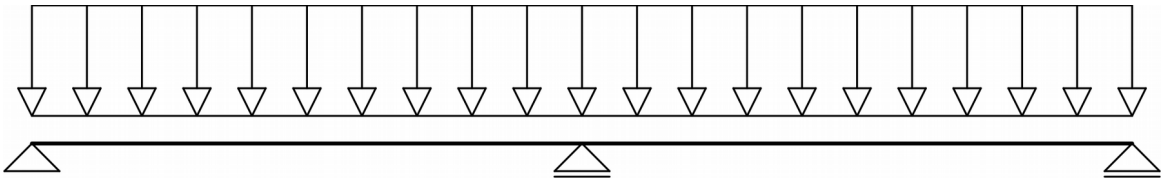
V – B E M
Version 2.66

Programm zur Bemessung von
Trapezprofilen und Produkten mit vergleichbarem
Bemessungskonzept



Kurzbeschreibung
und
Anwenderhandbuch

© 2005 -2018 IFL

info@IFLeichtbau.de

1 Kurzbeschreibung....1.1
1.1 Systemanforderungen....1
1.2 Leistungsumfang....2
1.2.1 Zweck des Programmes....2
1.2.2 Benutzerschnittstelle....2
1.2.3 Berechnung....2
1.2.4 Ausgabe....3
2 Installation....2.1
2.1 Allgemeines....1
2.2 Installation....1
2.3 Programmaufruf....1
2.4 Konfiguration....1
2.5 Programm entfernen....2
3 Die Programmfunktionen im Einzelnen....3.1
3.1 Allgemeines....1
3.2 Systemmaske....2
3.3 Auswahlmaske....5
3.4 Maske „*Bemessungsoptionen*“....7
3.5 Ergebnis- und *Auswahlmaske*....10
3.6 *Maske* „Optionen“....12
4 Berechnungsverfahren....4.1
4.1 Allgemeines....1
4.2 System und Lasten....1
4.2.1 Allgemeines....1
4.2.2 Dach....1
4.2.3 Wand....2
4.3 Nachweis Auflast und unabhängige Verkehrslast....3
4.3.1 Maßgebende Stützweiten....3
4.3.2 Tragsicherheit....3
4.3.3 Gebrauchssicherheit....5
4.3.4 Gebrauchstauglichkeit (Durchbiegung)....5
4.4 Nachweis Soglast....6

4.4.1 Maßgebende Stützweiten....6
4.4.2 Tragsicherheit....6
4.4.3 Gebrauchssicherheit....7
4.4.4 Gebrauchstauglichkeit (Durchbiegung)....7
4.5 Einzelnachweise....7
4.5.1 Feldmoment....7
4.5.2 Endauflager....8
4.5.3 Zwischenauflager....8
4.6 Inter- und Extrapolation....11
4.6.1 Allgemeines....11
4.6.2 Auflagerbreite....11
4.6.3 Befestigungsraster....12
4.7 Exkurs: *Interpolation* der M/R- Interaktion....13
4.7.1 Problemstellung....13
4.7.2 Algorithmus....14
a) Gegeben....14
b) Gesucht....14
4.7.3 Sonderfälle....17
a) Definitionsskizze....17
b) Fall 1: Eine der Kurven ist vom Typ „Keine Interaktion“....17
c) Fall 2: Beide Kurven sind vom Typ „Keine Interaktion“....18
4.8 *Begehbarkeit* / Lokale Belastung....18
4.8.1 Allgemeines....18
4.8.2 Begehbarkeit nach DIN 18807....18
4.8.3 Begehbarkeit nach Niederländischer Norm....18
5 Literatur....5.1
8 Anhang A: Sicherheitsbeiwerte....8.1

1 Kurzbeschreibung

1.1 Systemanforderungen

Rechner/ Betriebssystem Software	PC, Maus MS Windows[1)] XP, 7, 8 oder 10. MS Internetexplorer ab Version 6.x oder höher
Speicher:	Arbeitsspeicher: Der für die jeweilige Windows- Version empfohlene Hauptspeicher, der tatsächlich erforderliche Speicher hängt von der Windows- Konfiguration ab. Festplatte: ca. 12 MB im Programmordner, max. 8 MB im Windows/Systemverzeichnis, der tatsächlich erforderliche Speicher hängt von der Windows- Konfiguration ab.
Bildschirm	Bildschirm mit einer Auflösung 800 × 600 Pixel, eine höhere Auflösung wird empfohlen. Bei 800 × 600 Pixel kann es erforderlich sein, mit kleinen bzw. kleineren Anzeigefonts zu arbeiten.
Drucker:	Jeder von Windows korrekt unterstütze Drucker. Es sollte eine nicht-proportionale Druckerschrift, z.B. „Courier New“ oder „Letter Gothic“ installiert sein. I.d.R. ist dies bei jeder Windows- Installation der Fall. Z. Zt. ist der Ausdruck nur im DIN A4- Format möglich.

1) Einige der in diesem Handbuch verwendeten Begriffe und Namen sind eingetragene Warenzeichen. Diese werden hiermit ausdrücklich respektiert.

 © 2005 -2018 IFL

1.2 Leistungsumfang

1.2.1 Zweck des Programmes

Das Programm dient zur (Vor-) Bemessung von Trapezprofilen und Produkten mit vergleichbaren Bemessungsverfahren. Es können Ein- bis Vierfeldträger mit und ohne Kragarmen bemessen werden.

Die charakteristischen Tragfähigkeitswerte sind neben anderen Angaben in einer Datenbank hinterlegt.

1.2.2 Benutzerschnittstelle

Die Eingabe erfolgt über Eingabemasken. Der Anwender kann die Masken Reiter für Reiter durchsehen und bearbeiten. Beim Klick auf den letzten Reiter werden die eingegebenen Daten ausgewertet, die passenden Profile nachgewiesen und in einer Tabelle angezeigt

Hier kann ein Profil ausgewählt und eine Statik ausgedruckt werden

Vor dem Start der Berechnungen führt das Programm eine einfache Plausibilitätsprüfung der Eingabewerte durch.

1.2.3 Berechnung

Grundlage der Berechnung ist das für Trapezprofile und Kassetten übliche Nachweisverfahren nach EN 1993-1-3 bzw. EN 1999-1-4 (früher DIN 18807). In die Datenbank können alle Produkttypen aufgenommen werden, deren Nachweisformeln auf das bei Trapezprofilen übliche abgebildet werden kann, z.B. Stehfalzprofile, Kassetten etc. Zur einfacheren Anwendung werden die Produkte in Produktgruppen einsortiert, von denen jeweils eine als Auswahlkriterium verwendet werden kann.

Für die Sicherheitsbeiwerte können länderspezifische Vorgabewerte über die Auswahl der entsprechenden Bezugsnorm eingesetzt werden. In einigen Programmversionen ist es möglich, einen Teil der Sicherheitsbeiwerte individuell zu ändern.

Das Programm führt die Bauteilnachweise und den Durchbiegungsnachweise und Auflast. Falls abhebende Lasten eingegeben werden, werden zusätzlich die Bauteilnachweise für abhebende Lasten geführt. Bei dem für einige Produktgruppen verfügbaren Nachweis der Be-

 © 2005 -2018 IFL

gehbarkeit kann zwischen dem Verfahren der DIN 18807[1)] mit Grenzstützweiten (die in der Datenbank hinterlegt sein müssen) und dem niederländischen Verfahren mit feldweisem Ansatz von Einzellasten gewählt werden.

Einige Sonderregelungen der DIN 18807 werden allgemein auf EN 1993-1-3 bzw. 1999-1-4 übertragen.[2)]

1.2.4 Ausgabe

Bei der Ausgabe kann zwischen Kurzstatik (Eingabedaten und Zusammenfassung der Ausnutzungsgrade) und einer ausführlicheren Statik gewählt werden.

Zur Zeit ist die ausführliche Statik nur in der „Vollversion“ des Programmes verfügbar.

1) Das Verfahren mit Grenzstützweiten ist z.Zt. auch für EN 1990–4 und EN 1990–5 vorgesehen.
2) z.B. hinsichtlich der abgeminderten Stützweiten bei Auflast

 © 2005 -2018 IFL

2 Installation

2.1 Allgemeines

Die Installation ist einfach und kann gemäß den nachfolgenden Anweisungen in wenigen Minuten erfolgen.

Bitte beachten Sie, daß das Programm bei der Installation und in geringerem Umfang auch im laufenden Betrieb in Ihrer EDV-Anlage eine zusätzliche Datenmenge erzeugt. Als Anwender sind Sie für die Kapazität Ihrer Anlage selbst verantwortlich und beurteilen nach eigener Sachkunde, ob das Programm installiert werden kann.

2.2 Installation

Legen Sie die CD ein. Falls das Setup- Programm nicht automatisch startetet, starten Sie es bitte manuell. Klicken Sie hierzu auf:

Startmenü → Ausführen → d:\setup.exe

und folgen Sie den Anweisungen des Installationsprogramms. Das Installationsprogramm kopiert alle erforderlichen Dateien auf die Festplatte und legt ggf. die erforderlichen Ordner an. Zum einfachen Programmstart wird das Programm in das Startmenü eingetragen. Auf der CD befindet sich eine Datei „readme.htm“, die Sie z.B. mit dem Internetexplorer oder einem Browser Ihrer Wahl einsehen können. Sie enthält die aktuellsten Informationen und Hinweise zum Programm und zur Installation.

2.3 Programmaufruf

Klicken Sie zum Programmstart auf

Startmenü → Programme → *Leichtbau*[1)] → VBem

2.4 Konfiguration

Das Programm ist nach der Installation i.d.R. ohne weitere Maßnahmen betriebsbereit. Die zu verwendenden Einstellungen sind mit Vorgabewerten belegt. Bitte rufen Sie das Pro-

1) Falls das Programm von einem Profilhersteller zur Verfügung gestellt wurde, können hier auch dessen Name und eine andere Programmbezeichnung eingetragen sein.

 © 2005 -2018 IFL

gramm auf und verzweigen Sie in die Maske Optionen --> Anpassen und prüfen Sie die Angaben für die Sicherheitsbeiwerte und die Datenbank. Sie können das Auswahlfenster für die Datenbank durch einen Doppelklick auf die Zeile mit dem Datenbanknamen öffnen.

1. Ändern Sie bei Bedarf die angezeigten Parameter. Hinweise dazu sind im Abschnitt über das Menü Optionen/Anpassen angegeben. Die hier gemachten Einstellungen werden beim Programmstart als Grundeinstellung gewählt.
2. Falls das entsprechende Feld freigeschaltet ist, können Sie Ihren Firmennamen, Tel.- Nr. etc. eintragen. Diese Zeile wird als zweite Kopfzeile im Ausdruck angegeben. Die erste Kopfzeile kann i.d.R. vom Benutzer nicht geändert werden. Bei einigen Programmversionen können hier andere Angaben erforderlich sein.

Damit ist die Installation und Konfiguration beendet. Das Programm merkt sich diese Eingaben und lädt sie beim nächsten Programmstart, so daß Sie diese i.d.R. nicht mehr ändern müssen.

2.5 Programm entfernen

Sie können das Programm wie folgt von Ihrem Computer entfernen:

Startmenü → Programme → *Leichtbau*[1)] → Uninstall VBem

Es werden alle Dateien und Ordner entfernt, die vom Installationsprogramm aufgespielt oder eingerichtet wurden. Das Verzeichnis „Backup“ sowie zusätzliche Dateien, die Sie seit der Installation abgelegt haben, werden nicht gelöscht.

1) Falls das Programm von einem Profilhersteller zur Verfügung gestellt wurde, können hier auch dessen Name und eine andere Programmbezeichnung eingetragen sein.

 © 2005 -2018 IFL

3 Die Programmfunktionen im Einzelnen

3.1 Allgemeines

Die Bedienung des Programmes folgt dem üblichen Standard und braucht nicht näher erläutert zu werden. Nach dem Programmstart wird das Hauptfenster (Bild 3.1) angezeigt.

Die Eingabemaske dient zur Eingabe der Systembeschreibung (Stützweiten, Auflagerbreiten, Lasten), zur Definition von Auswahlkriterien aus der Datenbank und einiger Optionen zur Bemessung. Wegen der Vielzahl der Eingabemöglichkeiten wurde die Maske auf vier Teilmasken, die über Reiter zugänglich sind, aufgeteilt.

Von hier aus kann der Anwender die Masken Reiter für Reiter durchsehen und bearbeiten. Beim Klick auf den letzten Reiter werden die eingegebenen Daten automatisch ausgewertet, die passenden Profile nachgewiesen und in einer Tabelle angezeigt

Aus der Tabelle kann ein Profil ausgewählt und eine Statik[1)] ausgedruckt werden

I.d.R. befindet sich der Rechner nach jedem Sprung in ein Eingabefeld im Überschreibmodus. Wird in die erste Spalte eines belegten Feldes ein Zeichen (z.B. ein Leerzeichen) eingegeben, wird der gesamte nachfolgende Inhalt des Feldes gelöscht.

Die wichtigsten Menübefehle können alternativ durch Icons aufgerufen werden. Wenn der Mauspfeil einige Zeit über einem Icon steht, werden kurze Hinweise eingeblendet. Derartige Hinweise stehen auch bei vielen Maskeneinträgen zur Verfügung. Diese Hinweise werden beim Klick in ein Feld auch in der Fußzeile der Maske angezeigt.

Hinweis:

Beim ersten Programmaufruf nach der Installation kann es erforderlich sein, die Größe und Lage des Fensters mit der Maus zu verändern, bis der ganze Inhalt sichtbar wird. Da sich das Programm diese Angaben „merkt“, ist die Anpassung i.d.R. nur einmal erforderlich.

Nachfolgend werden die Eingabemaske besprochen und die Menübefehle bzw. Icons erläutert.

1) In einigen Programmversionen kann nur eine Zusammenfassung der Statik gedruckt werden.

 © 2005 -2018 IFL

3.2 Systemmaske

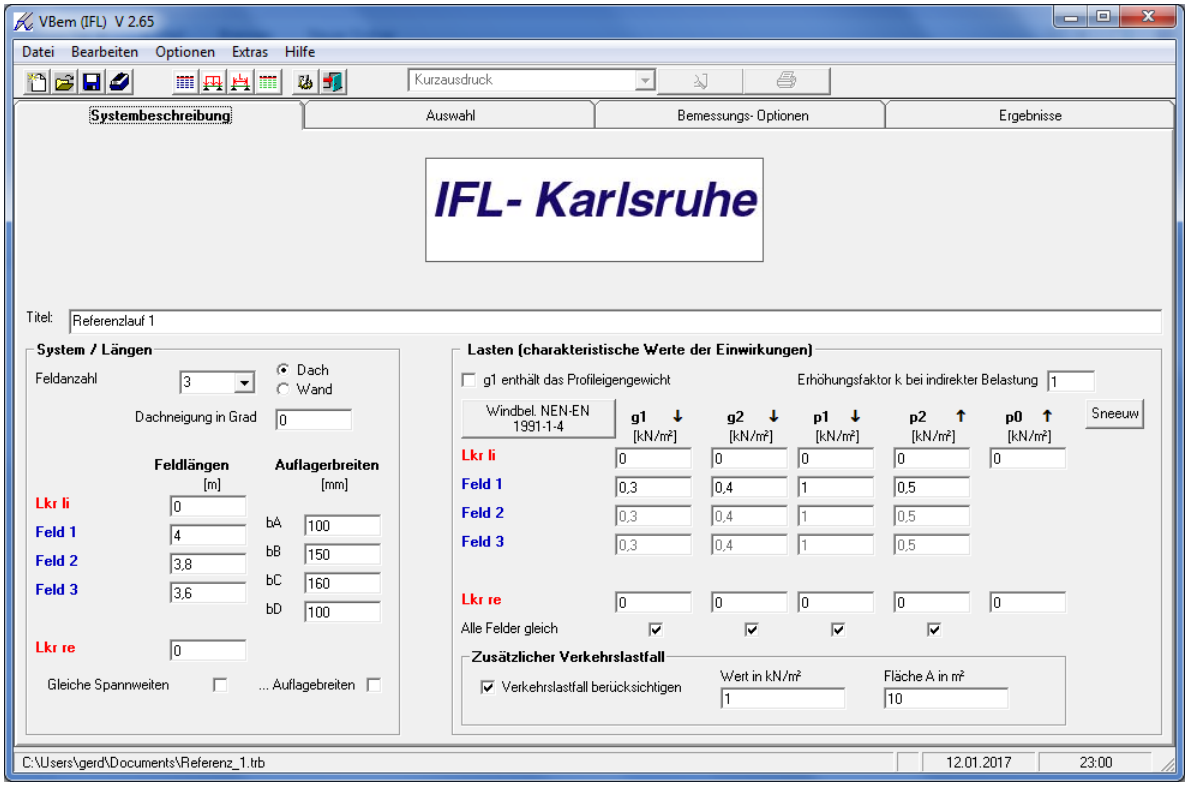


Abbildung 3.1 Systemmaske

Feld „Titel“:

Hier kann ein Hinweis auf das Bauvorhaben, die Positionsnummer oder dgl. eingegeben werden. Der Inhalt dieses Feldes wird auf jeder Druckseite wiederholt.

Gruppe „System / Längen“

- Feldanzahl: Hier kann ein Wert von 1 bis 4 ausgewählt werden. Die Maske öffnet bzw. schließt entsprechend einen Teil der übrigen Eingabefelder.
- Dach / Wand Die Maske öffnet bzw. schließt entsprechend einen Teil der übrigen Eingabefelder.
- Dachneigung: Hier kann die Dachneigung in ° angegeben werden. Im Fall „Wand“ nicht zugänglich.
- Spannweiten: Geben Sie hier die Spannweiten und Kragarmlängen in m ein. Wird das Auswahlfeld „gleiche Spannweiten“ ausgewählt, werden alle Felder – jedoch nicht die Kragarmlängen – entsprechend dem Wert für das 1. Feld

 © 2005 -2018 IFL

angenommen. Bei geneigten Trägern (Dachneigung ≠ 0°) geht das Programm davon aus, daß die Stützweite **in der Neigung gemessen** wird.

- Auflagerbreiten: Geben Sie hier die Auflagerbreiten in mm an. Wird das Auswahlfeld „gleiche Auflagerbreiten“ ausgewählt, werden alle Auflagerbreiten entsprechend dem Wert b_A angenommen.

Gruppe „Lasten“

In dieser Gruppe werden die charakteristischen Flächenlasten in kN/m² angegeben. Es sind **grundsätzlich positive Werte** einzugeben. Zur einfachen Eingabe von Gleichlasten über den gesamten Träger können die Auswahlfelder unterhalb der Lastspalten markiert werden. Das Programm setzt dann den Wert der für das Feld 1 eingegebene Last für alle Felder an.

- g_1: Eigenlast, die immer anzusetzen ist. Sie wirkt senkrecht zur Bezugslinie, bezieht sich jedoch auf die geneigte Trägerlänge. Nur für „Dach“ verfügbar.
  Falls g_1 bereits das Profileigengewicht enthält, kann das entsprechende Optionsfeld markiert werden. In diesem Fall wird das in der Datenbank hinterlegte Profileigengewicht **nicht** angesetzt.
- g_2: Eigenlast, die nur anzusetzen ist, wenn sie ungünstig wirkt, d.h. im Lastfall „Auflast“. Sie wirkt senkrecht zur Bezugslinie, bezieht sich jedoch auf die geneigte Trägerlänge. Nur für „Dach“ und nicht in allen Programmversionen verfügbar.
- p_1 Verkehrslast für den Lastfall „andrückende Last“. Bei „**Dach**“ wirkt p_1 als „**Schnee**“, d.h. die Last wirkt senkrecht zur Horizontalen und wird auch auf diese bezogen.
  Im Fall „**Wand**“ wirkt p_1 als **Winddruck**.
- p_2 Verkehrslast für den Lastfall „abhebende Last“. Sowohl beim Anwendungsbereich „Dach“ als auch „Wand“ wirkt p_2 als „**Windsog**“, d.h. die Last wirkt senkrecht zur geneigten Trägerebene und wird auch auf diese bezogen.
- p_0 Verkehrslast für den Lastfall Windsoglast (Dach) bzw. „abhebende Last“ für die „Wand“. p_0 kann nur für die Kragarme definiert werden und ermöglicht es, zusätzlich **Unterwind** an den Kragarmen zu berücksichtigen. Im Fall „Auflast“ wird p_0 vernachlässigt. p_0 wirkt parallel p_2.
- k Bei der Unterschale von zweischaligen Dächern kann es erforderlich sein, die indi-

 © 2005 -2018 IFL

rekte Lasteinleitung durch einen Erhöhungsfaktor auf die Verkehrslast zu berücksichtigen. Dies kann mit dem Faktor k ($k \geq 1$) erfolgen.

Gruppe „Zusätzlicher Verkehrslastfall“

In einigen Ländern ist zusätzlich eine von der Schnee- und Windlast unabhängige Verkehrslast nachzuweisen. In den Niederlanden ist diese Last z.B. auf eine Fläche von A= 10 m² anzusetzen. Baupraktisch wird diese Forderung umgesetzt, in dem man vom Trägerende her eine gleichmäßig verteilte Flächenlast über eine Länge $L = A / b_R$ (b_R = Baubreite) aufbringt. Die Gruppe ist nur für den Anwendungsbereich „Dach“ aktiviert.

- Verkehrslast berücksichtigen:
  Die Verkehrslast wird nur angesetzt, wenn dieses Feld markiert wird.
- Wert in kN/m²: Charakteristischer Wert der Verkehrslast. Nach NL- Norm q= 1,0 kN/m².
- Fläche in m²: Geben Sie hier die Bezugsfläche ein. Das Programm berechnet daraus die Länge der anzusetzenden Verkehrslast über die Baubreite des Profiles aus. Vorgabewert nach NL- Norm A= 10 m².
  Tip: Wenn Ihre nationale Norm eine Verkehrslast über die gesamte Trägerlänge verlangt, können Sie dies durch einen ausreichend großen Wert für die Fläche, z.B. 100 m², berücksichtigen.

Das Programm nimmt keine automatische Lastumlagerung für g_2 vor. Für den Unterwind p_0 an den Kragarmen werden alle Kombinationen (beide Kragarme mit Unterwind, beide ohne Unterwind, je einer der Kragarme mit Unterwind) durchgespielt, da sich der Unterwind entlastend auf die ersten Innenstützen auswirken kann.

Die Lastkombinationen werden im Kapitel Berechnungsverfahren erläutert.

 © 2005 -2018 IFL

3.3 Auswahlmaske

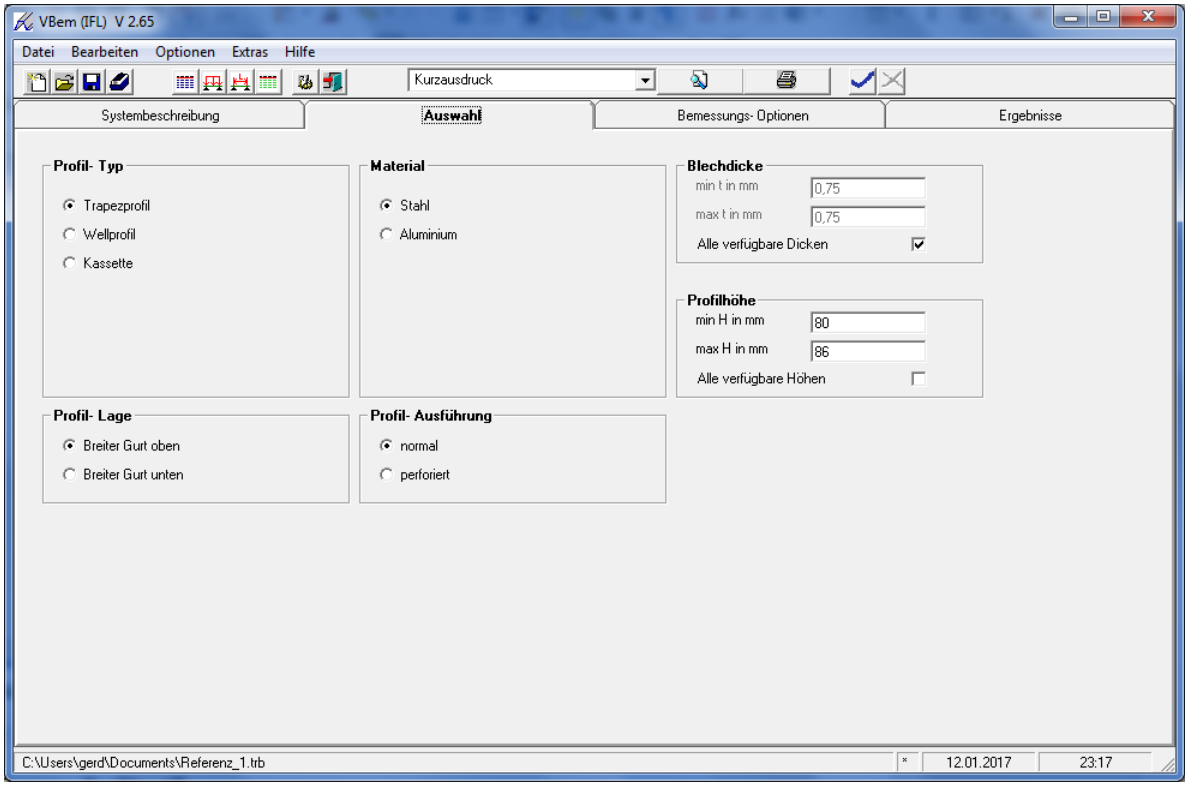


Abbildung 3.2 Auswahlmaske

Gruppe „Profiltyp“

Hier kann der Profiltyp ausgewählt werden. Es sind nur Profiltypen wählbar, die in der Datenbank enthalten sind.

Gruppe „Material“

Hier kann das Material ausgewählt werden. Es sind nur Materialien wählbar, die in der Datenbank für den gewählten Profiltyp enthalten sind.

Gruppe „Profillage“

Bei Profiltypen, die in zwei verschiedenen Lagen eingebaut werden können, z.B. Trapezprofilen, kann hier die Einbaulage gewählt werden. Da die Begriffe „Positivlage“ und „Negativlage“ nicht eindeutig definiert sind, wird hier ersatzweise mit den Begriffen „Breiter Gurt oben“ bzw. „Breiter Gurt unten“ operiert. „Unten“ ist als „am Auflager anliegend“ zu lesen.

 © 2005 -2018 IFL

Gruppe „Profilausführung“

Hier kann zwischen perforierten und nicht perforierten Profilen unterschieden werden. Achtung: Die Auswahlmöglichkeiten sind nicht mit dem Inhalt der Datenbank abgestimmt.

Gruppen „Blechdicke“ und „Profilhöhe“

Hier kann eine Mindest- und Maximalblechdicke bzw. eine Mindest- und Maximalhöhe für die zu untersuchenden Profile angegeben werden. Damit kann die Rechenzeit verkürzt und bei umfangreichen Datenbanken die Auswahltabelle übersichtlicher werden.

 © 2005 -2018 IFL

3.4 Maske „Bemessungsoptionen“

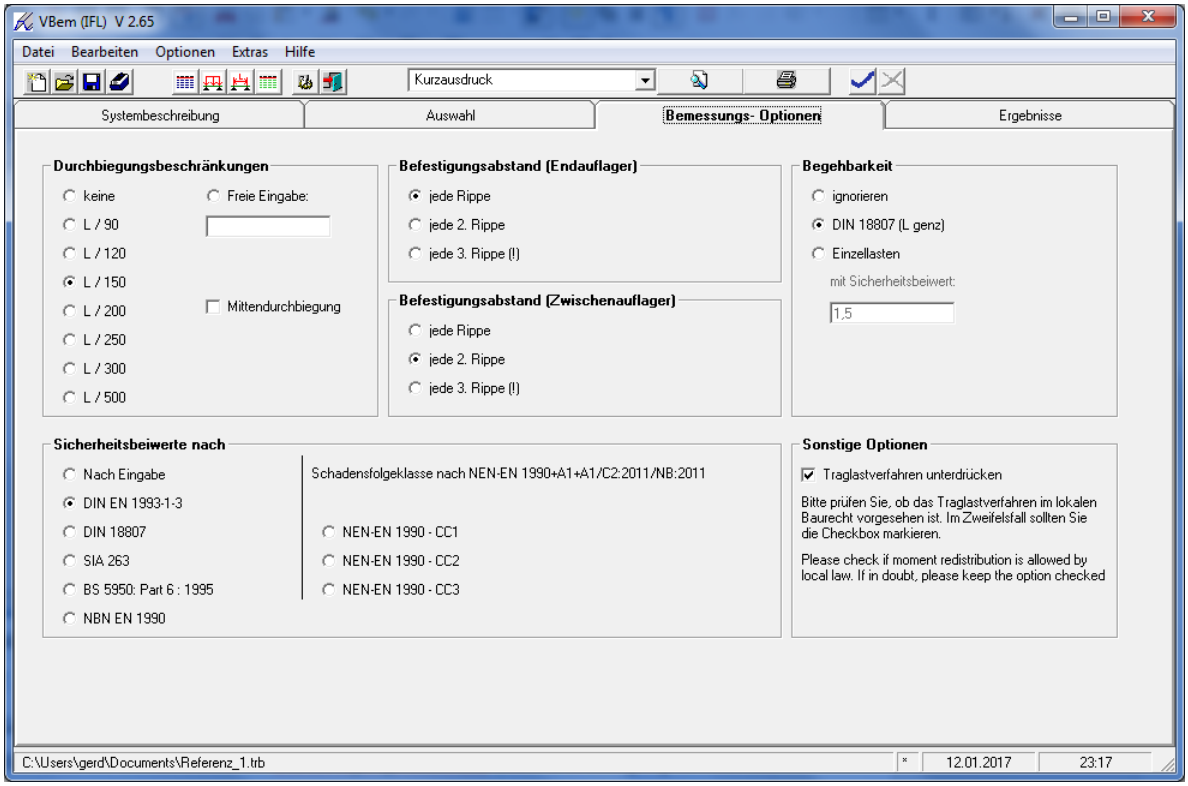


Abbildung 3.3 Bemessungsoptionen

Gruppe „Durchbiegungsbeschränkungen“

Hier kann der Grenzwert für die Durchbiegungsnachweise (max. Durchbiegung im Feld unter Auflast bzw. andrückender Belastung) eingestellt werden. Die wichtigsten Werte können direkt ausgewählt werden. Für Sonderfälle besteht die Möglichkeit zur Eingabe eines Grenzwertes. Im Regelfall wird die maximale Durchbiegung ausgegeben. Mit der Option „Mittendurchbiegung“ kann wahlweise die Durchbiegung in Feldmitte ausgewertet werden. Für die **Kragarme** wird grundsätzlich das Zweifache des angegebenen Wertes am Stabende als Grenze angesetzt.

Gruppen „Befestigungsabstand“

Hier kann für Trapez- und Wellprofile der Befestigungsabstand als Vielfaches der Rippenbreite angegeben werden. In der Regel ist hier Befestigung in jeder bzw. jeder 2. Rippe anzugeben.

 © 2005 -2018 IFL

Hinweis: DIN 18807 verlangt „am Rand der Verlegefläche“ eine Befestigung in jeder Rippe und läßt sonst eine Befestigung in jeder zweiten Rippe zu. **Eine Verbindung in jeder dritten Rippe ist i.d.R. nicht zulässig**. Im Hinblick auf sehr kleine Trapez- und Wellprofile wird im Kommentar [15] für Profile bis zu einer Rippenbreite von 150 mm unter bestimmten Voraussetzungen auch eine Verbindung in jeder dritten Rippe zugelassen. Die Verantwortung für die Auswahl dieser Option bleibt beim Anwender.
Wird Befestigung in jeder 3. Rippe gewählt und die Auswahlkriterien lassen Profile mit Rippenbreiten > 150 mm zu, werden diese intern mit „jede 2. Rippe“ bearbeitet Im Ausdruck wird auf diese Änderung hingewiesen.

Gruppe „Begehbarkeit“

Hier kann eingestellt werden, wie die Begehbarkeit eines Profiles beurteilt werden soll. Die Gruppe ist nur für die Anwendung „Dach“ zugänglich. Es werden drei Optionen angeboten:

- ignorieren:	Es erfolgt keine Untersuchung der Begehbarkeit. Im Ausdruck erfolgt ein entsprechender Hinweis.
- DIN 18807 (Grenz L)	Das Programm vergleicht die Stützweite mit den in der Datenbank hinterlegten Grenzstützweiten der Begehbarkeit.
- Einzellasten	Das Programm belegt den Träger über die gesamte Länge mit den Eigenlasten g_1 (und je nach Programmversion g_2). Anschließend werden alle Felder (nicht die Kragarme) **zyklisch** mit einer Linienlast max (P = 2 kN/m, 1,5 kN/(2 × b_R)) quer zur Spannrichtung belastet und die Tragsicherheits- Nachweise geführt.

Gruppe „Sicherheitsbeiwerte nach“

Auswahl der Sicherheitsbeiwerte. Die Auswahl erfolgt durch den Verweis auf eine Norm, wobei intern die zugehörigen Sicherheitsbeiwerte aus den hinterlegten Vorgaben definiert werden. Alternativ kann „nach Eingabe“ angewählt werden. In diesem Fall können in der „Optionsmaske“ eigene Werte eingegeben werden. Die Vorgabewerte sind im Anhang zusammengestellt. Ist eine eine Norm ausgewählt, werden **vor jedem Rechenlauf** die Vorgabewerte eingesetzt und dabei ggf. die „freien Eingabewerte“ überschrieben.

Gruppen „Sonstige Optionen“

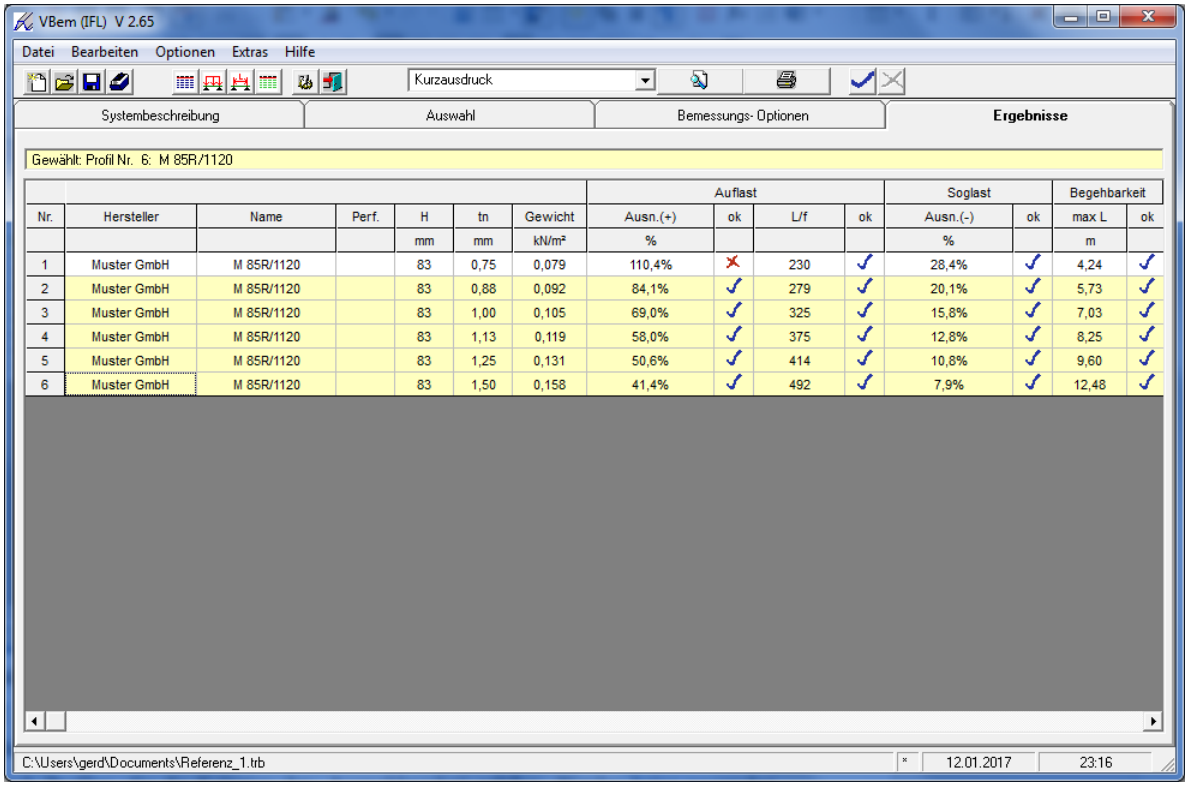
Das Programm benutzt für Trapez-, Well- und Verbunddeckenprofile aus Stahl das Traglastverfahren nach DIN 18807 bzw. EN 1993-1-3, wobei die Sicherheitsbeiwerte der gewählten

 © 2005 -2018 IFL

Norm zugrunde gelegt werden. Für Anwendungen in Ländern, in denen das Traglastverfahren nicht üblich ist, kann dieses hier abgewählt werden.
Wird die Sprache „Holländisch“ gewählt, steht das Traglastverfahren nicht zur Verfügung.

 © 2005 -2018 IFL

3.5 Ergebnis- und Auswahlmaske



							Auflast				Soglast		Begehbarkeit	
Nr.	Hersteller	Name	Perf.	H	tn	Gewicht	Ausn.(+)	ok	L/f	ok	Ausn.(-)	ok	max L	ok
				mm	mm	kN/m²	%				%		m	
1	Muster GmbH	M 85R/1120		83	0,75	0,079	110,4%	✗	230	✓	28,4%	✓	4,24	✓
2	Muster GmbH	M 85R/1120		83	0,88	0,092	84,1%	✓	279	✓	20,1%	✓	5,73	✓
3	Muster GmbH	M 85R/1120		83	1,00	0,105	69,0%	✓	325	✓	15,8%	✓	7,03	✓
4	Muster GmbH	M 85R/1120		83	1,13	0,119	58,0%	✓	375	✓	12,8%	✓	8,25	✓
5	Muster GmbH	M 85R/1120		83	1,25	0,131	50,6%	✓	414	✓	10,8%	✓	9,60	✓
6	Muster GmbH	M 85R/1120		83	1,50	0,158	41,4%	✓	492	✓	7,9%	✓	12,48	✓

Abbildung 3.4 Ergebnis- und Auswahlmaske

Beim Klick auf den Reiter der Ergebnismaske durchsucht das Programm die Datenbank nach Profilen, die die Kriterien der „Auswahlmaske“ erfüllen. Werden keine passenden Profile gefunden, wird ein Hinweis angezeigt. Andernfalls werden für die ausgewählten Profile unter Verwendung der Angaben der Maske „Bemessungsoptionen“ die statischen Nachweise geführt. Je nach Anzahl der zu untersuchenden Profile und der Ausstattung des verwendeten Computers können die Nachweise einige Sekunden benötigen.

Aus der Auswahltabelle ist ersichtlich, welche Profile untersucht wurden. Sie zeigt neben dem Namen, der Blechdicke etc. auch die Ausnutzungsgrade der einzelnen Nachweise an. Sind alle Nachweise erfüllt, wird die entsprechende Zeile farbig hinterlegt, anderenfalls bleibt der Hintergrund weiß.

Klickt man eine Tabellenzeile an, wird das entsprechende Profil in der Kopfzeile der Maske als „gewählt“ eingetragen. Über die Schaltflächen in der Funktionsleiste kann für das ge-

 © 2005 -2018 IFL

wählte Profil eine Statik angesehen oder ausgedruckt werden.
Dabei kann zwischen der Kurzform und der ausführlichen Version der Statik gewählt werden.

Sonstige Hinweise:

- Die Tabelle kann nach den Spalten „H“, „tn“, „Gewicht“, „Ausn(+)“, „L/f“ bzw. „Ausn(-)“ sortiert werden. Es genügt ein Doppelklick auf die entsprechende Spalten bzw. Spaltenkopf. Bei einem weiteren Doppelklick wird die Sortierfolge umgedreht.
- Alternativ kann die Sortierung über das Kontextmenü der Tabelle (rechte Maustaste) erfolgen.
- Bei umfangreichen Listen kann mit den Schaltflächen ✓ und ✗ die Anzeige nicht ausreichender Profile aus- bzw. eingeblendet werden.
- Die Breiten der Tabellenspalten können mit der Maus durch „Anfassen“ an den Spaltentrennlinien im Tabellenkopf verändert werden.

 © 2005 -2018 IFL

3.6 Maske „Optionen“

Die Maske „Optionen“ ist über das Menü „Optionen – Optionen anpassen“ oder durch Klick auf das Icon „Zahnrad“ zugänglich.

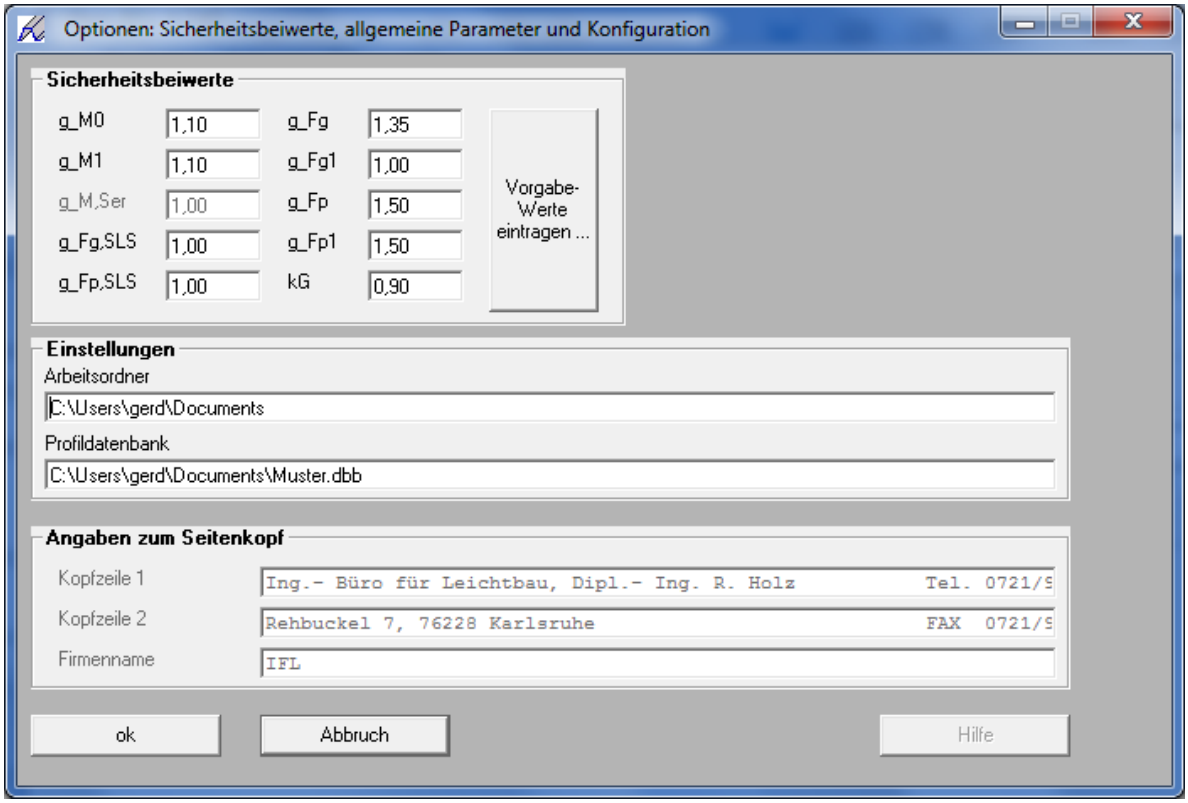


Abbildung 3.5 Maske „Optionen“

Gruppe „Sicherheitsbeiwerte“

Hier können die Sicherheitsbeiwerte angepaßt werden. Zur Vereinfachung kann mit der Schaltfläche „Vorgabewerte eintragen …“ ein Datensatz gemäß einer Norm aus einem Auswahlmenü abgerufen und anschließend bearbeitet werden. Die angezeigten Sicherheitsbeiwerte können auch von der Maske „Bemessungs- Optionen“ aus mit Klick auf die gewünschte Norm belegt werden.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Auswahl über die Sicherheitsbeiwerte.

 © 2005 -2018 IFL

Name	Vorgaben [2]		Bedeutung / Anwendung
	DIN 18807[1]	EC3, T 1.3	
Widerstand			
γ_{M0}	1,10	1,10	M infolge Fließen, eff. Querschnitt, Querkraft (auch mit Schubbeulen)
γ_{M1}	1,10	1,10	R infolge Stegkrüppelns, Biegeknicknachweis
$\gamma_{M,Ser}$	1,00	1,00	Widerstand, Berechnung von Verformungen
Einwirkungen, Tragsicherheitsnachweis (elastisch oder „Traglastkette“)			
$\gamma_{F,G,1}$	1,35	1,35	Eigenlasten, falls ungünstig
$\gamma_{F,G,2}$	1,00	1,00	Eigenlasten, falls günstig
$\gamma_{F,P}$	1,50	1,50	Verkehrslasten
Einwirkungen, Gebrauchstauglichkeitsnachweis (ergänzend zum Nachweis „Traglastkette“			
$\gamma_{F,G,SLS}$	1,00	1,00	Eigenlasten
$\gamma_{F,P,SLS}$	1,15	1,00	Verkehrslasten
γ_{M}	γ_{M1}	γ_{M1}	Widerstand
Nachweis der Verformungen			
$\gamma_{F,G,Ser}$	1,00	1,00	Eigenlasten, im Programm nicht als Variable
$\gamma_{F,P,Ser}$	1,00	1,00	Verkehrslasten, im Programm nicht als Variable
$\gamma_{M,Ser}$	1,00	1,00	Widerstand, Festwert
Sonstige Faktoren und Beiwerte			
k_g	0,90	-	Zusätzlicher Faktor für das Eigengewicht, falls günstig
Begehbarkeit nach niederländischem Modell			
$\gamma_{F,G3}$	$\gamma_{F,G,1}$	$\gamma_{F,G,1}$	Eigenlasten, keine eigene Variable vorgesehen
$\gamma_{F,P2}$	1,50		Verkehrslasten (Einzel- bzw. Streckenlast), vom Anwender in der Auswahl - Maske vorzugeben

[1] In Verbindung mit der „Anpassungsrichtlinie Stahlbau“

[2] Eine ausführliche Zusammenfassung der Vorgabewerte findet sich im Anhang A.

Gruppe „Einstellungen“:

Arbeitsordner:

Hier können Sie einen Ordner angeben, in dem das Programm bevorzugt nach Eingabedateien sucht. Auswahl mit Doppelklick auf die Zeile mit dem Ordnernamen.

 © 2005 -2018 IFL

Hinweis: Das Lesen und Schreiben von Eingabedateien ist i.d.R. nicht erforderlich und wird deshalb bei der Regelinstallation nicht unterstützt. Unter dem Datei- Menü werden nur die Punkte „Neu“ und „Ende“ angezeigt. Wird das Programm mit der Befehlszeilenoption „-filemenue“ gestartet, zeigt es ein volles Datei- Menü an.

Datenbank:
Durch Doppelklick auf die Zeile mit der Namen der Datenbank kann eine neue Datenbank ausgewählt werden. Die Datenbanken tragen die Dateiendung „*.dbb“. Sie sind in einem proprietären Format abgelegt und nicht mit gängigen Datenbankprogrammen kompatibel. Das Einlesen einer nicht zum Programm gehörenden Datenbank führt zu unvorhersehbaren Fehlern, i.d.R. zum Programmabsturz.

Gruppe Seitenkopf:

Hier können Angaben für den Seitenkopf des Ausdruckes gemacht werden. Je nach Programmversion können hier unterschiedliche Zeilen freigeschaltet oder vorbelegt sein.

Schaltfläche „ok“

Die eingestellten Optionen werden übernommen.

Schaltfläche „Abbrechen“

Die eingestellten Optionen werden verworfen, die bisherige Einstellungen bleiben aktiv.

 © 2005 -2018 IFL

4 Berechnungsverfahren

4.1 Allgemeines

Das Programm arbeitet im Prinzip nach EN 1993-1-3 bzw.. EN 1999-1-4. Mit den Erweiterungen hinsichtlich der Sicherheitsbeiwerte und der Interaktionsbedingungen kann das Programm auch für Nachweise nach DIN 18807 Teil 3 oder den entsprechenden Zulassungen verwendet werden.

Im Rahmen der vorliegenden Erläuterungen kann keine Einführung in das Nachweisverfahren gegeben werden. Es werden hier nur die wichtigsten, zum Verständnis der Vorgehensweise benötigte Punkte erläutert. Der Leser sei auf die einschlägige Literatur verwiesen.

4.2 System und Lasten

4.2.1 Allgemeines

Das Programm ermöglicht den Nachweis von Ein- bis Vierfeldträgern mit und ohne Kragarmen. Die Feldlängen können unterschiedlich sein.

4.2.2 Dach

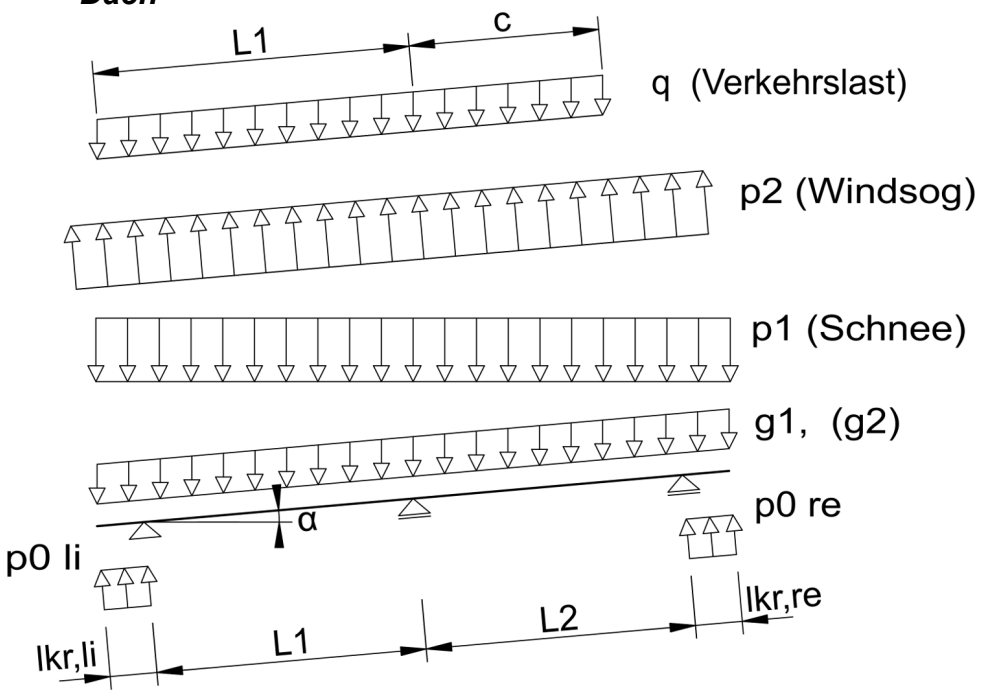


Abbildung 4.1 Lasten für das System „Dach“

 © 2005 -2018 IFL

Beim System „Dach“ können Eigenlasten, je eine andrückende und abhebende Belastung und eine unabhängige Verkehrslast angesetzt werden. Die Eigenlasten und die unabhängige Verkehrslast werden auf die geneigte (= wahre) Länge bezogen und wirken senkrecht zur Bezugslinie. Die Schneelast p_1 bezieht sich auf die horizontale Bezugslinie und wirkt senkrecht zur Bezugslinie (Schnee). Im Gegensatz hierzu wirkt die abhebende Belastung senkrecht zum Träger und wird auf die (wahre) Trägerlänge bezogen (Windsog).

Die aufgeführten Unterschiede zwischen Wirkungsrichtung und Bezugslänge wirken sich nur für Dachneigungen $\alpha \neq 0°$ aus.

Alle Lasten sind positiv einzugeben. Das Programm setzt die Lasten p_2 und p_0 (Unterwind am Kragarm) selbständig nach oben wirkend an.

4.2.3 Wand

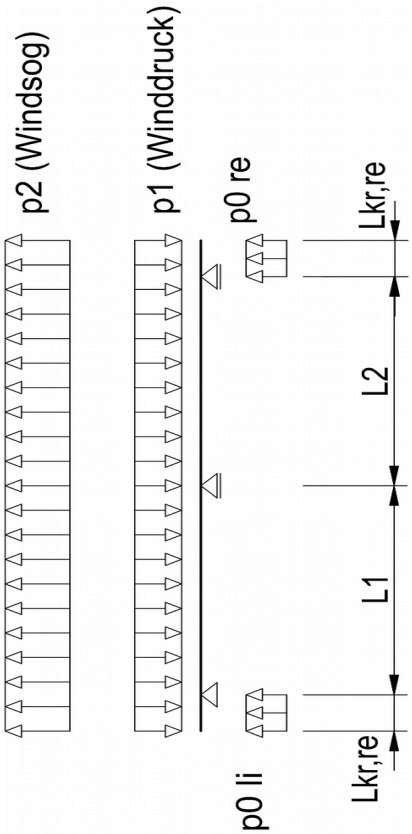


Abbildung 4.2 Lasten für das System „Wand“

Alle Lasten sind positiv einzugeben. Das Programm setzt die Lasten p_2 und p_0 (Unterwind am Kragarm) selbständig abhebend wirkend an.

 © 2005 -2018 IFL

4.3 Nachweis Auflast und unabhängige Verkehrslast

4.3.1 Maßgebende Stützweiten

Für die Endfelder von Durchlaufträger und für Einfeldträger dürfen nach DIN 18807 Teil 3 um die halbe Auflagerbreite reduzierte Stützweiten angesetzt werden. Das Programm reduziert die Stützweiten bei großen Auflagerbreiten entsprechend.

$L' = L - (\text{vorh } b_A - \text{erf } b_A) / 2 - (\text{vorh } b_B - \text{erf } b_B) / 2$

mit
- L = Stützweite (Achsmaß)
- L' = maßgebende (reduzierte Stützweite)
- $\text{vorh } b_A$ = Eingegebene Endauflagerbreite
- $\text{erf } b_A$ = größte in der Datenbank für das betrachtete Profil hinterlegte Endauflagerbreite
- $\text{vorh } b_B$ = Eingegebene Auflagerbreite am ersten bzw. letzten Innenauflager
- $\text{erf } b_B$ = größte in der Datenbank für das betrachtete Profil hinterlegte Zwischenauflagerbreite

Für $\text{vorh } b_A \leq \text{erf } b_A$ bzw. $\text{vorh } b_B \leq \text{erf } b_B$ erfolgt keine Abminderung der Stützweite am entsprechende Auflager. Die Reduktion erfolgt für das linke und rechte Endfeld eines Durchlaufträgers mit den jeweils zugeordneten Werten. Am Einfeldträger erfolgt die Reduktion sinngemäß für die Endauflager.

Im Falle von Kragarmen wird wegen des einer Zwischenstütze vergleichbaren Verformungsverhaltens keine Reduktion vorgenommen.

4.3.2 Tragsicherheit

Lastkombinationen

Für jedes Feld und die Kragarme wird mit den zugehörigen Lasten die Lastkombination gebildet:

Dach, Schnee[1]: $q_d = \gamma_{F,G,1}([g_{TRP}] + g_1 + g_2) \cdot \cos(\alpha) + \gamma_{F,P} \cdot k \cdot p_1 \cdot \cos^2(\alpha)$

1) Das Profileigengewicht g_{TRP} wird wahlweise nicht angesetzt, wenn in der Hauptmaske das entsprechende Optionsfeld markiert ist. In den Formeln wird dies durch die Schreibweise $[g_{TRP}]$ ausgedrückt.

 © 2005 -2018 IFL

Dach, Verkehrslast: $q_d = \gamma_{F,G,1}([g_{TRP}] + g_1 + g_2) \cdot \cos(\alpha) + \gamma_{F,P} \cdot k \cdot q \cdot \cos(\alpha)$

Wand: $q_d = \gamma_{F,P} \cdot k \cdot p_1$

mit g_{TRP} = Eigenlast des (Trapez-) Profils aus der Datenbank

α = Dachneigung

k = Faktor > 1 zur Berücksichtigung der indirekten Lasteinleitung

Die Verkehrslast wird, gemessen vom linken Rand, über eine Länge L = A / b_B, mit A = Bezugsfläche und b_B = Baubreite, angesetzt. Je nach Gesamtlänge des Trägers können Felder mit Voll- oder Teilbelastung bzw. verkehrslastfreie Felder auftreten.

> Da das Programm die Verkehrslast grundsätzlich mit aufsteigender Feldnummer belegt, kann es bei Trägern mit ungleichen Stützweiten erforderlich sein, den Träger in einem zweiten Bemessungslauf mit der umgekehrten Reihenfolge einzugeben. In der vorliegenden Programmversion erfolgt keine automatische Umlagerung.

Nachweis nach der Elastizitätstheorie

Für den Träger werden die Schnittgrößen nach der Elastizitätstheorie berechnet, alle Nachweise geführt und der Ausnutzungsgrad $Ausn_1$ aus dem maßgebenden Nachweis ermittelt.

Nachweis nach der Fließgelenktheorie

Für Trapez-, Well- und Verbunddeckenprofile aus Stahl und Profile, die in der Datenbank mit $Flag_1$ = 1 gekennzeichnet sind, werden mit der gleichen Streckenlast wie vor die Schnittgrößen nach der Fließgelenktheorie ermittelt. An den Innenauflagern wird hierzu das Restmoment in Abhängigkeit von den benachbarten Stützweiten und der Auflagerbreite ermittelt:

$$M_{Rest} = 0 \qquad \text{für } L \leq \min L$$

$$M_{Rest} = \max M_{Rest} \cdot \frac{L - \max L}{\max L - \min L} \qquad \text{für } \min L < L \leq \max L$$

$$M_{Rest} = \max M_{Rest} \qquad \text{für } L > \max L$$

mit L = kleinere der beiden Stützweiten rechts und links der betrachteten Stütze

Für dieses System werden die Schnittgrößen berechnet, alle Feldmomente und ggf. die Stützmomente an den Endauflagern aus den Kragarmen nachgewiesen und der Ausnut-

 © 2005 -2018 IFL

zungsgrad $Ausn_2$ aus dem maßgebenden Nachweise ermittelt.

Da man den günstigeren Nachweis (Elastizitätstheorie oder Traglastverfahren wählen darf, wird für $Ausn_1 > Ausn_2$ gesetzt

$Ausn = Ausn_2$,

anderenfalls wird gesetzt

$Ausn = Ausn_1$, und zusätzlich der Nachweis der Gebrauchssicherheit geführt.

4.3.3 Gebrauchssicherheit

Dieser Nachweis ist nur erforderlich, wenn nach Abschnitt 4.3.2 das Tragsicherheitsnachweis nach der Fließgelenktheorie gewählt wird.

Lastkombinationen

Für jedes Feld und die Kragarme wird mit den zugehörigen Lasten die Lastkombination gebildet:

Dach, Schnee: $q_d = \gamma_{F,G,SLS}([g_{TRP}] + g_1 + g_2) \cdot \cos(\alpha) + \gamma_{F,P,SLS} \cdot k \cdot p_1 \cdot \cos^2(\alpha)$

Dach, Verkehrslast: $q_d = \gamma_{F,G,SLS}([g_{TRP}] + g_1 + g_2) \cdot \cos(\alpha) + \gamma_{F,P,SLS} \cdot k \cdot q \cdot \cos(\alpha)$

Wand: $q_d = \gamma_{F,P,SLS} \cdot k \cdot p_1$

Nachweis nach der Elastizitätstheorie

Für den Träger werden die Schnittgrößen nach der Elastizitätstheorie berechnet, alle Nachweise geführt und der Ausnutzungsgrad $Ausn_3$ aus dem maßgebenden Nachweise ermittelt.

Für den Bauteilnachweis unter Auflast wird in der Zusammenfassung ausgeworfen:
$Ausn = \max(Ausn_1, Ausn_2, Ausn_3)$

4.3.4 Gebrauchstauglichkeit (Durchbiegung)

Lastkombinationen

Für jedes Feld und die Kragarme werden mit den zugehörigen Lasten folgende Lastkombinationen gebildet:

Dach, Schnee: $q_d = \gamma_{F,G,ser}([g_{TRP}] + g_1 + g_2) \cdot \cos(\alpha) + \gamma_{F,P,Ser} \cdot k \cdot p_1 \cdot \cos^2(\alpha)$

Dach, Verkehrslast: $q_d = \gamma_{F,G,ser}([g_{TRP}] + g_1 + g_2) \cdot \cos(\alpha) + \gamma_{F,P,Ser} \cdot k \cdot q \cdot \cos(\alpha)$

 © 2005 -2018 IFL

Wand: $q_d = \gamma_{F,P,Ser} \cdot k \cdot p_1$

Die Sicherheitsbeiwerte $\gamma_{F,G,ser}$, $\gamma_{F,P,ser}$ und $\gamma_{M,ser}$ werden programmintern = 1 gesetzt.

mit g_{TRP} = Eigenlast des Trapezprofils aus der Datenbank

α = Dachneigung

k = Faktor > 1 zur Berücksichtigung der indirekten Lasteinleitung

Zur Verteilung der Verkehrslast siehe Abschnitt 4.3.2. Für den Schnee und Verkehrslastfall wird die gleiche Durchbiegungsbegrenzung verwendet

Berechnung nach der Elastizitätstheorie

Für den Träger werden die Verformungen nach der Elastizitätstheorie berechnet, die Verhältniswerte f_{vorh}/L gebildet und mit dem Grenzwert $(f/L)_{zul}$ verglichen. Der maßgebende Ausnutzungsgrad $Ausn_4$ ergibt sich au dem größten Verhältnis von f_{vorh}/L und $(f/L)_{zul}$.

Für die Kragarme wird grundsätzlich der zweifache Wert von $(f/L)_{zul}$ als Grenze angesetzt.

4.4 Nachweis Soglast

4.4.1 Maßgebende Stützweiten

Bei Soglast wird grundsätzlich mit der theoretischen Auflagerlinien gerechnet, d.h. es erfolgt keine rechnerische Reduktion der Stützweiten.

4.4.2 Tragsicherheit

Lastkombinationen

Für jedes Feld und die Kragarme wird mit den zugehörigen Lasten die Lastkombination gebildet. Die Lasten p_2 und p_0 werden als „Wind“ interpretiert, d.h. sie wirken senkrecht zum Träger und beziehen sich auf die geneigte Länge.

Dach: $q_d = k_g \cdot \gamma_{F,G,2} \cdot ([g_{TRP}] + g_1) \cdot \cos(\alpha) - \gamma_{F,P} \cdot k \cdot (p_2 + p_0)$

Wand: $q_d = -\gamma_{F,P} \cdot k \cdot (p_2 + p_0)$

mit g_{TRP} = Eigenlast des Trapezprofils aus der Datenbank

α = Dachneigung

k = Faktor > 1 zur Berücksichtigung der indirekten Lasteinleitung

 © 2005 -2018 IFL

p_0 = „Unterwind“ am Kragarm, in den übrigen Feldern $p_0 = 0$.

k_g = Vorfaktor: Günstig wirkende Eigenlasten dürfen nicht voll angesetzt werden, (zur Erläuterung siehe Abschnitt Gruppe „Sicherheitsbeiwerte“, Abschnitt 3.6, S. 12

Nachweis nach der Elastizitätstheorie

Für Soglast werden die Schnittgrößen grundsätzlich elastisch ohne Berücksichtigung von Fließgelenken berechnet.

Sind Kragarme vorhanden, werden bis zu vier Bemessungsläufe durchgeführt:
- Träger ohne Unterwind
- Träger mit Unterwind p_0 am linken Kragarm
- Träger mit Unterwind p_0 am rechten Kragarm
- Träger mit Unterwind an beiden Kragarmen.

4.4.3 Gebrauchssicherheit

Entfällt, da die Tragsicherheit für Soglasten grundsätzlich nach der Elastizitätstheorie nachgewiesen wird.

4.4.4 Gebrauchstauglichkeit (Durchbiegung)

Entfällt. Für Soglasten wird üblicherweise kein Durchbiegungsnachweis geführt.

4.5 Einzelnachweise

4.5.1 Feldmoment

Für jedes Feld wird nachgewiesen:

$M_{E,d} / (M_{F,k} / \gamma_{M0}) \leq 1$

mit $M_{E,d}$ = Feldmoment aus der statischen Berechnung infolge γ_F- fachen Lasten

$M_{F,k}$ = charakteristischer Wert des Feldmomentes aus der Datenbank

Das aufnehmbare Feldmoment wird aus dem der Lastrichtung „Auflast“ bzw. „Soglast“ zu-

 © 2005 -2018 IFL

geordneten Datensatz in der Datenbank entnommen. Eine Unterscheidung hinsichtlich des Vorzeichens der Last bzw. der Schnittgrößen erfolgt nicht.

4.5.2 Endauflager

Für die Endauflager wird nachgewiesen:

Nachweis der Tragsicherheit, Auflast:

$R_{E,d} / (R_{A,T} / \gamma_{M1}) \leq 1$

Nachweis der Gebrauchssicherheit, Auflast:

$R_{E,d} / (R_{A,G} / \gamma_{M1}) \leq 1$

mit $R_{E,d}$ = Endauflagerkraft aus der statischen Berechnung infolge γ_F- fachen Lasten

$R_{A,T}$ = charakteristischer Wert der Endauflagerkraft, Tragzustand, aus der Datenbank

$R_{A,G}$ = charakteristischer Wert der Endauflagerkraft, Gebrauchssicherheit, aus der Datenbank

Bei abhebenden Lasten ist bei Untergurtverbindungen i.d.R. die Querkraft und nicht die Auflagerkraft nachzuweisen:

$V_{E,d} / (\max V / \gamma_{M0}) \leq 1$

mit $V_{E,d}$ = Querkraft aus der statischen Berechnung infolge γ_F- fachen Lasten

max V = charakteristischer Wert der Querkraft aus der Datenbank

Das Programm führt bei Kragarmen mit $L > 1{,}5\ h_{Nenn}$ nicht den Endauflagernachweis sondern den Nachweis für Biegemoment und Auflagerkraft bzw. Biegemoment und Querkraft für Zwischenauflager.

Die aufnehmbaren Auflagerkräfte werden aus dem der Lastrichtung „Auflast“ bzw. „Soglast“ zugeordneten Datensatz in der Datenbank entnommen. Eine Unterscheidung hinsichtlich des Vorzeichens der Last bzw. der Schnittgrößen erfolgt nicht.

4.5.3 Zwischenauflager

An Zwischenauflagern ist der Nachweis für die kombinierte Beanspruchung durch Biegemoment und Auflagerkraft (M/R- Interaktion) bzw. Biegemoment und Querkraft (M/V- Interaktion) erforderlich.

 © 2005 -2018 IFL

Je nach Herkunft der Profildaten kann eine der acht in der folgenden Tabelle aufgeführten Interaktionsbedingungen nachzuweisen sein.

Nr.	Formel	Besonderheiten/ Herkunft	Werte ε	Werte ε_M	Abge-bildet auf
0	$(\frac{M}{M^0_{R,d}})^{\epsilon_M} + (\frac{R}{R^0_{R,d}})^{\epsilon} \leq 1$	M- Auflagerkraft (allgemein)	0, 1, 2	(0), 1, 2	-
1	$(\frac{M}{M^0_{R,d}})^{\epsilon_M} + (\frac{V}{V^0_{R,d}})^{\epsilon} \leq 1$	M- Querkraft (allgemein)	0, 1, 2	(0), 1, 2	-
2	$(\frac{M}{M^0_{R,d}})^{\epsilon_M} + (\frac{2V}{V_{R,d}} - 1)^{\epsilon} \leq 1$	M- V nach EN 1999-1-1, EN 1993-1-3 EN 1999-1-4	2	1	-
3	$M \leq M^0 - (R/C)^{\epsilon}$	M- Auflagerkraft Variable R° enthält C	0, 1, 2	-	0
4	$\frac{M}{max\,M} + \frac{R}{max\,R} \leq 1{,}25$	M / R nach DASt- Ri. 016 EN 1993-1-3	-	-	0
5	$\frac{M}{max\,M} + \frac{V}{max\,V} \leq 1{,}3$	M / V nach DIN 18807	-	-	1
6	$(\frac{M}{max\,M})^{\epsilon_M} + (\frac{V}{max\,V})^{\epsilon} \leq 1$	M- Querkraft nach EC3 „alt“	2	2	1
7	$0{,}94 \cdot (\frac{M}{max\,M})^{\epsilon_M} + (\frac{R}{max\,R})^{\epsilon} \leq 1$	M- R nach EN 1999-1-4	2	2	0

Zur weiteren Vereinfachung der Nachweisführung und der Interpolation zwischen den Auflagerbreiten werden die Interaktionsbeziehungen Nr. 3 bis 7 in eine gleichwertige Beziehung vom Typ Nr. 0 bis 2 umgerechnet, indem der Größen M°, R° und ggf. ε und ε_M angepaßt werden

An jeder Stütze, die nicht als Endauflager eingestuft ist (siehe oben), ist einer der nachstehenden Nachweise zu führen.

 © 2005 -2018 IFL

Für **Auflast** und für **Soglast** mit Obergurtverbindungen bzw. bei experimentell ermittelten Grenzwerten gilt Interaktionsbedingung Typ 0 (Moment / Auflagerkraft):

$$\left(\frac{M}{M^0_{R,d}}\right)^{\epsilon_M} + \left(\frac{R}{R^0_{R,d}}\right)^{\epsilon} \le 1 \qquad \textit{mit den Randbedingungen} \quad \frac{M}{max\,M_{R,d}} \le 1 \quad \textit{und} \quad \frac{R}{max\,R_{R,d}} \le 1$$

Bei **Soglast** mit **Untergurtverbindung** gilt Interaktionsbedingung Typ 1 (Moment / Querkraft):

$$\left(\frac{M}{M^0_{R,d}}\right)^{\epsilon_M} + \left(\frac{V}{V^0_{R,d}}\right)^{\epsilon} \le 1 \qquad \textit{mit den Randbedingungen} \quad \frac{M}{max\,M_{R,d}} \le 1 \quad \textit{und} \quad \frac{V}{max\,V_{R,d}} \le 1$$

bzw. gemäß Eurocode 3 und 9 mit dem Interaktionstyp 2:

$$\frac{V}{V_{R,d}} \ge 0{,}5: \ \left(\frac{M}{M^0_{R,d}}\right)^{\epsilon_M} + \left(\frac{2\,V}{V_{R,d}} - 1\right)^{\epsilon} \le 1 \qquad \textit{mit der Randbedingung} \quad \frac{M}{max\,M_{R,d}} \le 1$$

$$\frac{V}{V_{R,d}} < 0{,}5: \ \frac{M}{max\,M_{R,d}} \le 1$$

mit M = Biegemoment aus der statischen Berechnung infolge γ_F- fachen Lasten

R = Auflagerkraft aus der statischen Berechnung infolge γ_F- fachen Lasten

V = maximaler Betrag der Querkraft rechts oder links der betrachteten Stütze

$M^0_{R,d}$ = Kurvenparameter (M- Achsenabschnitt)

$R^0_{R,d}$ = Kurvenparameter (R- Achsenabschnitt)

max M = charakteristischer Wert des Stützmomentes aus der Datenbank

max R = charakteristischer Wert der Auflagerkraft aus der Datenbank

max V = $V_{R,d}$ = charakteristischer Wert der Querkraft aus der Datenbank.

ε = Kurvenparameter für den R- Term, $\varepsilon = \{0, 1, 2\}$

ε_M = Kurvenparameter für den M- Term $\varepsilon_M = \{1, 2\}$

Die aufnehmbaren Auflagerkräfte und Kurvenparameter werden aus dem der Lastrichtung „Auflast“ bzw. „Soglast“ zugeordneten Datensatz in der Datenbank entnommen. Eine Unterscheidung hinsichtlich des Vorzeichens erfolgt nicht.

 © 2005 -2018 IFL

4.6 Inter- und Extrapolation

4.6.1 Allgemeines

Die aufnehmbaren End- und Zwischenauflagerschnittgrößen der Typenblätter gelten nur für festgelegte Auflagerbreiten und Befestigungsraster (Verbindung in jeder oder jeder 2. Rippe). Liegen beim aktuellen Projekt davon abweichende Verhältnisse vor, ist zu prüfen, ob die aufnehmbaren Werte abzumindern sind.

In Abhängigkeit von der Art und dem Umfang des verfügbaren Datenmaterials kann das Programm zwischen den Daten interpolieren bzw. extrapolieren. Die Inter- bzw. Extrapolation wird nach der Umrechnung der Daten in einer der oben genannten Interaktionstypen 0 bis 2 vorgenommen.

4.6.2 Auflagerbreite

Die aufnehmbaren Auflagerkräfte und bei experimentell ermittelten Werten auch die Biegemomente sind von der Auflagerbreite abhängig. Größere Auflagerbreiten vergrößern die aufnehmbaren Schnittgrößen.

Je nach Umfang der verfügbaren Daten und der aktuell vorhandenen Auflagerbreite b_{akt} wählt das Programm zwischen drei Optionen:

- Fall 1: Die vorhandene Auflagerbreite b_{akt} ist kleiner als die kleinste im Datensatz verfügbare Auflagerbreite

  Die Werte für M°, R° (V°), max M und max R (max V) werden im Verhältnis der Auflagerbreiten abgemindert:

  $S_{akt} = S_{Datenbank} * b_{akt} / b_{Datenbank}$

  Ist $b_{Datenbank} < 10$ mm, wird $S_{akt} = S_{Datenbank}$ gesetzt, da bei sehr geringen Auflagerbreiten der Wert b= 10 mm angesetzt werden darf.

- Fall 2: Die vorhanden Auflagerbreite b_{akt} ist größer als die größte im Datensatz verfügbare Auflagerbreite:

  Die Werte für M°, R°, max M und max R werden ohne Umrechnung übernommen. Aus Sicherheitsgründen erfolgt keine Vergrößerung der Widerstände mit der Auflagerbreite.

- Fall 3: Die vorhandene Auflagerbreite b_{akt} liegt zwischen zwei im Datensatz verfügbaren Auflagerbreiten:

 © 2005 -2018 IFL

Es wird eine Interaktionskurve nach Abschnitt 4.7 interpoliert.

Die Werte für M°, R°, max M und max R werden im Verhältnis der Auflagerbreiten interpoliert:

$S_{akt} = S_{Datenbank1} + (S_{Datenbank2} - S_{Datenbank1}) \cdot (b_{akt} - b_1) / (b_2 - b_1)$

4.6.3 Befestigungsraster

Die aufnehmbaren Auflagerkräfte, Querkräfte und auch das Biegemoment sind vom Befestigungsraster abhängig. Bei einer Befestigung in jeder 2.oder 3. Rippe sind die Werte gegenüber den bei Verbindung in jeder Rippe erreichbaren Werten abzumindern.

Je nach Umfang der verfügbaren Daten und dem aktuelle vorhanden Raster (Teiler) wählt das Programm zwischen drei Optionen:

- Fall 1: Das aktuelle Raster ist weiter als das größte im Datensatz verfügbare Raster:
  Die Werte für M°, R°, max M und max R bzw max V werden im Verhältnis der Raster abgemindert:
  $S_{akt} = S_{Datenbank} \cdot Teiler_{Datenbank} / Teiler_{akt}$
- Fall 2: Das vorhandene Raster ist enger als das kleinste im Datensatz verfügbare Raster:
  Die Werte für M°, R°, max M und max R bzw. max V werden ohne Umrechnung übernommen. Aus Sicherheitsgründen erfolgt keine Vergrößerung der aufnehmbaren Schnittgrößen bei einer engeren Befestigung.
- Fall 3: Das aktuelle Raster liegt zwischen zwei im Datensatz verfügbaren Rastern:
  Die Werte für M°, R°, max M und max R bzw. max V werden im Verhältnis der Raster interpoliert:
  $S_{akt} = S_{Datenbank1} + (S_{Datenbank2} - S_{Datenbank1}) \cdot (Teiler_{akt} - Teiler_1) / (Teiler_2 - Teiler_1)$

 © 2005 -2018 IFL

4.7 Exkurs: Interpolation der M/R- Interaktion

4.7.1 Problemstellung

Die nach verschiedenen Normen anzusetzenden M/R- Interaktionsbedingung am Zwischenstützenbereich kann allgemein in die Form Gl. (1) normiert werden.:

$$\left(\frac{M}{M^0}\right)^{\epsilon_M} + \left(\frac{R}{R^0}\right)^{\epsilon} \leq 1 \qquad \text{Gl. 1}$$

Während bei rechnerisch nach EN 1993-1-3 ermittelten Tragfähigkeitswerten der Kurvenparameter ε per Definition zu ε = 1 (nach DIN 18807: ε = 2) gesetzt wird, kann sich bei experimentell ermittelten Werten keine, eine lineare (ε = 1) oder quadratische Interaktion (ε = 2) ergeben[1)].

Üblicherweise werden die aufnehmbaren Schnittgrößen am Zwischenauflager für zwei Auflagerbreiten ermittelt. Nach DIN 18807 darf für Auflagerbreiten, die zwischen den untersuchten Werten liegen, linear interpoliert werden. Dies kann z.B. durch eine lineare Interpolation für die vier Bestimmungstücke $M°_B$, $R°_B$, max M_B, und max R_B erfolgen.

In einige Fällen ergeben sich im Versuch für die beiden Auflagerbreiten unterschiedliche Parameter ε. Eine einfache lineare Interpolation kann zu einem unzutreffenden Ergebnis führen, wenn z.B. zwischen einer linearen und einer sehr fülligen quadratischen Kurve interpoliert wird, vgl. Abbildung 4.3.

Nachfolgend wird ein Algorithmus beschrieben, der in diesen Fällen ein besseres Ergebnis liefert. Voraussetzung ist, daß die Kurven einen linearen oder quadratischen Verlauf haben. Der Fall „keine Interaktion“ ist nur z.T. abgedeckt und muß im Programm durch eine Fallunterscheidung abgefangen werden. Für den Fall „keine Interaktion“ für eine Auflagerbreite und „endliche Interaktion“ für die zweite Breite wird keine Lösung definiert.

1) Bei einer Berechnung nach EN 1999-1-4 wird $\varepsilon_M = 2$, sonst gilt allgemein $\varepsilon_M = 1$.

 © 2005 -2018 IFL

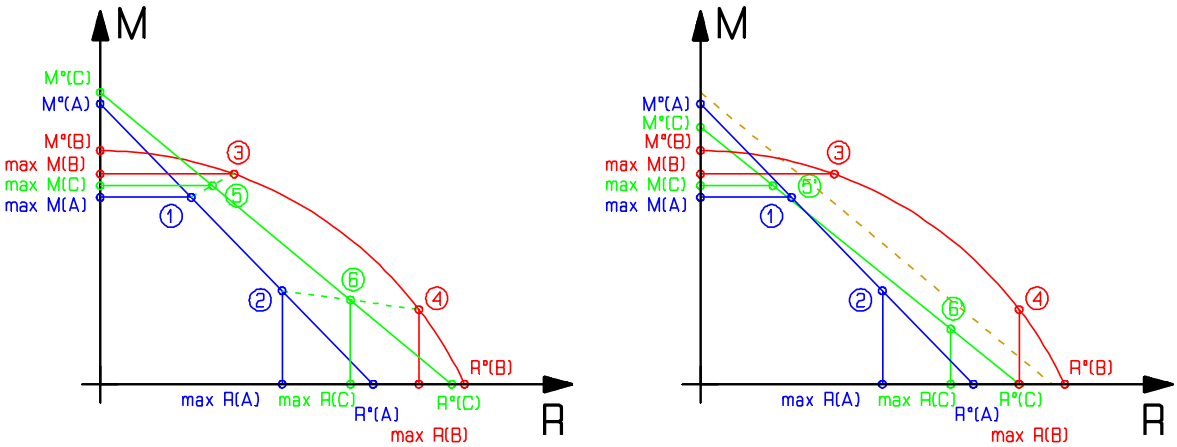


Abbildung 4.3: Interpolation, links: nach untenstehendem Algorithmus, rechts: einfache Interpolation der Bestimmungsstücke R° und M°

4.7.2 Algorithmus

a) Gegeben

Gegeben sind zwei Interaktionskurven

Kurve A für die Auflagerbreite b_A: definiert durch $M°_A$, $R°_A$, max M_A, max R_A , ε_A, $\varepsilon_{M,A}$

Kurve B für die Auflagerbreite b_B: definiert durch $M°_B$, $R°_B$, max M_B, max R_B , ε_B, $\varepsilon_{M,B}$

b) Gesucht

Gesucht ist die Interaktionsbedingung „Kurve C“ für die Auflagerbreite b_C, für die gilt:

$b_A \leq b_C \leq b_B$

Für die Kurve C sind die Bestimmungsstücke $M°_C$, $R°_C$, max M_C, max R_C, , ε_C und $\varepsilon_{M,C}$ zur ermitteln.

Die Berechnung erfolgt in mehreren Schritten.

 © 2005 -2018 IFL

1. Hilfswerte für Kurve A

M_1 := max M_A

$$R_1 = R_A^0 \cdot \left[1 - \left(\frac{max\, M_A}{M_A^0} \right)^{\epsilon_{M,A}} \right]^{1/\epsilon_A} \qquad \text{Gl. 2}$$

R_2 := max R_A

$$M_2 = M_A^0 \cdot \left[1 - \left(\frac{max\, R_A}{R_A^0} \right)^{\epsilon_A} \right]^{1/\epsilon_{M,A}} \qquad \text{Gl. 3}$$

2. Hilfswerte für Kurve B

M_3 := max M_B

$$R_3 = R_B^0 \cdot \left[1 - \left(\frac{max\, M_B}{M_B^0} \right)^{\epsilon_{M,B}} \right]^{1/\epsilon_B} \qquad \text{Gl. 4}$$

R_4 := max R_A

$$M_4 = M_B^0 \cdot \left[1 - \left(\frac{max\, R_B}{R_B^0} \right)^{\epsilon_B} \right]^{1/\epsilon_{M,B}} \qquad \text{Gl. 5}$$

3. Interpolation zwischen den Punkten (M_1, R_1) und (M_3, R_3)

$$M_5 = M_1 + (M_3 - M_1) \frac{b_C - b_A}{b_B - b_A} \qquad \text{Gl. 6}$$

$$R_5 = R_1 + (R_3 - R_1) \frac{b_C - b_A}{b_B - b_A} \qquad \text{Gl. 7}$$

© 2005 -2018 IFL

4. **Interpolation zwischen den Punkten (M_2, R_2) und (M_4, R_4)**

$$M_6 = M_2 + (M_4 - M_2)\frac{b_C - b_A}{b_B - b_A}$$ Gl. 8

$$R_6 = R_2 + (R_4 - R_2)\frac{b_C - b_A}{b_B - b_A}$$ Gl. 9

5. Berechnung der neue Kurvenparameter

$\varepsilon_C = \min(\varepsilon_A, \varepsilon_B)$ Gl. 10

$\varepsilon_{C,M} = \min(\varepsilon_{A,M}, \varepsilon_{B,M})$ Gl. 11

$$R_C^0 = \left(\frac{R_6^{\epsilon_C} - R_5^{\epsilon_C} \cdot (M_6/M_5)^{\epsilon_{M,C}}}{1 - (M_6/M_5)^{\epsilon_{M,C}}} \right)^{1/\epsilon_C}$$ Gl. 12

$$M_C^0 = \frac{M_6}{\left[1 - (R_6/R^0)^{\epsilon_C}\right]^{1/\epsilon_{M,C}}} = \frac{M_5}{\left[1 - (R_5/R^0)^{\epsilon_C}\right]^{1/\epsilon_{M,C}}}$$ Gl. 13

max $R_C = R_6$ Gl. 14

max $M_C = M_5$ Gl. 15

Es ist offensichtlich, daß für max M und max R die hier vorgestellte und die einfache Interpolation zum gleichen Ergebnis führen. Für M° und R° werden die Unterschiede umso größer, je fülliger die quadratische M/R- Kurve ist.

 © 2005 -2018 IFL

4.7.3 Sonderfälle

a) Definitionsskizze

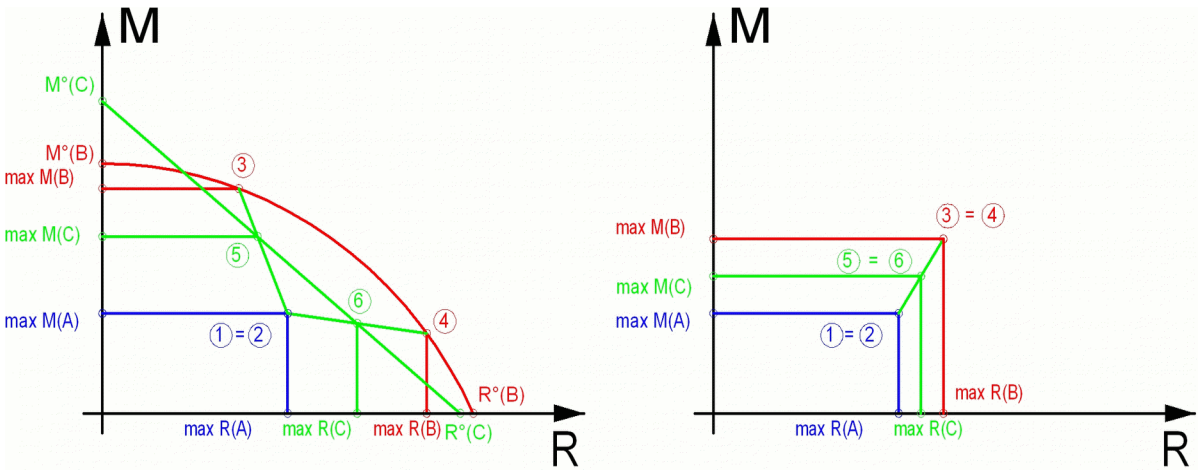


Abbildung 4.4: Sonderfälle, links: eine der Kurve ist vom Typ „keine Interaktion
rechts: beide Kurven vom Typ „keine Interaktion

b) Fall 1: Eine der Kurven ist vom Typ „Keine Interaktion“

Das Vorgehen entspricht Abschnitt 4.7.2. Es ist jedoch im Schritt 1zu setzen:

$M_1 := M_2 = \max M_A$

$R_1 := R_2 = \max R_A$

Im Schritt 5 ist zu setzen: $\varepsilon_C := 1$.

Ist die „B- Kurve“ vom Typ „keine Interaktion“ und die „A- Kurve“ vom Typ „linear“ bzw. „quadratisch“ gilt sinngemäß:

$M_3 := M_4 = \max M_B$

$R_3 := R_4 = \max R_B$

Zur Zeit ist diese Kombination nur für Auflast implementiert.

 © 2005 -2018 IFL

c) Fall 2: Beide Kurven sind vom Typ „Keine Interaktion“

Es gilt:

$M_1 := M_2 = \max M_A$ $M_3 := M_4 = \max M_B$

$R_1 := R_2 = \max R_A$ $R_3 := R_4 = \max R_B$

$$\max M_C = M_5 = M_1 + (M_3 - M_1)\frac{b_C - b_A}{b_B - b_A} \qquad \text{Gl. 16}$$

$$\max R_C = R_5 = R_1 + (R_3 - R_1)\frac{b_C - b_A}{b_B - b_A} \qquad \text{Gl. 17}$$

4.8 Begehbarkeit / Lokale Belastung

4.8.1 Allgemeines

Für den Anwendungsbereich „Dach“ kann wahlweise der Nachweis der „Begehbarkeit“ geführt werden. Neben der Option „ignorieren“ kann zwischen den Modi „DIN 18007“ und „niederländische Norm“ gewählt werden.

4.8.2 Begehbarkeit nach DIN 18807

Bei dem Verfahren nach DIN 18807 werden – i.d.R. experimentell ermittelte – Grenzstützweiten für Ein- und Mehrfeldträger angegeben. Sind in der Datenbank entsprechende Angaben hinterlegt, kann das Programm die vorhandenen Stützweite(n) mit der Grenzstützweite vergleichen. Das Ergebnis wird zusammen mit der Grenzstützweite als „ok“ oder „nicht ok“ in der Auswahltabelle angezeigt.

Eventuell vorhandene Kragarme bleiben dabei unberücksichtigt.

4.8.3 Begehbarkeit nach Niederländischer Norm

Nach der niederländischen Norm erfolgt der Nachweis der Begehbarkeit rechnerisch. Hierzu sind anzusetzen:

- Eine Last von 2 kN, verteilt auf 1 m, 0,1 m breit
- Eine Punktlast von 1,5 kN, Fläche 0,1 m × 0,1 m
  Diese Last wird in der Praxis auf zwei Rippen aufgeteilt.

Zum vereinfachenden Nachweis belegt das Programm den Träger über die gesamte Länge mit der den Eigenlasten g_1 und g_2. Anschließend werden alle Felder (nicht die Kragarme)

 © 2005 -2018 IFL

zyklisch mit einer Streckenlast P' in Feldmitte **quer** zur Spannrichtung belastet:
P' = max { 2 kN/m ; 1,5 kN / (2 × b_R) }.

Die Lastbreite wird mit 100 mm angesetzt.

Für jeden dieser Laststellungen werden die Tragsicherheitsnachweise geführt. Eine Begrenzung der Durchbiegung ist nicht erforderlich. Der Sicherheitsbeiwert für die Verkehrslast hängt von der Gebäudeklasse ab und kann in der Maske „Bemessungs- Optionen“ angegeben werden. Die Berechnung erfolgt ggf. mit nach Abschnitt 4.3.1 reduzierte Stützweiten.

Da beim Nachweis für Einzellasten (= Linienlasten quer zur Spannrichtung) an der Stelle der Einzellast im Feld auch ein Nachweis für die M/R- Interaktion der umgekehrten Profillage zu führen ist, kann der Nachweise nur für Profile geführt werden, für die Daten für die Positiv- und die Negativlage verfügbar sind. Das Programm enthält einen Algorithmus, mit dem „verwandte“ Profildaten gefunden werden können. Es empfiehlt sich, die für die Negativlage ausgedruckten Daten zu prüfen. Findet das Programm keine zugeordneten Daten, wirft es eine entsprechende Meldung aus.

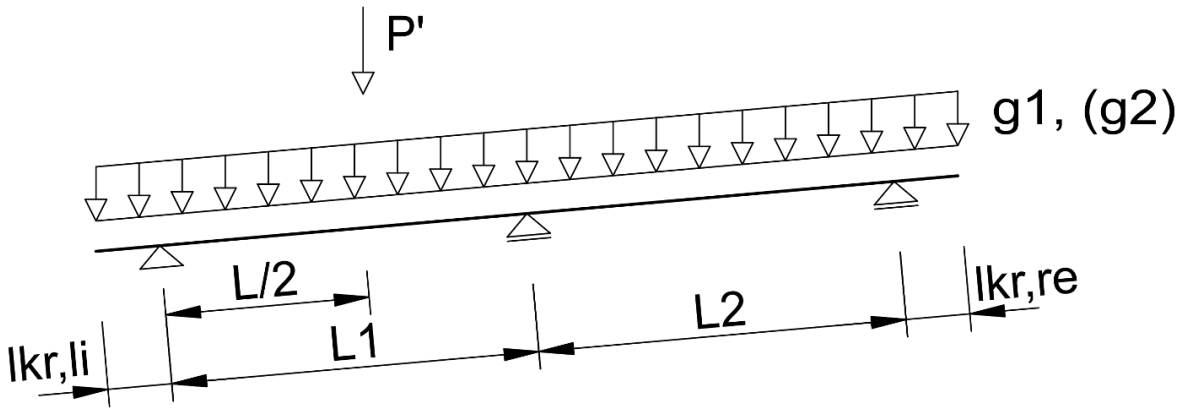


Abbildung 4.5 Laststellung „Linienlast quer zur Spannrichtung“, beispielhaft in Feld 1

Lokale Einflüsse aus den Lasten, z.B. Eindrückungen im Gurt, werden nicht angesetzt.

Die Lastordinaten 2 kN/m bzw. 1,5 kN sowie die Lastbreite b= 100 mm sind z.Zt. fest im Programm vorgegeben und können von außen nicht verändert werden.

 © 2005 -2018 IFL

5 Literatur

[1] DIN 18807 Trapezprofile im Hochbau
Teil 1: Stahltrapezprofile, Allgemeine Anforderungen, Ermittlung der Tragfähigkeitswerte durch Berechnung, Ausgabe Juni 1987

[2] DIN 18807 Trapezprofile im Hochbau
Teil 2: Stahltrapezprofile, Durchführung und Auswertung von Tragfähigkeitsversuchen, Ausgabe Juni 1987

[3] DIN 18807 Trapezprofile im Hochbau
Teil 3: Stahltrapezprofile, Festigkeitsnachweis und konstruktive Ausbildung, Ausgabe Juni 1987

[4] DIN 18807 Trapezprofile im Hochbau
Teil 6: Aluminiumtrapezprofile und ihre Verbindungen, Ermittlung der Tragfähigkeitswerte durch Berechnung, Ausgabe September 1995

[5] DIN 18807 Trapezprofile im Hochbau
Teil 7: Aluminiumtrapezprofile und ihre Verbindungen, Ermittlung der Tragfähigkeitswerte durch Versuche, Ausgabe September 1995

[6] DIN 18807 Trapezprofile im Hochbau
Teil 8: Aluminiumtrapezprofile und ihre Verbindungen, Nachwies der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit, Ausgabe September 1995

[7] DIN 18807 Trapezprofile im Hochbau
Teil 9: Aluminiumtrapezprofile und ihre Verbindungen, Anwendung und Konstruktion, Ausgabe Juni 1998

[8] DIBt (Hrsg): Anpassungsrichtlinie Stahlbau, Anpassungsrichtlinie zu DIN 18800 – Stahlbauten – Teil 1 bis 4/11.90
Mitteilungen des DIBt, Sonderheft Nr. 11. Juli 1995

[9] DIBt (Hrsg.): Änderung und Ergänzung der Anpassungsrichtlinie Stahlbau, Ausgabe Dezember 2001, Mitteilungen des DIBt, Heft Nr. 1, 2002

[10] DIN ENV 1993-1-3: Eurocode 3: Design of Steel Structures
Part 1.3: General rules, Supplementary rules for cold formed members and sheeting, Ausgabe März 2004

 © 2005 -2018 IFL

[11] EN 1993-1-3: Eurocode 3: Design of Steel Structures
Part 1-3: General rules, Supplementary rules for cold formed members and sheeting, (dt.) Ausgabe Dezember 2010

[12] EN 1993-1-5: Eurocode 3: Design of Steel Structures
Part 1-5: Plated structural Elements

[13] EN 1999-1-4: Eurocode 9: Design of Aluminum Structures
Part 1-4: Cold formed structural sheeting", Ausgabe 2009

[14] Schwarze, K.; Kech, J., Bemessung von Stahltrapezprofilen nach DIN 18807
- Biege- und Normalkraftbeanspruchung -
Stahlbau 59 (1990), Heft 9, S. 257 – 267

[15] GDA – Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V. / Arbeitskreis Dach und Wand(Hrsg.): Aluminium- Trapezprofile und ihre Verbindungen, Kommentar zur Anwendung und Konstruktion, Düsseldorf, 2006

 © 2005 -2018 IFL

8 Anhang A: Sicherheitsbeiwerte

Auf der folgenden Seite sind die Vorgabewerte für die Sicherheitsbeiwerte auf der Last- und der Widerstandsseite zusammengestellt. Sie werden beim Klick auf die „Radio- Buttons“ in der Maske „Bemessungs- Optionen“ oder in der Maske „Optionen“ mit der Schaltfläche „Vorgabewerte einsetzen …“ ausgewählt.

 © 2005 -2018 IFL

Sicherheitsbeiwerte, Lastfaktoren: Vorgabewerte und Umsetzung im Programm

Name	Maske	Vorgabe								Bedeutung / Anwendung
		DIN EN 1990-1-3	DIN 18807	SIA 263	BS 5950 Part 6	NBN EN 1990	NEN-EN 1990[1]			
							CC1	CC2	CC3	
Widerstand										
γ_0	Param.	1,10	1,10	1,10	1,00	1,10	1,00	1,00	1,00	M infolge Fließen, eff. Querschnitt, Querkraft (auch mit Schubbeulen)
γ_1	Param.	1,10	1,10	1,10	1,00	1,10	1,00	1,00	1,00	R infolge Stegkrüppelns, Biegeknicknachweis
$\gamma_{M,Ser}$	Festwert	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Widerstand, Berechnung von Verformungen, im Programm nicht als Variable
Einwirkungen, Tragsicherheitsnachweis (elastisch oder „Traglastkette“)										
$\gamma_{F,G}$	Param.	1,35	1,35	1,35	1,40	1,35	1,10	1,20	1,30	Eigenlasten, falls ungünstig
$\gamma_{F,G,1}$	Param.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Eigenlasten, falls günstig
$\gamma_{F,P}$	Param.	1,50	1,50	1,50	1,60	1,50	1,35	1,50	1,65	Verkehrslasten
$\gamma_{F,P1}$	Design-Options	1,50	1,50	1,50	1,60	1,50	1,35	1,50	1,65	Begehbarkeit (Linienlast quer zur Spannrichtung), vom Anwender in der select / options - Maske vorzuge-ben
Einwirkungen und Widerstand, Gebrauchstauglichkeitsnachweis (ergänzend zum Nachweis „Traglastkette“), EL- Theorie										
$\gamma_{F,G,SLS}$	Param.	1,00	1,00	1,00	1,10	1,00	1,10	1,10	1,10	Eigenlasten
$\gamma_{F,P,SLS}$	Param.	1,00	1,15	1,15	1,265	1,15	1,10	1,10	1,10	Verkehrslasten
γ_M	Zuord.	γ_{M1}	γ_{M1}	γ_{M1}	γ_{M1}	γ_{M1}	γ_{M1}	γ_{M1}	γ_{M1}	Widerstand, result. Sicherheit ist $\gamma = \gamma_{F,G,SLS} \times \gamma_M$ bzw. $\gamma_{F,P,SLS} \times \gamma_M$

1) NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011/NB:2011

© 2005 -2018 IFL

Name	Maske	Vorgabe								Bedeutung / Anwendung
		DIN EN 1990-1-3	DIN 18807	SIA 263	BS 5950 Part 6	NBN EN 1990	NEN-EN 1990			
							CC1	CC2	CC3	
Nachweis der Verformungen										
$\gamma_{F,G,Ser}$	Festwert	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Eigenlasten, im Programm nicht als Variable
$\gamma_{F,P,Ser}$	Festwert	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Verkehrslasten, im Programm nicht als Variable
$\gamma_{M,Ser}$	Festwert	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Widerstand, Berechnung von Verformungen, im Programm nicht als Variable
Sonstige Faktoren und Beiwerte										
k_g	Param.	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	Zusätzlicher Faktor für das Eigengewicht, falls günstig,
k	System	x	x	x	x	x	x	x	x	Faktor ≥ 1 für Verkehrslasten bei indirekter Belastung von Unterschalen im zweischaligen Dach, im Programm in der Lastmaske einzugeben!

© 2005 -2018 IFL