemdaten als Tabelle (Option Text drucken) und/oder als Grafik (Option Grafik drucken) ausgeben wollen und ob die Ausgabe der Grafik über den Grafikdrucker erfolgen soll.

Wird in der Spalte „Gewählt Maßst.“ ein größerer Maßstab als der maximal mögliche eingegeben und ist der [Planformatdruck](#) nicht aktiviert, erfolgt die Ausgabe automatisch auf dem Standarddrucker über mehrere Seiten. Die angezeigten Maßstäbe beziehen sich immer auf den Standarddrucker.

Ausgabe-Profil							
	Bezeichnung	Text Drucken	Grafik Drucken	Max Maßst.	Opt Maßst.	Gewählt Maßst.	Im Plan-Format
1	System	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	140	150	150	<input type="checkbox"/>
2	System mit H-Netz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	114	125	125	<input type="checkbox"/>
3	System mit Hilfskonstruktion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	114	125	125	<input type="checkbox"/>
4	System mit Dxf-Folie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	114	125	125	<input type="checkbox"/>
5	System mit Zwangsgeometrie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	0	0	<input type="checkbox"/>
6	Schnitte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	0	0	<input type="checkbox"/>
7	Vorgabe-Bewehrung, Summe (Raster)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	0	0	<input type="checkbox"/>
8	Vorgabe-Bewehrung, Rückseite (Raster)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	0	0	<input type="checkbox"/>
9	Vorgabe-Bewehrung, Vorderseite (Raster)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	0	0	<input type="checkbox"/>
10							

Die Text-Information dieser Größen drucken

Lastfälle

Hier haben Sie die Möglichkeit, die Lastfälle auszuwählen, für die Sie Ergebnisse drucken wollen.

Über die Option „Übersichten“ kann gewählt werden, ob zu jedem Lastfall eine Übersicht über Einwirkungen, Daten der Belastung und einige Zusammenfassungen der Ergebnisse (falls vorhanden) gedruckt wird.

In der Spalte „Berechnet“ wird zu jedem Lastfall angezeigt, ob er bereits berechnet ist.

Überlagerungen

Hier haben Sie die Möglichkeit, die Überlagerungen entsprechend der erforderlichen Bemessungssituationen einschließlich der „Charakteristischen“ und eventuell der „Maßgebenden“ Überlagerung auszuwählen, für die Sie Ergebnisse drucken wollen.

Das Register „Überlagerung“ steht nicht zur Auswahl, wenn keine überlagerten Ergebnisse vorhanden sind.

In der ersten Zeile „Überlagerung-Übersichten“ kann gewählt werden, ob zu jeder Überlagerung eine Übersicht über die beteiligten Lastfälle und Einwirkungen gedruckt wird.

Lasten

Ausgabeoptionen für die einzelnen Lastarten.

...Ergebnisse

Über die verschiedenen Register für die Ergebnisse können Sie entscheiden welche Last- bzw. Ergebnisbilder ausgegeben werden sollen.

Knoten-, Platten-, Raster- bzw. Iso-Ergebnisse

Schriftgröße

Einstellmöglichkeiten für die Schriftgröße in der Ausgabegrafik.

Sichern...

Das Ausgabe-Profil kann auch als Standardvorgabe für neue Positionen gespeichert werden.

Dieses Ausgabe-Profil kommt nur zur Anwendung, wenn noch kein positionsspezifisches Ausgabe-Profil vorhanden ist (i.d.R. bei neuen Positionen). Der Sinn ist, dass bei neuen Positionen schnell die Vorgabe-Einstellungen zur Verfügung stehen.

Eine gegraute Option bedeutet, dass diese Ausgabe nicht zur Verfügung steht (weil keine Ausgabedaten vorhanden sind).

Das Umschalten zwischen den einzelnen Menüpunkten erfolgt durch Mausklick auf die Register.

Mit dem Ok-Button übernehmen Sie die gewählten Einstellungen.

Tipp: Ein Mausklick in den Spaltenkopf einer Spalte mit Häkchen schaltet alle Häkchen entweder ein oder aus.

Ein Mausklick in den Spaltenkopf der Spalten „Max Maßst.“ oder „Opt Maßst.“ überträgt entweder die maximalen oder die optimalen Maßstäbe auf die gewählten Maßstäbe.

Programmspezifische Symbole

[Symbole der Lasteingabe](#)



[Symbole für verschiedene Eingabemodi](#)

Fangfunktion, Hintergrundnetz, Linieneingabe, Koordinatensystem, Auswahlmodus



[Symbolleiste Ansicht](#)



[Symbole für Ergebnisanzeige und Ausgabemöglichkeiten](#)

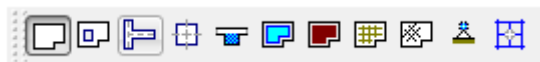


[Symbole für Hilfsfolien](#)



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

[Symbole der grafischen Eingabe](#)



Kann bei Bedarf angezeigt werden (Standardmäßig ausgeschaltet).

Dazu unter Optionen – Einstellungen – Erweitert – Menüpunkt „Symbolleiste anpassen...“ anzeigen, erst dann können unter dem Menüpunkt Optionen die Symbolleisten ein/ausgeschaltet werden)

Zusätzliche Menüpunkte in SCN

Menüpunkt Bearbeiten

FE-Netz: Eigenschaften
 Erzeugen
 Löschen
 Siehe Kapitel [FE-Netz](#)

Berechnen/Überlagern Siehe Kapitel [Berechnen/Überlagern...](#)

Menüpunkt Ergebnisse

Überlagerung... In den genormten Bemessungssituationen im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist festgelegt, welche Einwirkungsarten in welcher Situation zu berücksichtigen sind.
 Siehe Kapitel [Bemessung: Einstellungen](#).

Scheibe Optionen zur Bewehrung und Bemessungsrichtung

Norm sichern... Sichern der ausgewählten Norm und/oder der Einstellungen als Standardvorgabe für neue Positionen.

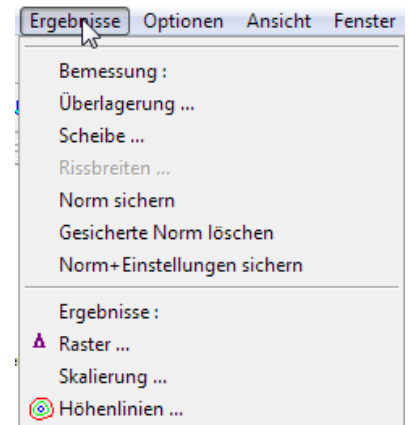
Raster Über diesen Menüpunkt können Sie ein Raster für die Ergebnisse definieren und Optionen für die Ausgabe der Bewehrung wählen.

Siehe hierzu Kapitel [Ergebnisse: Einstellungen](#).

Skalierung Über diesen Menüpunkt können Skalierungsfaktoren für die Ergebnisdarstellungen der Verformungen bzw. der Wand- Ergebnisse (für Ausdruck **oder/und** Darstellung am Bildschirm) definiert werden. Siehe hierzu Kapitel [Ergebnisse: Einstellungen](#)

Höhenlinien... Konfiguration der Darstellung von [Höhenlinien](#).

Siehe auch [Ergebnisse & Ausgabemöglichkeiten](#).



Menüpunkt Optionen

Einstellungen – SCN Scheiben mit finiten Elementen

Über einzelne Register können verschiedene Einstellungen vorgenommen werden, z.B.

[Konstruktionsmodus](#),
[Automatische Datensicherung](#),
[Interaktive Eingabe](#) (Hintergrundnetz, Koordinatenachsen),

Datentransfer Allplan:

die Daten der Teilbilder aus ALLPLAN (über Tastenkombination STRG-T) werden direkt in die Grafik übertragen. Um einen zusätzlichen Dialog mit der Auflistung der Folien einzublenden, markieren Sie diese Option.

Allplan ASF-Format ...

Einstellung der Exportoptionen (Allplanversion) für die Ausgabe in Datei, die vom Programm Allplan eingelesen werden kann.

Ergebnisse

Über diese Option können die Ergebnisse einer Lastfallüberlagerung nach dem Öffnen einer Position wiederhergestellt werden, falls die Ergebnisse der Einzellastfälle vorhanden sind.

Farben

Siehe Dokument [Menüpunkte](#) ▶ Farbeinstellungen

Koordinatenachsen

Darstellungsoptionen für die Koordinatenachsen

Erweitert ▶ Symbolleisten anpassen

Diese selten benutzte Funktion ist standardmäßig aus dem Optionenmenü ausgeblendet und kann hiermit eingeblendet werden. Damit können die Symbole und Symbolleisten individuell konfiguriert werden.

Menüpunkt Eingabe

Diese Menüpunkte stehen auch als Symbole zur Verfügung und sind in der → [Grafischen Eingabe](#) beschrieben.

Menüpunkt Grf-Optionen

Eine importierte Hilfsfolie (aus DXF ...) kann ein- bzw. ausgeblendet werden.

Menüpunkt Werkzeuge

Siehe Beschreibung im Dokument „[Grafische Eingabe.pdf](#)“

Grafische Eingabe


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

Wichtig:

Das Programmmodul "Grafische Eingabe" wird in verschiedenen Programmen benutzt (PLT, GEO, WL, SCN). Im Dokument [Grafische Eingabe.pdf](#) 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).

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 eingeben.

3D-Konstruktionsgrafik

Aufruf über das Symbol .

Die 3D-Konstruktionsgrafik ermöglicht eine "gerenderte" Darstellung des Systems, die sich auch sehr gut für Kontrollzwecke eignet.

Das System wird von einer virtuellen Kameraposition aus in perspektivischer Sicht (Gegensatz: orthogonale Sicht) dargestellt.

Das System kann z.B. über die Pfeiltasten oder durch Bewegen der Maus bei gedrückter Maustaste gedreht werden. Bitte beachten Sie, dass beim Verschieben oder Vergrößern/Verkleinern die Kameraposition verändert wird und nicht das System.

Auch Animationen wie Rotation oder Kameraflug können gestartet werden.

Weitere Info: → siehe Beschreibung im Dokument [3D-Konstruktionsgrafik.pdf](#)

Literatur

- /1/ R.H. GALLAGHER: *Finite-Element-Analysis*. Berlin, Heidelberg, New York (Springer) 1976. (S. 261 ff. über Rechteckelemente)
- /2/ H.R. SCHWARZ: *Methode der finiten Elemente*. Stuttgart (Teubner) 1984.
- /3/ DIN 1045 Beton und Stahlbeton, Bemessung und Ausführung.
- /4/ F. LEONHARDT: *Vorlesungen über Massivbau*. Teil II: Sonderfälle im Stahlbetonbau (F. Leonhardt und E. Mönning). Berlin, Heidelberg, New York (Springer) 1975.
- /5/ H. KUPFER, R. MANG: „Rißfeld und Druckfeld in Stahlbetonscheiben“, in: *Fortschritte im konstruktiven Ingenieurbau. Gallus Rehm zum 60. Geburtstag*. Berlin (Ernst & Sohn) 1984.
- /6/ TH. BAUMANN: „Zur Frage der Netzbewehrung in Flächentragwerken“, in: *Der Bauingenieur* 47.1972, Heft 10, S. 367 - 377.