














# I FBWIN 5.3

# Inhalt

<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
ALLGEMEINES .....	1
STARTMENÜ.....	3
<b>2 BEDIENUNGSOBERFLÄCHE.....</b>	<b>4</b>
PROGRAMMFENSTER.....	4
MENÜLEISTE .....	5
DATEI .....	5
BEARBEITEN .....	7
OPTIONEN .....	177
ERGEBNISSE .....	188
FUNKTIONSLEISTE .....	188
NEU  .....	188
ÖFFNEN  .....	188
DRUCKEN  .....	188
SPEICHERN  .....	199
SPEICHERN UNTER ...  .....	199
ZOOM  .....	199
ZOOM FENSTER  .....	199
ZOOM OUT  .....	199
UNDO  .....	199
REDO  .....	199
LISTING  .....	20
LISTING MIT M/V-INTERAKTION  .....	20
MESSAGELIST  .....	21
<b>3 THEORIE UND ERGEBNISSE .....</b>	<b>222</b>
Allgemeine Bemerkungen .....	222
Eingangsdaten.....	22
Kontrolle der Eingaben.....	22
Querschnittsgeometrie .....	222
Belastungen .....	233
Kontrolle der Schlankheitsverhältnisse .....	233
Sicherheitsbeiwerte.....	233
Traglastzustand .....	233
Unterflansch .....	233

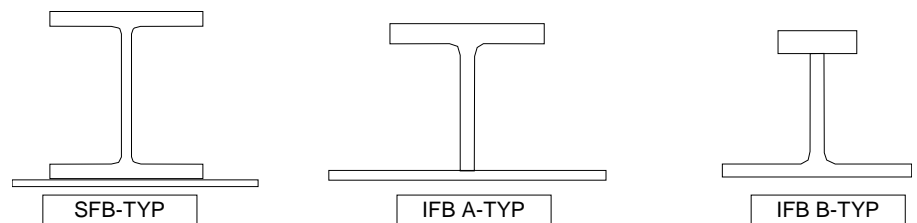
Ersatzträger.....	244
<b>Gebrauchslastzustand .....</b>	<b>255</b>
Durchbiegung des Unterflansches .....	255
Durchbiegung des Längsträgers .....	266
Eigenfrequenz des Längsträgers .....	266
<b>Schweißnahtbemessung.....</b>	<b>277</b>
<b>Bemessung des Träger-Stützen-Anschlusses.....</b>	<b>277</b>
<b>M/V-Interaktion .....</b>	<b>288</b>
<b>Rückverankerung der Randträger gegen Torsion.....</b>	<b>288</b>
<b>ANHANG : BEISPIELE.....</b>	<b>30</b>
<b>BEISPIEL 1: Innenträger / Symmetrische Belastung    IFB A-TYP .....</b>	<b>30</b>
<b>BEISPIEL 2: Innenträger / Unsymmetrische Belastung SFB-TYP .....</b>	<b>344</b>
<b>BEISPIEL 3: Randträger .....</b>	<b>388</b>

# 1 EINLEITUNG

---

## ALLGEMEINES

**IFBWIN** wurde zur Bemessung von in Flachdecken integrierten Stahlträgern entwickelt (**IFB = Integrated Floor Beam**), welche aus einem halbierten Doppel-T-Walzträger sowie einem als Ober- oder Unterflansch angeschweißten Blech hergestellt werden. Es können nur statisch bestimmte Einfeldträger bemessen werden. Das Programm rechnet sowohl nach DIN 18800 als auch nach EUROCODE 3. Es ist auch möglich SFB-Träger (**SFB = Slim Floor Beam**) zu berechnen, welche aus einem kompletten Walzträger mit daruntergeschweißtem Blech als Deckenaufleger bestehen.



Obschon die einzelnen Rechenschritte nicht sehr komplex sind, können beim ungeübten Benutzer Probleme beim Verstehen der Gesamtheorie sowie bei der Interpretation der erhaltenen Resultate entstehen. Um dies zu vermeiden, versucht das vorliegende Handbuch Antworten auf alle erdenklichen Fragen zu geben um so Missverständnissen vorzubeugen.

### Warnung

Diese Software unterstützt die vorbereitenden Ingenieurstudien im Rahmen der Konzipierung von Stahlbauten.

Auf Basis von Berechnungsmethoden nach den Prinzipien der angewandten Normen, erlaubt diese Software eine gewisse Anzahl von Nachweisen, mit dem Ziel eine Lösung im Rahmen einer Vordimensionierung, auszuwerten. Diese Software erlaubt nicht, alle Situationen zu analysieren und auf eine erschöpfende Weise alle erheblichen Berechnungen zu erstellen, die für eine Ausführungsstatik

erforderlich sind, für welche in jedem Fall die Beratung eines Ingenieurbüros notwendig ist.

Aufgrund der Komplexität der Berechnungsmethoden, richtet sich diese Software ausschließlich an fachkundige Benutzer aus dem Bereich des Stahlbaus (die in der Lage sind, sich ein genaues Bild über dessen Möglichkeiten, Unzulänglichkeiten und Eignung für die verschiedenartigen konkreten Anwendungsfälle). Der Kunde benutzt diese Software auf eigene Verantwortung und Risiko.

Diese Software wird kostenlos zur Verfügung gestellt. Dem Nutzer werden keine Rechte auf die Software gewährt. Alle Rechte (inkl. Geistiges Eigentum) bleiben ARCELOR SECTIONS COMMERCIAL S.A. (oder je nach Fall dem betreffenden Eigentümer der Rechte innerhalb der ARCELOR Gruppe) vorbehalten. ARCELOR SECTIONS COMMERCIAL S.A. übernimmt keinerlei Haftung gegenüber dem Nutzer dieser Software.

Der Nutzer dieser Software verpflichtet sich ARCELOR SECTIONS COMMERCIAL S.A. von sämtlichen mittelbaren oder unmittelbaren Ansprüchen und Schäden im Zusammenhang mit der Nutzung dieser Software freizuhalten.

WIRD DIE TASTE "AKZEPTIEREN" GEDRÜCKT, SO BESTÄTIGT DER NUTZER DAMIT VOM OBEN ANGEFÜHRTEN TEXT KENNTNIS GENOMMEN ZU HABEN UND ERKLÄRT SICH DAMIT EINVERSTANDEN, DESSEN RECHTSWIRKUNG ANZUERKENNEN UND DIE SICH DARAUS ERGEBENDEN VERPFLICHTUNGEN EINZUGEHEN.

# STARTMENÜ

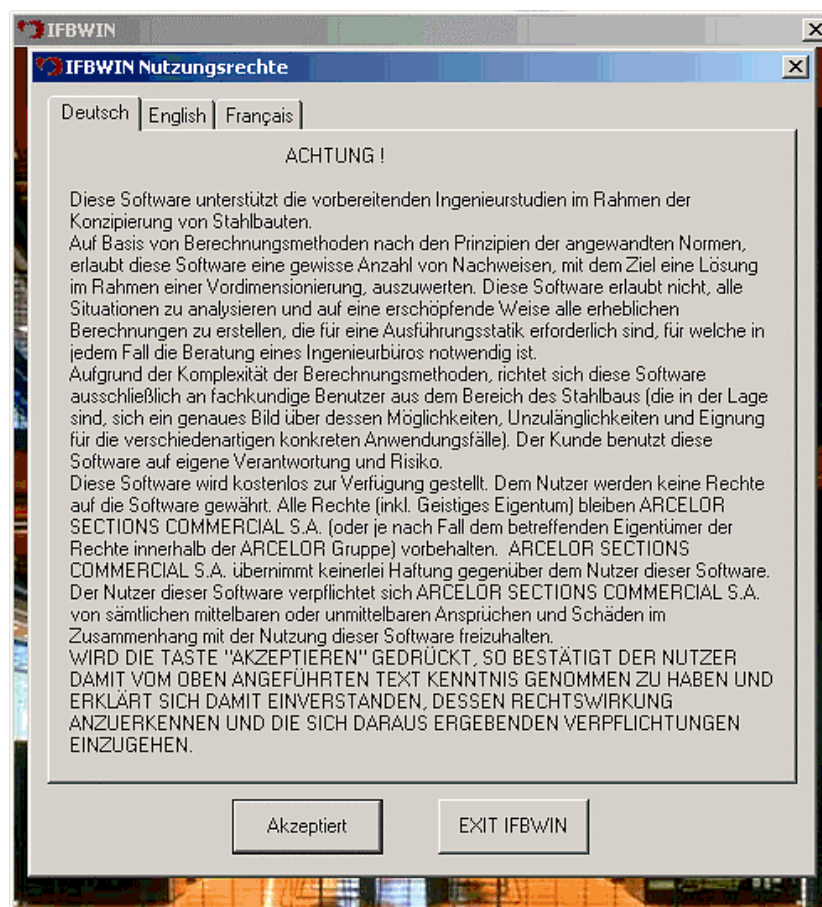


Bild 1.1 Startmenü

Das Programm kann nur gestartet werden, wenn die Nutzungsbedingungen akzeptiert werden.

# 2 BEDIENUNGSOBERFLÄCHE

## PROGRAMMFENSTER

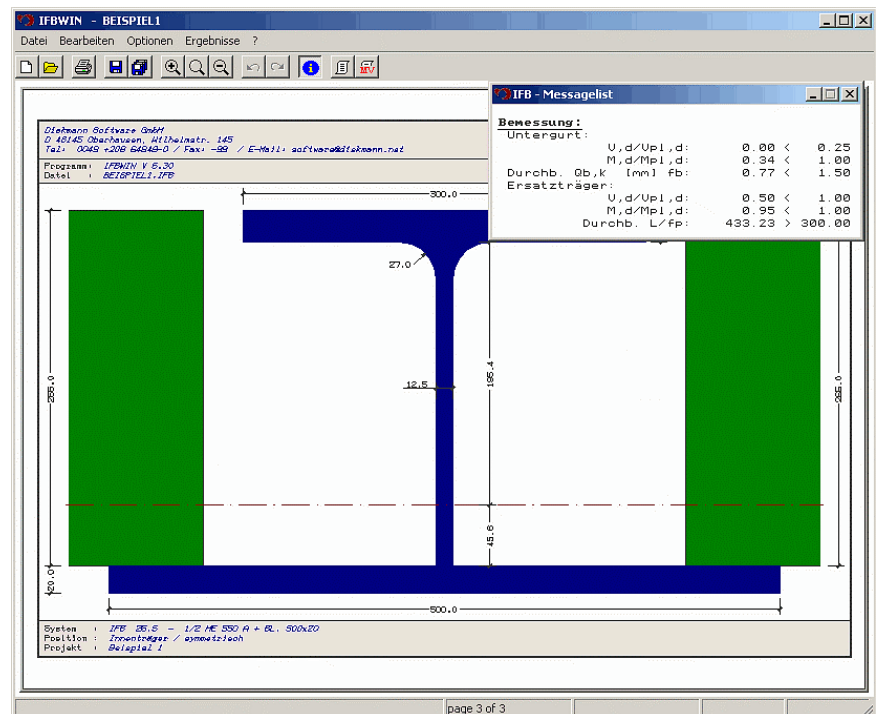


Bild 2.1 Programmfenster

# MENÜLEISTE

## DATEI

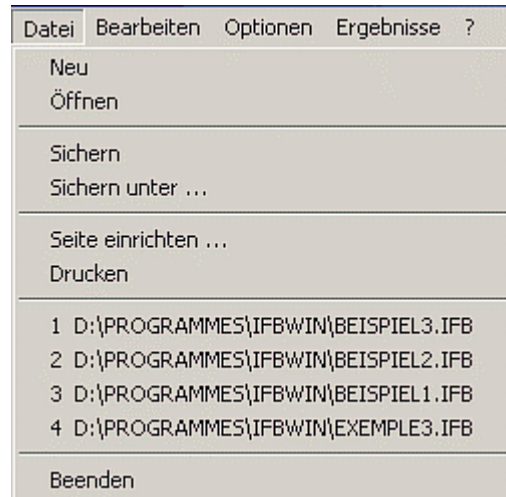


Bild 2.2 Pull-Down-Menü "Datei"

### **Neu**

Diese Funktion öffnet ein neues Projekt mit dem Namen „UNNAMED.IFB“.

### **Öffnen**

Diese Funktion öffnet mit Hilfe des Filebrowsers IFBWIN-Dateien. Diese Dateien haben die Erweiterung „IFB“.

### **Sichern**

Diese Funktion speichert die Eingabedaten in die Datei „name.IFB“ im aktuellen Arbeitsverzeichnis ohne das Programm zu beenden. Hierbei ist "Name" der aktuelle Projektname (erkennbar in der Kopfzeile des Programmfensters). Eine eventuell bereits vorhandene Datei mit gleichem Namen wird ohne Nachfrage überschrieben.

### **Sichern unter ...**

Diese Funktion sichert mit Hilfe des Filebrowsers die Eingabedaten in eine Datei ohne das Programm zu beenden. Der bisherige aktuelle Dateiname wechselt auf den im Browser neu gewählten Namen (siehe Kopfzeile des Programmfensters).

### **Drucken**

Diese Funktion schickt die aktuelle grafische Darstellung mit den aktuellen Seiten- und Druckereinstellungen ohne Druckdialog zum Drucker.

Zur Wahl des Druckers und der Seiteneinrichtung siehe „Seite einrichten“.



## Seite einrichten

Mit dieser Funktion kann man die Seitenaufteilung bei grafischen Ausgaben festlegen.

Über die Schaltfläche { **Drucker** } kann einer der eingerichteten Windows-Drucker angewählt und eingestellt werden.

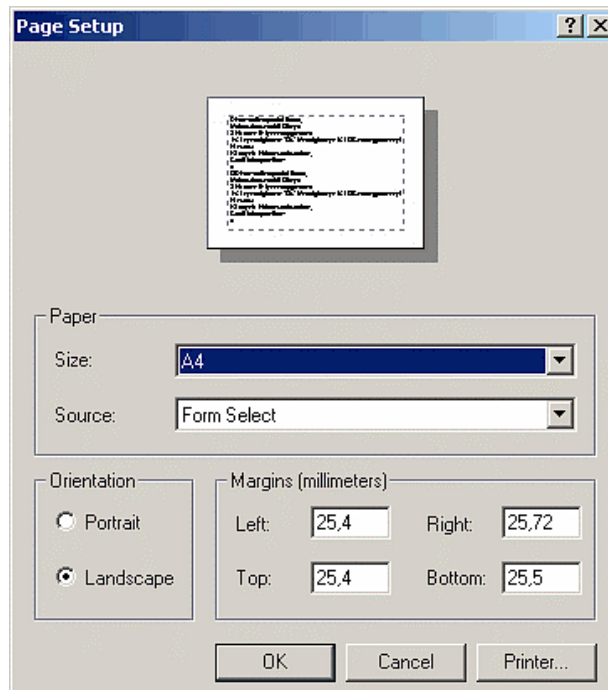


Bild 2.3 Seite einrichten

## Letzte bearbeitete Dateien

Auflistung der vier zuletzt bearbeiteten Dateien

## Beenden

Mit dieser Funktion beendet man das Programm. Falls Änderungen vorgenommen wurden, fragt das Programm nach, ob diese gespeichert werden sollen.

## BEARBEITEN

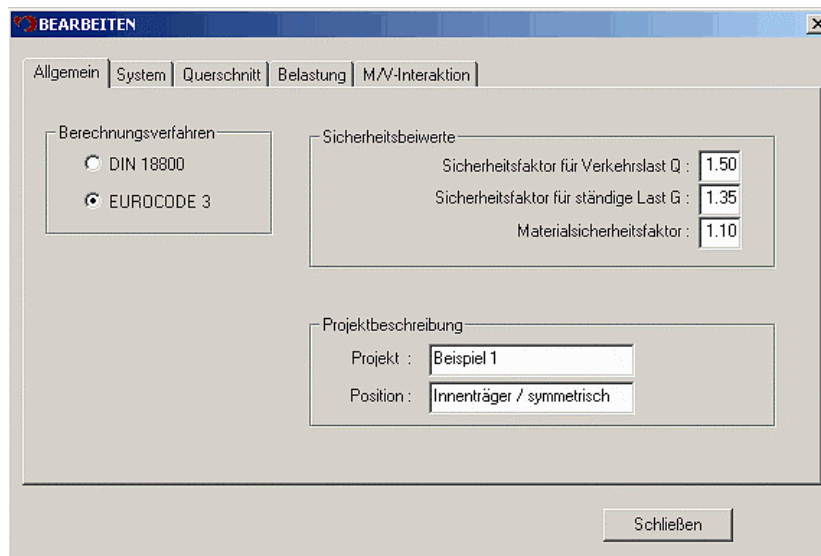


Bild 2.4 Bearbeiten / Allgemein

### Allgemeine Parameter

#### Berechnungsverfahren

Der Anwender hat die Wahl zwischen einer Bemessung nach

*DIN 18800* oder

*EUROCODE 3*

#### Sicherheitsbeiwerte

Diese Parameter entsprechen den partiellen Sicherheitsbeiwerten für variable Lasten (sQ), ständige Lasten (sG) und dem Materialbeiwert (sM) sowohl nach DIN als auch nach Eurocode 3. Es empfiehlt sich, die Werte ungeändert zu belassen.

<i>Sicherheitsfaktor auf Verkehrslast Q:</i>	<i>1.5</i>
<i>Sicherheitsfaktor auf ständiger Last G:</i>	<i>1.35</i>
<i>Materialsicherheitsfaktor:</i>	<i>1.1</i>

#### Anmerkung 1

Wenn Sie einen Teilsicherheitsbeiwert ändern, müssen Sie Ihre Wahl begründen können!

#### Anmerkung 2

Es kann nur eine variable Last berücksichtigt werden. Falls mehrere variablen Lasten mit verschiedenen Sicherheitsbeiwerten angreifen (z.B. Verkehr und Schnee), bietet das Programm eine Rechenmöglichkeit mittels einer M/V-Interaktion welche später beschrieben wird.

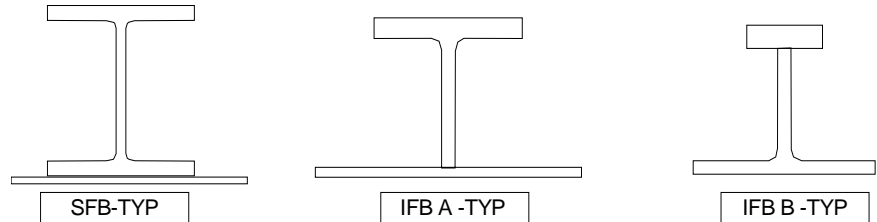
#### Projektbeschreibung

An dieser Stelle können projektspezifische Angaben gemacht werden, die dann im Ergebnisprotokoll ausgewiesen werden.

## System-Parameter

### Trägertyp

Seit der vorliegenden Version ist es möglich sowohl IFB als auch SFB-Träger zu berechnen.



**IFB-Typ A:** T-Profil + Blech als Unterflansch

**IFB-Typ B:** Umgekehrtes T-Profil + Blech als Oberflansch

**SFB-Typ:** komplettes I-Profil mit daruntergeschweißtem Blech als Deckenaufleger

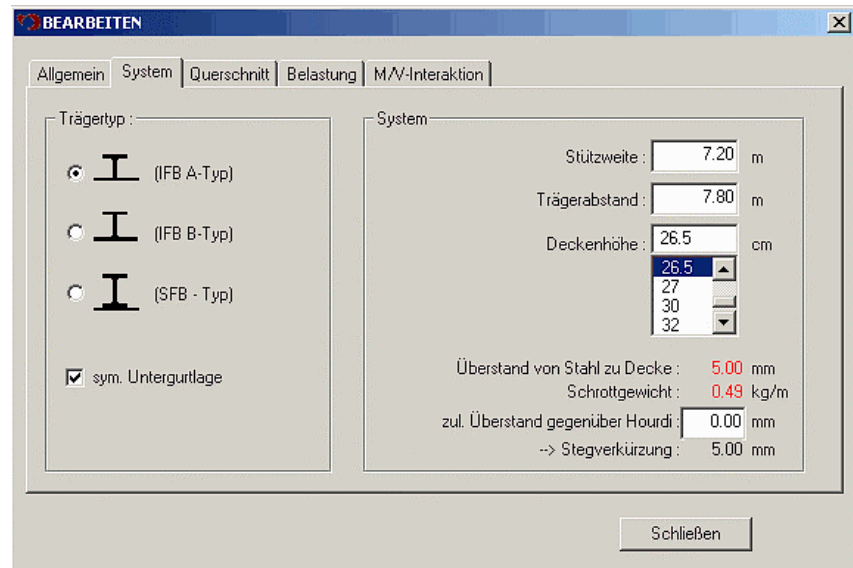


Bild 2.5 Bearbeiten / System

### Asymmetrische Untergurtlage

Ein **asymmetrischer** Querschnitt d.h. IFB A-Typ mit unsymmetrischer Untergurtlage (s. Bild 2.6) kann z.B. als Randträger einer Decke auftreten. In diesem Fall ist eine asymmetrische Lasteingabe obligatorisch.

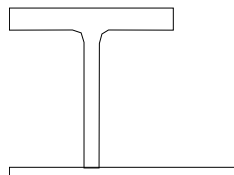


Bild 2.6 IFB A-Typ mit unsymmetrischer Untergurtlage

In diesem Fall ist die linke Seite des Bleches immer bündig mit der linken Seite des Oberflansches. Die Blechbreite soll so gewählt werden, daß auf der rechten Seite der Unterflansch circa 10 cm übersteht.

## Anmerkung

IFB Randträger müssen angesichts ihrer Torsionsweichheit immer in der Decke rückverankert werden um die Torsionsproblematik zu umgehen.

## Stützweite

Die Spannweite wird in Metern eingegeben. Das Programm berechnet nur gelenkig gelagerte Einfeldträger. Als Stützweite wird im allgemeinen der Achsabstand und nicht die Distanz zwischen Stützenflanschen eingesetzt.

Bei rechteckigem Stützenraster sollte die kleinere Spannweite für die Stahlträger und die grössere Spannweite für die Betonelemente benutzt werden um die Wirtschaftlichkeit der Bauweise zu erhöhen. In der Praxis variiert die Spannweite zwischen 4 und 8 m. Stützweiten kleiner als 4 m sind normalerweise nicht wirtschaftlich. Dagegen wird bei Spannweiten über ca. 8.5 m nicht mehr das Widerstandsmoment der Träger massgebend, sondern das Trägheitsmoment, was zu Durchbiegungs- und Schwingungsproblemen führen kann. Dazu muß bemerkt werden, daß wegen der beschränkten Bauhöhe das Trägheitsmoment nur in geringem Mass beeinflusst werden kann, trotz massiver Erhöhung des Stahlverbrauches.

## Trägerabstand

Der Trägerabstand ist nur bei symmetrischer Belastung relevant.

## Dicke der Hohldecke

Folgende Vorzugsstärken werden vorgegeben:

*Vorzugsmasse Deckenhöhe: 15,18,20,25,26,26.5,27,30,32,40 <cm>*

Der Benutzer kann jedoch auch eine beliebige Höhe wählen, entsprechend dem Lieferprogramm eines Hohldeckenherstellers oder beim Einsatz einer Ortbetondecke. Bei der Wahl einer Vorzugsstärke schlägt das Programm im Lasteingabeteil ein Eigengewicht vor, welches in etwa dem Mittelwert der auf dem Markt befindlichen Produkte entspricht.

## Zulässiger Überstand

Falls die Höhe des IFB-Trägers grösser ist als die Deckenhöhe, so daß der Obergurt des Stahlprofils in den Estrich hineinragt (z.B. bei einer Hohldeckenstärke von 27 cm und einem IFB-Träger auf Basis von einem halben IPE 600 Profil), wird die Höhe in **rot** angezeigt, um welche man den halbierten Träger im Steg kürzen muß, damit Oberkante Träger gleich ist mit Oberkante Decke, sowie das dabei entstehende Schrottgewicht.

Überstand von Stahl zu Decke:	<mm>
Schrottgewicht:	<kg/m>

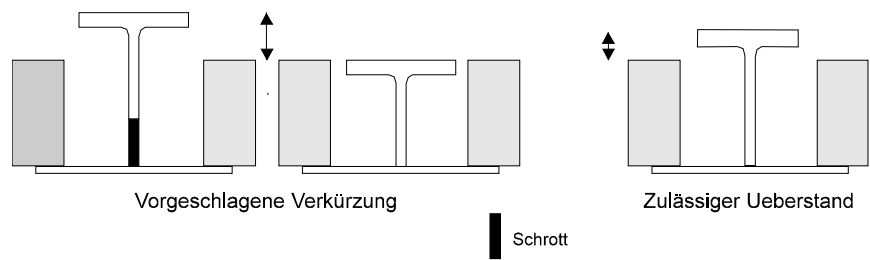


Bild 2.7 IFB A-Typ mit symmetrischer Untergurtlage

An dieser Stelle kann ein *zulässiger Überstand Stahl gegenüber Hourdi* <mm> angegeben werden. Die Entscheidung, ob ein Überstand erlaubt ist oder nicht und wieviel, liegt beim Benutzer. Der maximale Überstand ist selbstverständlich gleich der vorgeschlagenen Kürzung, da das Profil nicht erhöht werden kann. Dagegen kann die Kürzung größer sein als der Überstand (negativer Überstand). Die Trägeroberkante liegt dann tiefer als die Deckenoberkante.

#### Anmerkung

Ein Überstand von bis zu 10 mm ist im allgemeinen zulässig. Es muß jedoch darauf geachtet werden, daß der Estrich genügend Stärke behält, und daß der Trägerüberstand das Verlegen einer eventuellen Estrich- oder Aufbeton-bewehrung nicht behindert.

### Querschnitts-Parameter

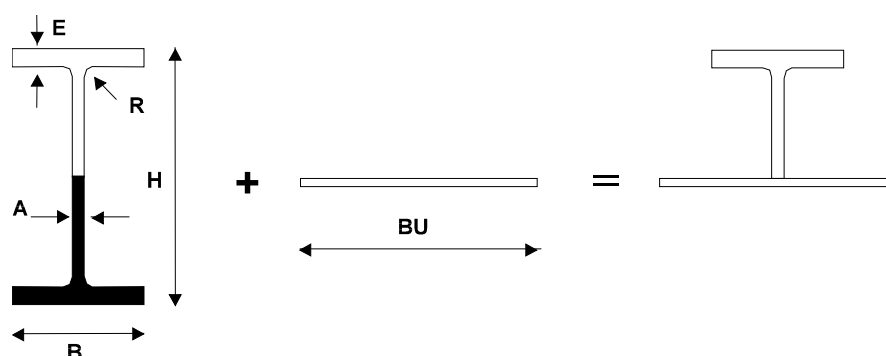
Bei einem **IFB-Profil** wird der Querschnitt mittig aufgetrennt und ein Blech als Unterflansch angeschweißt (**A-Typ**) oder das T-Profil umgedreht und ein Blech als Oberflansch angeschweißt (**B-Typ**).

Bei einem **SFB-Profil** wird ein ganzes Profil verwendet, somit entfällt die Problematik des Auftrennens und des Abfalles. Der Benutzer muß dagegen dafür sorgen, daß die Profilhöhe der Deckenhöhe angepaßt ist.

### Profil

IFBWIN bietet dem Benutzer die Walzprofile der IPE-, HE-, HD- und HP-Profilreihen an, entsprechend dem Arcelor Sections Commercial Trägerkatalog.

Die verschiedenen Profilparameter sind in folgender Skizze dargestellt:



Profilhöhe	H	<mm>
Profilbreite	B	<mm>
Stegdicke	A	<mm>
Obergurtdicke	E	<mm>
Radius (oben)	R	<mm>
Blechbreite	BU	<mm>

Der Schalter „HISTAR – Profil“ gibt an, ob das Profil in HISTAR-Qualität angeboten wird.

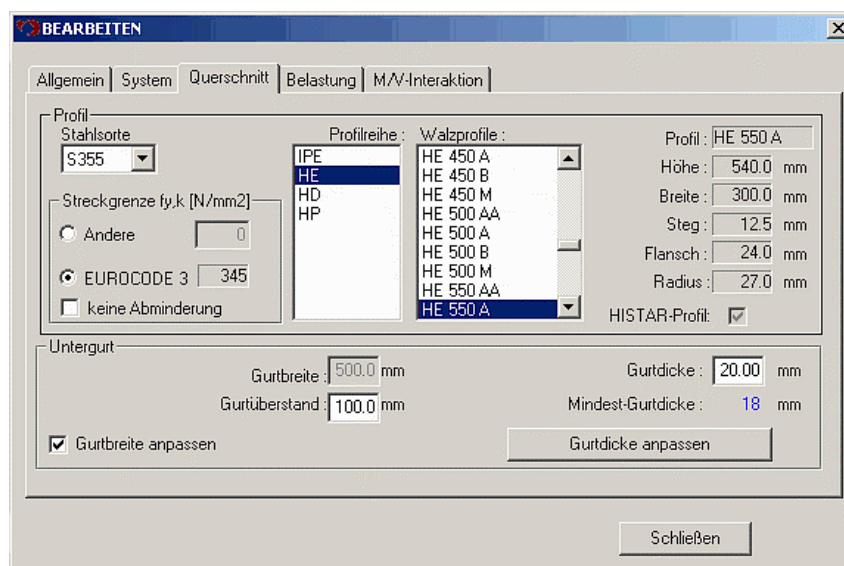


Bild 2.8 Bearbeiten / Querschnitt

## Stahlsorte

Folgende Stahlgüten für Profil und Blech können gewählt werden:

S235 (EN 10025)

S275 (EN 10025)

S355 (EN 10025)

S420 (EN 10113)

S460 (EN 10113)

Die Streckgrenzen werden vom Programm automatisch entsprechend der größten Blechdicke abgemindert (siehe Tabelle gemäß EUROCODE). Der Benutzer hat allerdings die Möglichkeit über den Schalter "**keine Abminderung**" die Reduzierung der Streckgrenze auszuschalten (z.B. für den Einsatz von HISTAR-Stählen).

Über die Option "**Benutzer**" steht dem Anwender sogar die Möglichkeit offen, die Streckgrenze selber zu definieren. Diese Option sollte der Anwender allerdings mit größter Umsicht verwenden.

Norm	Stahlgüte	Streckgrenze					
		Größte Dicke					
		≤ 16	> 16	> 40	> 63	> 80	> 100
			≤ 40	≤ 63	≤ 80	≤ 100	≤ 150
EN 10025	S 235	235	225	215	215	215	195
EN 10025	S 275	275	265	255	245	235	225
EN 10025	S 355	355	345	335	325	315	295
EN 10113	S 420	420	400	390			
EN 10113	S 460	460	440	430			

## Untergurt

### Untergurtbreite

Im Normalfall soll der Untergurt bei beidseitiger Deckenauflagerung ungefähr 200 mm breiter sein als der Obergurt (ca. 100 mm bei einseitiger Decke).

Ist die Option **Gurtbreite anpassen** eingeschaltet wird die Breite des Untergurtes immer automatisch um den Wert des **Gurtüberstandes** breiter (IFB-A Typ, SFB-Typ)) als der Obergurt. Beim IFB-B Typ wird die Breite des Obergurtes entsprechend kleiner.

Ist die Option **Gurtbreite anpassen** nicht eingeschaltet, muß die **Gurtbreite** eingegeben werden.

## Untergurtdicke

IFBWIN führt mit den aktuellen Eingabeparametern automatisch eine Vorbemessung des Unter- bzw. Obergurtes durch.

Beim Typ A basiert diese Berechnung der Mindestgurtdicke auf einer einachsigen elastischen Bemessung des Untergurtes für Querbiegung im Traglastzustand, sowie auf einer Durchbiegungskontrolle im Gebrauchszustand. Anschließend wird eine plastische Bemessung durchgeführt, wobei die Interaktion zwischen Längsbiegung des Trägers und Querbiegung des Untergurtes berücksichtigt wird. Dieser Vorgang geschieht iterativ, das heißt, falls kein Kräftegleichgewicht möglich ist, erhöht das Programm die Unterflanschstärke schrittweise um 1 mm bis zum Erreichen des gesuchten Gleichgewichtes.

Beim SFB-Träger wird sowohl eine Vorbemessung des Bleches als auch eine Kontrolle des Profilunterflansches durchgeführt. Beim Typ SFB darf die plastische Nulllinie in den Trägerunterflansch fallen, jedoch nicht in das daruntergeschweißte Blech.

Beim Typ B ist der Vorgabewert für die Obergurtdicke so gewählt, daß Ober- und Untergurt in etwa die gleiche Querschnittsfläche haben. Bei einem schmalen Obergurt kann dies zu sehr grossen Dicken führen. Der Benutzer kann dann eine kleinere Dicke wählen, wobei die Nulllinie nach unten verschoben wird.

Die Mindestgurtdicke wird rot dargestellt, wenn der Eingabewert **Gurtdicke** kleiner ist als die Mindestgurtdicke.

Mit dem Button **Gurtdicke anpassen** kann man die Gurtdicke (auf halbe cm aufgerundet) an die aktuelle Mindestgurtdicke anpassen.

## Last-Parameter

Das Programm berücksichtigt nur gleichförmig verteilte Linienlasten über die gesamte Trägerlänge. Dreieckförmige, trapezoidale und weitere verteilte Lasten, sowie Einzellasten werden nicht berücksichtigt. Im einfachen Falle eines gleichmäßigen Rasters mit symmetrischer Belastung des Trägers, kann der Benutzer die Lasten als Flächenlasten eingeben, welche das Programm intern in Linienlasten umrechnet.

## Symmetrische Belastung

Mit Hilfe des Trägerabstandes (siehe Systemparameter) kann nach Eingabe der Flächenlasten in  $\langle \text{kN/m}^2 \rangle$  die Trägerbelastung ermittelt werden. Hierzu werden *Verkehrslast*, *ständige Last* (ohne Hohldeckeneigengewicht aber mit dem Gewicht eines eventuellen Aufbetons) und *Eigenlast der Deckenplatten* abgefragt. Die einzugebenden Lasten sind Gebrauchslasten, welche Programmintern mit den jeweiligen Sicherheitsfaktoren multipliziert werden.

<i>Verkehrslast</i>	$\langle \text{kN/m}^2 \rangle$
<i>Ständige Last (ohne Hohldecke PC)</i>	$\langle \text{kN/m}^2 \rangle$
<i>Eigenlast der Deckenplatten</i>	$\langle \text{kN/m}^2 \rangle$

Bei der Wahl einer Deckenvorzugsstärke (siehe Systemparameter) schlägt das Programm ein Eigengewicht für die Deckenplatten vor, welches in etwa dem Mittelwert der auf dem Markt befindlichen Produkte entspricht. Der Vorgabewert für das Eigengewicht kann vom Benutzer abgeändert werden. Wählt man keine Vorzugsstärke, so ist der Vorgabewert gleich null und man muß das reelle Gewicht eingeben.



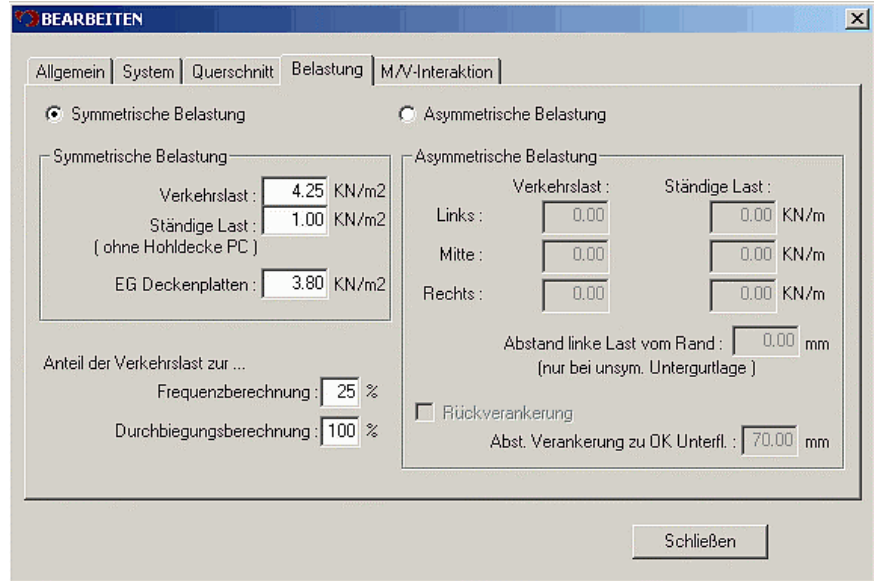


Bild 2.9 Bearbeiten / Belastung

#### Anmerkung 1

Das Programm berücksichtigt das Stahlträger Eigengewicht sowie das Gewicht des Einfüllbetons zwischen Träger und Deckenelementen automatisch.

#### Anmerkung 2

Die Höhe und das Eigengewicht der Deckenplatte muß immer grösser als null sein. Ansonsten führt das Programm keine Bemessung durch.

#### Anmerkung 3

Das vorgegebene Eigengewicht für die Vorzugsmasse reicht in der Regel für eine Vordimensionierung aus. Für das Erstellen der Prüfstatik raten wir das reelle Eigengewicht gemäss Herstellerangabe, insofern bekannt, oder anderenfalls den Maximalwert der verschiedenen regionalen Anbieter zu verwenden.

#### Anmerkung 4

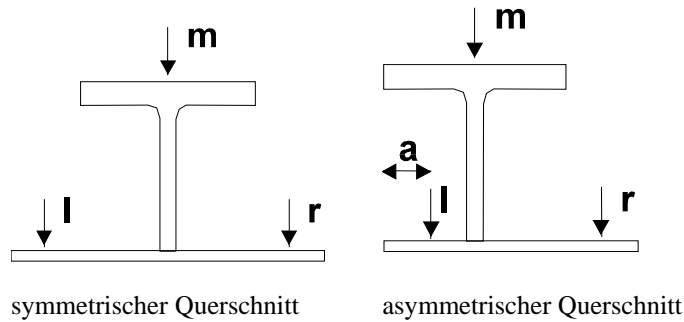
Die Eigenlast der Deckenplatten beinhaltet in der Regel den Vergussbeton, jedoch nicht einen eventuellen Aufbeton.

## Asymmetrische Belastung

Eine asymmetrische Belastung entspricht entweder einem Randträger oder einem Innenträger mit unterschiedlichen Abständen zu den Nachbarträgern. Diese Art der Belastungseingabe dient weiterhin dazu, zentrische Linienlasten auf den Träger zu definieren, welche nicht über den Unterflansch eingebracht werden, sondern direkt vom Träger aufgenommen werden (Trennwände auf einem Träger z.B.), da bei der Option "Symmetrische Belastung" sämtliche Lasten über den Unterflansch eingebracht werden.

Zur Festlegung eines Randträgers siehe Menüpunkt „Systemparameter“ (asymmetrische Untergurtlage).

Verkehrslast und ständige Lasten sind entsprechend folgender Skizze einzugeben.



## Lastangaben

Verkehrslast links Pl	<kN/m>
Verkehrslast mitte Pm	<kN/m>
Verkehrslast rechts Pr	<kN/m>
Ständige Last links Gl (mit Hohldecke PC)	<kN/m>
Ständige Last mitte Gm (mit Hohldecke PC)	<kN/m>
Ständige Last rechts Gr (mit Hohldecke PC)	<kN/m>

### Anmerkung

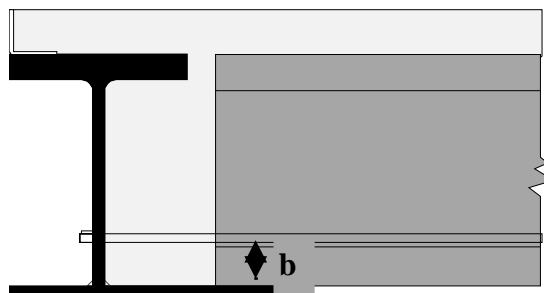
Im Falle einer asymmetrischen Belastung, muß das Deckeneigengewicht (PC) immer mit bei den ständigen Lasten berücksichtigt werden. Es erfolgt keine gesonderte Abfrage. Die partiellen Sicherheitsbeiwerte sind jedoch nicht mit einzurechnen. Das Programm berücksichtigt automatisch das Trägereigengewicht. Das Gewicht des Einfüllbetons zwischen Träger und Hohldecke ist vom Benutzer zu berücksichtigen. Im Allgemeinen genügt es als Betoneigengewicht dasjenige der Hohldecken mit dem Achsmass der Trägerabstände zu ermitteln.

## Abstand linke Last vom Rand

Bei einer unsymmetrischen Untergurtlage wird der *Abstand linke Last vom Rand a* <mm> abgefragt.

## Rückverankerung der Randträger

Randträger werden auch im Endzustand asymmetrisch belastet und unterliegen so einem Torsionsmoment. Diese Beanspruchungsart kann auf recht komplizierte Art und Weise nachgewiesen werden, was oftmals zu einer Trägerverstärkung führt, vor allem beim Typ IFB. Die Wirtschaftlichkeit wird somit in Frage gestellt. Eine einfachere Lösung besteht darin, daß man das Torsionsmoment im Träger erst gar nicht aufkommen lässt sondern, wie in folgendem Bild dargestellt, eine Verbundwirkung zwischen Stahl und Beton erzielt, welche in der Praxis hervorragende Ergebnisse ergibt.



Hierbei drückt der Oberflansch des Trägers gegen den Beton, was zu geringen Druckspannungen im Beton führt. Der untere Teil des Trägers

wird dagegen mittels Bewehrungsstäben oder Gewindestangen im Beton rückverankert und zwar je nach Kraftgrösse i.A. alle 1.2 oder 0.6 Meter. Die belastete Seite des Unterflansches muß dabei bis zur Tragfähigkeit des Betons und der Verankerung unterstützt werden. Wird eine Rückverankerung gewünscht, so wird die Anordnung der Verankerung relevant:

*Abstand  $b$  der Bewehrung von der OK Unterflansch <mm>*

für den Typ IFB oder

*Abstand  $b$  der Bewehrung von der OK Blech <mm> ?*

für den Typ SFB. Als Vorgabewert ist 70 mm vorgesehen.

## Anteil der Verkehrslast

Für den Nachweis des Gebrauchslastzustands wird der zu berücksichtigende Prozentsatz der Verkehrslast für die Eigenfrequenz- und Durchbiegungsberechnung benötigt. Der Vorgabewert ist gleich 25% für die Eigenfrequenz- resp. 100% für die Durchbiegungsberechnung.

*Prozentsatz der Verkehrslast zur Berechnung*

*der Frequenzlast <%>*

*der Durchbiegung <%>*

### Anmerkung

Heute werden immer öfter hohe Verkehrslasten ( $500 \text{ kg/m}^2$  und mehr) selbst in normalen Bürogebäuden vorgeschrieben. Dieses Vorgehen ist meistens durch die Tatsache bedingt, daß im Planungsstadium die definitive Nutzung des Gebäudes noch nicht feststeht, oder weil der Bauherr flexibel bleiben möchte für eine spätere alternative Nutzung. In Wirklichkeit jedoch werden diese Lasten mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit nicht auftreten (ausser vielleicht bei Archiv- und Lagerflächen). Es wäre darum unsinnig die Durchbiegung unter Gebrauchslasten mit diesen hohen hypothetischen Lasten zu bestimmen. Dies führt dazu, daß der Gebrauchszustand sehr oft bemessungsbestimmend wird, worunter die Wirtschaftlichkeit leidet. Für Nutzlasten über  $500 \text{ kg/m}^2$  sollte deshalb die Verkehrslast für den Durchbiegungsnachweis verringert werden.

Auf ähnliche Weise ist es sehr schwierig eine vollgepackte Konstruktion zum Schwingen zu bringen. Aus diesem Grund ermöglicht das Programm eine reduzierte Verkehrslasteingabe für die Eigenfrequenzberechnung.

Der Vorgabewert von 25% ist in den meisten praktischen Fällen angebracht. Bis zu einer Verkehrslast von  $200 \text{ kg/m}^2$  sollte dieser Wert auf 50% erhöht werden; über  $500 \text{ kg/m}^2$  kann er auf 10% reduziert werden.

## M/V-Interaktion

Die Eingaben in diesem Dialog ermöglichen eine Erweiterung des Programmes zur Berücksichtigung z.B. von Einzellasten. Die Interaktion umfasst ein gleichzeitiges Wirken von einem Biegemoment  $M$  und einer Querkraft  $V$ . Der Benutzer muß dabei die Schnittkräfte  $M_d$  und  $V_d$  von Hand berechnen oder aus einem Statikprogramm übernehmen. Das IFB-Programm führt dann die Interaktionsbemessung zwischen beiden Schnittgrössen durch.

Bei einer Bemessung nach Eurocode wird der Interaktionsnachweis nach Abs. 5.4.7 EUROCODE 3 durchgeführt.

Nach DIN 18800 erfolgt der Nachweis mit dem Modell nach RUBIN.

Die beiden Rechenmodelle ähneln sich. Das Interaktionsmodell nach RUBIN reserviert eine bestimmte Stegfläche ausschliesslich für die Querkraftaufnahme. Nach Eurocode wird dagegen die Streckgrenze im Bereich des Steges reduziert. Beides führt zu einem reduzierten Traglastmoment welches mit dem Bemessungswert zu vergleichen ist. Das Verhältnis  **$M_d / M_{pl,d,red}$**  muß kleiner oder gleich 1,0 sein, und die plastische Nulllinie darf sich nicht in den Ober- oder Unterflansch des Stahlquerschnittes verschieben.

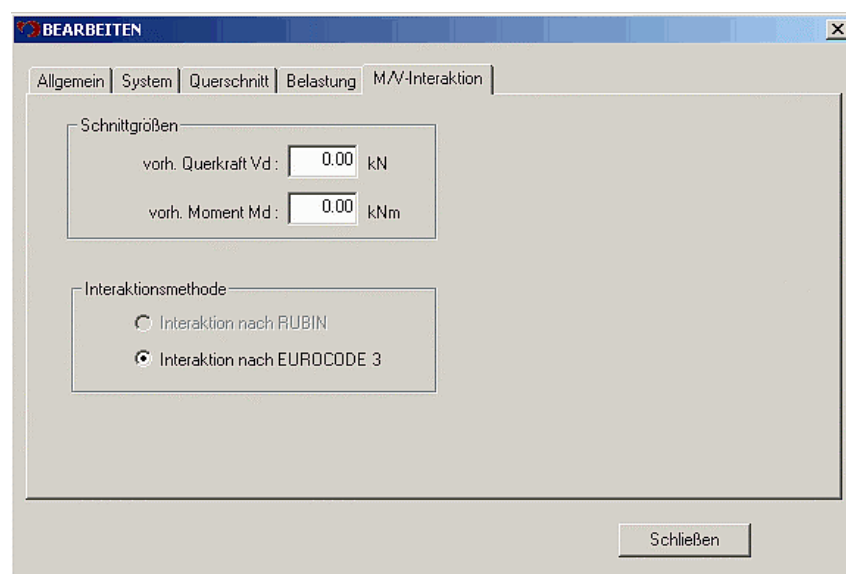


Bild 2.10 Bearbeiten / M/V-Interaktion

## OPTIONEN

### **Englisch**

Mit dieser Option werden Bedienungsoberfläche und Ergebnisausgaben auf englische Sprache geschaltet.

### **Französisch**

Mit dieser Option werden Bedienungsoberfläche und Ergebnisausgaben auf französische Sprache geschaltet.

### **Deutsch**

Mit dieser Option werden Bedienungsoberfläche und Ergebnisausgaben auf deutsche Sprache geschaltet.

### **Einstellungen**

Diese Funktion öffnet die Dialogbox Einstellungen, in der programm- und projektspezifische Einstellungen eingegeben werden können.

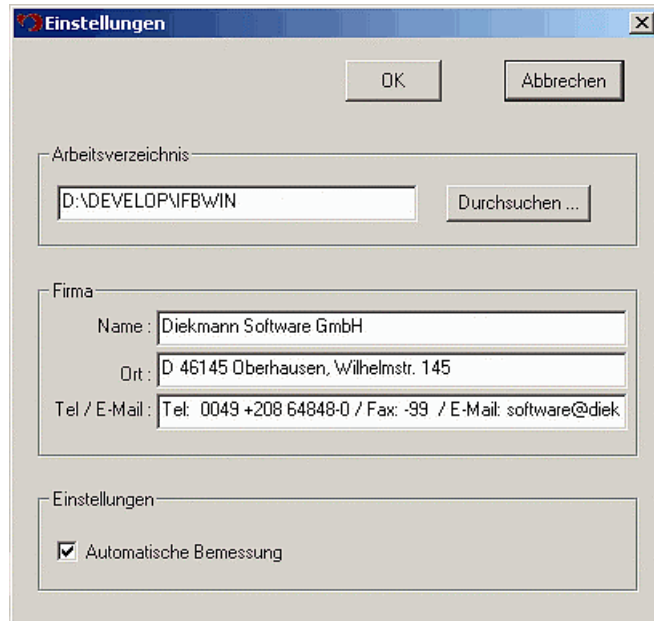


Bild 2.11 Einstellungen

## ERGEBNISSE

Die Ergebnisse der Berechnung werden in die Datei **name.out** geschrieben und vom einem Editor angezeigt. Zur Theorie der Ergebnisse siehe Kapitel 3.

## FUNKTIONSLEISTE



Bild 2.12 Funktionsleiste

### NEU

Diese Funktion öffnet ein neues Projekt mit dem Namen „UNNAMED.IFB“.

### ÖFFNEN

Diese Funktion öffnet mit Hilfe des Filebrowsers IFBWIN-Dateien. Diese Dateien haben die Erweiterung „IFB“.

### DRUCKEN

Diese Funktion schickt die aktuelle grafische Darstellung mit den aktuellen Seiten- und Druckereinstellungen ohne Druckdialog zum Drucker.

Zur Wahl des Druckers und der Seiteneinrichtung siehe unter „Menüleiste“: Seite einrichten.

## **SPEICHERN**

Diese Funktion speichert die Eingaben in die Datei „name.IFB“ im aktuellen Arbeitsverzeichnis ohne das Programm zu beenden. Hierbei ist "Name" der aktuelle Projektname (erkennbar in der Kopfzeile des Programmfensters). Eine eventuelle bereits vorhandene Datei gleichen Namens wird ohne Nachfrage überschrieben.

## **SPEICHERN UNTER ...**

Diese Funktion sichert mit Hilfe des Filebrowsers die Eingaben in eine Datei ohne das Programm zu beenden. Der bisherige aktuelle Projektname wechselt auf den im Browser neu gewählten Namen (siehe Kopfzeile des Programmfensters).

## **ZOOM**

Mit dieser Funktion kann man eine Ausschnittvergrößerung der Darstellung um 100% durch Mausklick im Darstellungsbereich erreichen, d.h. die Stelle des Mausklicks wird zum Mittelpunkt des Darstellungsbereiches und der Zoomfaktor ist 2.

## **ZOOM FENSTER**

Mit dieser Funktion kann man eine Ausschnittvergrößerung der Darstellung durch Aufspannen eines Zoomfensters erreichen. Dies erfolgt durch Eingabe von zwei gegenüberliegenden Eckpunkten des Zoomfensters. Der linke obere Eckpunkt des Fensters wird automatisch zum linken oberen Fenster des neuen Ausschnittes und die Fläche des Fensters füllt das Plotfenster soweit als möglich. Die Eckpunkte des Zoomfensters können nur durch Mausklick festgelegt werden.

Der vorherige Ausschnitt kann durch Mausklick mit der linken Maustaste auf die ZOOM OUT-Taste wieder aufgebaut werden.

## **ZOOM OUT**

Vor jeder Ausschnittvergrößerung wird der aktuelle Bildschirmausschnitt gespeichert. Mit dieser Funktion kann man die vorherigen Zoomausschnitte der Reihe nach wieder zurückrufen. Es können bis zu 10 Zoomausschnitte gespeichert werden.

## **UNDO**

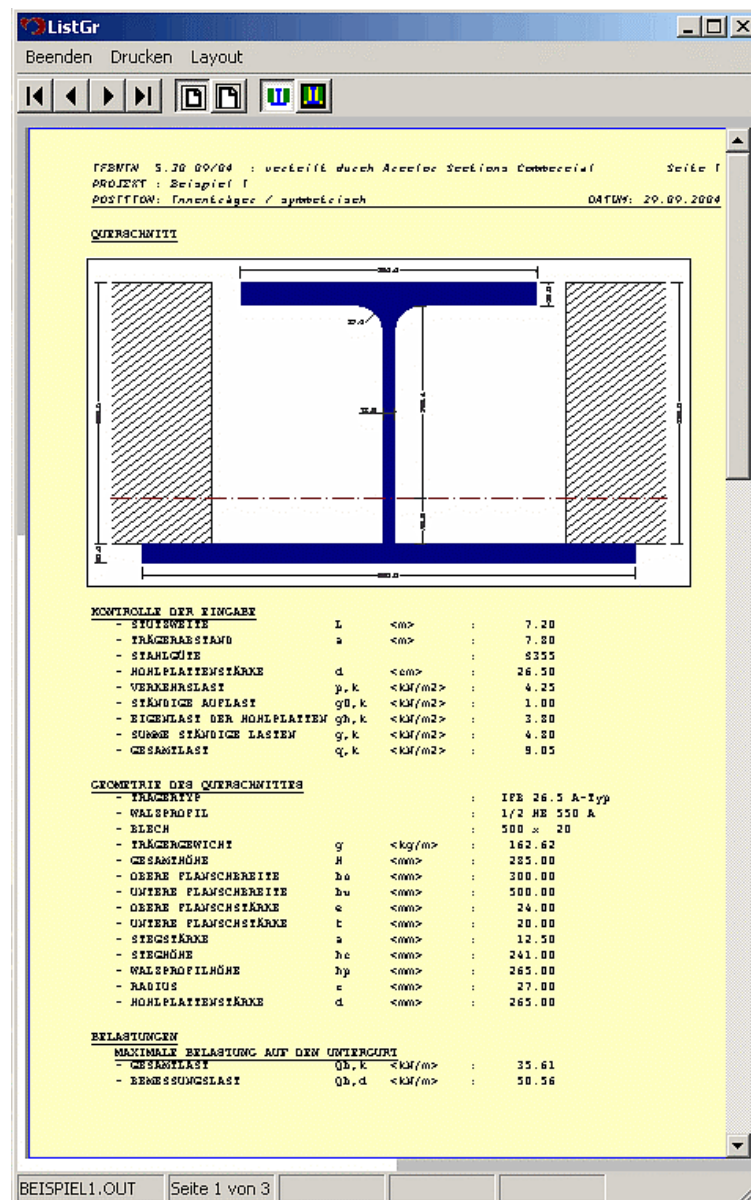
Alle Änderungen seit dem Laden des Projektes oder seit dem letzten Speichern können schrittweise zurückgenommen werden.

## **REDO**

Alle Änderungen des seit dem Laden des Projektes oder seit dem letzten Speichern, die mit der UNDO-Funktion zurückgenommen wurden, können schrittweise wiederhergestellt werden

## LISTING

Die Ergebnisse der Berechnung werden in die Datei **name.out** geschrieben und in einen Fenster angezeigt. Zur Theorie der Ergebnisse siehe Kapitel 3.

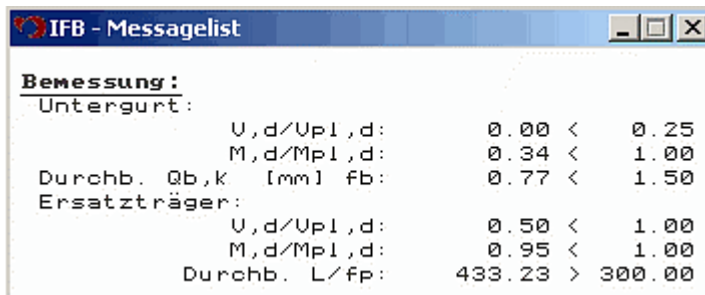


## LISTING MIT M/V-INTERAKTION

Die Ergebnisse der Berechnung incl. M/V-Interaktion werden in die Datei **name.out** geschrieben und in einen Fenster angezeigt. Zur Theorie der Ergebnisse siehe Kapitel 3.

## MESSAGELIST

Diese Funktion schaltet die Messagelist ein und aus.



<b>IFB - Messagelist</b>			
<b>Bemessung:</b>			
Untergrund:			
U,d/Up1,d:	0.00	<	0.25
M,d/Mp1,d:	0.34	<	1.00
Durchb. Qb,k [mm] fb:	0.77	<	1.50
Ersatzträger:			
U,d/Up1,d:	0.50	<	1.00
M,d/Mp1,d:	0.95	<	1.00
Durchb. L/fp:	433.23	>	300.00

Bild 2.13 Messagelist


In der Messagelist werden die Bemessungsergebnisse des aktuellen Projektes angezeigt. Die Messagelist ist assoziativ, d.h. jede Benutzereingabe in der Dialogbox "Bearbeiten" wird automatisch vom Berechnungsmodul ausgewertet und die Ergebnisse werden angezeigt.



# 3 THEORIE UND ERGEBNISSE

---

## Allgemeine Bemerkungen

Die Ausgabedatei ist einfach und benutzerfreundlich strukturiert. Pro Berechnung erhält man eine 3-seitige statische Berechnung welche alle Angaben und Resultate enthält. Gegebenenfalls enthält die Ausgabedatei eine Seite mit den Resultaten der Interaktionsberechnung sowie eine Seite mit den Ergebnissen der Rückverankerung. Durch drücken der DRUCKEN-Taste  in der Funktionsleiste kann eine Querschnittsskizze ausgedruckt werden. Im Anhang sind einige typischen Ausgabefiles wiedergegeben.

Die erste Seite jeder Ausgabedatei enthält den Programmnamen mit Releasenummer und Releasedatum. Desweiteren werden die Projektbezeichnung, die Position sowie das Datum der Berechnung angegeben. Diese Daten werden auf jeder Seite wiederholt. Die Seiten werden nummeriert.

### Eingangsdaten

Die ersten Blöcke des Ausgabefiles betreffen die Eingabedaten:

- Kontrolle der Eingaben
- Querschnittsgeometrie
- Belastungen
- Sicherheitsbeiwerte

### Kontrolle der Eingaben

Hier werden die wichtigsten Eingaben wie Spannweite, Trägerabstand, Stahlgüte, Lasten, zur Kontrolle wiedergegeben.

### Querschnittsgeometrie

An erster Stelle befindet sich die Trägertypbezeichnung. Diese Bezeichnung setzt sich aus dem Trägertypen (IFB oder SFB) sowie der Deckenhöhe zusammen.

Anschliessend sind die verschiedenen Komponenten des Trägers (H-Profil oder T-Profil und Blechabmessungen) sowie das theoretische Gewicht angegeben. Dieser Block endet mit einer Liste sämtlicher geometrischer Werte des Stahlträgers.

**Anmerkung**

Das Trägergewicht wird mit einem spezifischen Gewicht von  $7850 \text{ kg/m}^3$  für die Walzträger und einem solchen von  $8000 \text{ kg/m}^3$  für die Bleche ermittelt.

**Belastungen**

Hier werden die Werte mit denen die Berechnungen durchgeführt werden und welche anhand der Eingaben errechnet wurden aufgelistet, inklusive der errechneten Lasten für die Frequenz- und Verformungsberechnung. Die Darstellung geschieht getrennt für die Lasten welche auf den Unterflansch einwirken und Querbiegung erzeugen und jene welche im Träger Längsbiegung erzeugen.

Im Falle einer asymmetrischen Belastung, wird die grösste Flanschlast angegeben.

Ein Index k gibt an, daß es sich um Lasten im Gebrauchszustand handelt, derweil ein Index d auf eine Bemessungslast (inkl. Sicherheitsbeiwerte) hindeutet.

**Kontrolle der Schlankheitsverhältnisse**

Bedingt durch die elasto-plastische Bemessungsmethode, ist darauf zu achten, daß die IFB- und SFB-Profile mindestens der Klasse 2 nach Eurocode 3 zugehören, um in der Lage zu sein das volle plastische Moment aufzunehmen. Die maximalen Schlankheitsverhältnisse sind dabei jene welche in Eurocode 3, Tabelle 5.3.1 resp. in der DIN 18800, Tabelle 15 definiert sind.

Da es sich um Einfeldträger handelt wird nur der Oberflansch und der Steg kontrolliert. Das Programm unterscheidet beim IFB-Träger zwischen Typ A (gewalzt) und Typ B (geschweißt).

**Anmerkung**

Werden die Grenzsclankheiten überschritten, sind die erhaltenen Resultate falsch. Der Benutzer muß als dann einen kompakteren Querschnitt wählen oder gegebenenfalls eine elastische Bemessung von Hand durchführen. Das Programm fordert deshalb zur Eingabe eines neuen Querschnittes auf.

**Sicherheitsbeiwerte**

Ausser den eingegebenen partiellen Sicherheitsbeiwerten sind noch die Beiwerte für Schweiß- und Schraubverbindungen angegeben, welche nicht benutzerdefinierbar sind.

---

**Traglastzustand**

Das Programm führt zwei Nachweise durch: einen für den Untergurt unter Querbiegung und einen für den reduzierten Träger unter Längsbiegung.

**Unterflansch**

Der Unterflansch wird, zur Bemessung der Querbiegung, wie ein Kragträger behandelt auf welchen zwei Einzellasten (Eigengewicht

Betondecke und Verkehrslast) einwirken. Der Querschnitt dieses "Trägers" ist rechteckförmig.

Da beim Auflager Querkraft und Moment maximal sind, ist im Prinzip eine M/V-Interaktion notwendig. Dies ist nicht der Fall wenn  $V_d/V_{pl,d}$  kleiner als 0,25 ist, was fast immer zutrifft (in 90% der Fälle sogar kleiner als 0,03).  $M_d/M_{pl,d}$  kann dann den Wert 1,0 erreichen.

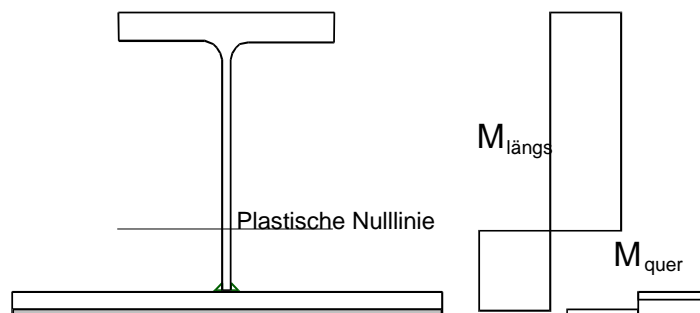
## Ersatzträger

Da der Untergurt auf Längs- und auf Querbiegung beansprucht wird, ist die Einführung einer Vergleichsspannung (von Mises z.B.) erforderlich. Der statische Satz der Plastizitätstheorie erlaubt es, eine beliebige (möglichst einfache) Spannungsverteilung anzunehmen, welche folgende zwei Bedingungen erfüllt:

- die Spannungsverteilung muß im Gleichgewicht sein
- die Vergleichsspannung darf in keinem Punkt die Fließspannung überschreiten

$$\sigma_{vM}^2 = \sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y \leq f_y^2$$

Hieraus kann man ableiten daß, wenn  $\sigma_x$  und  $\sigma_y$  gleiches Vorzeichen haben, sie gleichzeitig die Fließspannung erreichen können ohne daß diese Bedingung verletzt wird. Sind  $\sigma_x$  und  $\sigma_y$  von unterschiedlichem Vorzeichen, so muß im Grenzfall eine der beiden Spannung gleich null sein, wenn die andere die Streckgrenze erreicht. Unter Ausnutzung dieser Regeln entsteht ein Modell wo die untere Randzone einzig und allein der Querbiegung zur Verfügung steht. Für die Längsbiegung wird somit eine reduzierte Unterflanschstärke errechnet, welche zu einem Ersatzträger führt.



Beim SFB-Träger wird sowohl der Profilunterflansch als auch das Blech reduziert. Dabei wird jedoch nur ein expliziter Nachweis für das Blech geführt. Das Programm kontrolliert nur intern ob der Profilunterflansch ausreichend ist, da hier eine Steigerung unsinnig ist, da sie das komplette Profil beeinflusst.

In der Ausgabedatei werden sowohl die Originalstärke(n) als auch die reduzierte(n) Stärke(n) des Unterflansches angegeben, gefolgt von der Lage der plastischen Nulllinie. Da es sich um einen statisch bestimmten Einfeldträger mit Gleichstreckenlast handelt, ist keine M/V-Interaktion notwendig, da jeweils die eine Kraft gleich null ist, wenn die andere ihr Maximum erreicht.

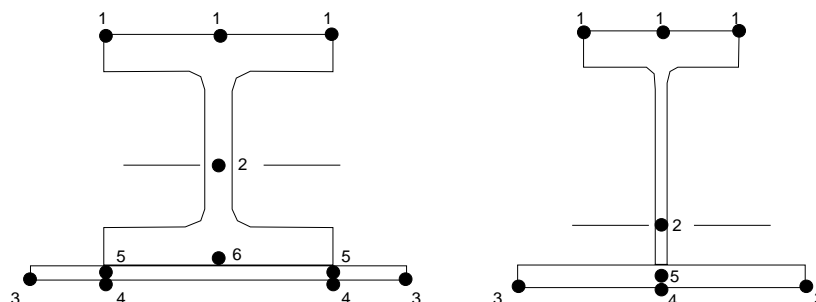
Zur Information wird auch das elastische Grenzbiegemoment des Ersatzträgers angegeben.

## Gebrauchslastzustand

### Berechnungsgrundlage

Die Durchbiegungen werden unter der Hypothese ermittelt, daß der Träger unter Gebrauchslasten (Sicherheitsbeiwerte gleich 1,0) elastisch bleibt. Damit die erhaltenen Resultate verlässlich sind, erfolgt eine Kontrolle ob diese Hypothese erfüllt ist. Dabei wird allein der Stahlquerschnitt zum Tragverhalten herangezogen.

Das Programm errechnet somit die Spannungsponenten in den in der Folge beschriebenen Querschnittspunkten. Zur Kontrolle werden die zulässigen Spannungen angegeben.



Hierbei haben die angegebenen Werte folgende Bedeutung:

**Punkt 1:** Biegedruck aus Längsbiegung

**Punkt 2:** maximale Schubspannung im Schwerpunkt

**Punkt 3:** Biegezug aus Längsbiegung

**Punkt 4:** Vergleichsspannung nach Von-Mises aus Längs- und Querbiegung

**Punkt 5:** Vergleichsspannung nach Von-Mises aus Längsbiegung und Querkraft

**Punkt 6:** Vergleichsspannung nach Von-Mises aus Längs- und Querbiegung sowie Querkraft (nur für SFB-Querschnitt)

Anschliessend werden die Verformungen unter Längs- und Querbiegung getrennt gerechnet.

### Durchbiegung des Unterflansches

Die Ausgabe umfasst das Trägheitsmoment des Unterflansches (für eine Breite von 1 Meter), den Hebelarm sowie die Durchbiegung im Lastenleitungspunkt unter Gebrauchslasten.

#### Anmerkung

Da es sich um einen Kragträger handelt, muß L gleich zweimal den Hebelarm sein. In der Praxis hat sich eine Durchbiegungsbegrenzung auf 1,5 mm als sinnvoll erwiesen.

In jedem Fall bedingt der Schweißvorgang, daß sich das Blech nach innen verformt und so beim IFB-Träger Typ A und beim SFB-Träger eine Überhöhung darstellt, deren Grösse von den Schweißparametern abhängt.

## Durchbiegung des Längsträgers

Auch wenn der Beton theoretisch keine Spannungen aufnimmt, kann man doch davon ausgehen daß er zur Trägheit des IFB-Trägers beiträgt. Das Rechenprogramm addiert deshalb den Anteil des ungerissenen Betons welcher sich zwischen den Flanschen auf einer Breite des Oberflansches befindet zum Stahlanteil hinzu. Im Allgemeinen ist ein Verhältnis  $L/250$  anzustreben.

Die Resultatdatei beinhaltet die Durchbiegungen und Verhältnisse in Trägermitte unter ständiger Last  $f_G$ , Verkehrslast  $f_P$ , sowie unter definierter Durchbiegungslast  $f_{QD}$ . Zusätzlich wird ein Wert für die Überhöhung des Trägers vorgeschlagen.

### Anmerkung

Hinsichtlich Überhöhung ist darauf zu achten, daß die Fertigungstoleranzen  $\pm 5$  mm betragen. Überhöhungen kleiner als 20 mm sind nicht sinnvoll.

## Eigenfrequenz des Längsträgers

Um Resonanzerscheinungen zu vermeiden, muß die Trägereigenfrequenz möglichst verschieden von den möglichen Anregerfrequenzen sein. Anderenfalls sind Bauschäden oder zumindestens ein Unwohlsein der Bewohner zu erwarten.

Bei normal begangenen Decken (Büros, Wohnungen,...) soll die Eigenfrequenz mindestens 3 Hz betragen. Bei Decken auf denen getanzt, gesprungen oder sich sonstwie rhythmisch bewegt wird (Turnhallen,...) ist ein Wert von mindestens 5 Hz erforderlich.

Das vorliegende Rechenprogramm ermittelt die Eigenfrequenz des Stahlträgers für die vom Benutzer angegebene Verkehrslast. Dabei berücksichtigt das IFB-Programm keinerlei Dämpfung (z.B. durch Trennwände). Dagegen wird das Trägerträgheitsmoment auf die gleiche Weise wie für die Durchbiegung erhöht. Massgebend für die oben beschriebenen Schäden oder Unannehmlichkeiten ist jedoch das Schwingverhalten des gesamten Deckensystems, welches je nach Ausführung wesentlich von demjenigen des Einzelträgers abweichen kann.

Rezente Messungen an einer Vielzahl von ausgeführten Bauten führen zu folgenden vorläufigen Schlussfolgerungen:

- Im Gebrauchszustand kann man von einem zweiachsigen Schwingungsverhalten ausgehen, d.h. die Frequenz  $f_1$  des Trägers ist mit der Frequenz  $f_2$  der Decke zu überlagern. Die resultierende Frequenz  $f_3$  kann dabei nach folgender Formel ermittelt werden:

$$\frac{1}{f_3^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2}$$

- Die Eigenfrequenz des Trägers wird an einem statisch bestimmten Einfeldträger bestimmt. Im Gebrauchszustand stimmt diese Hypothese nur bedingt, da z.B. die Präsenz eines Aufbetons oder eines bewehrten Estriches sowohl das Trägheitsmoment als auch die Lagerbedingungen verändert. Hierbei werden für den Träger bis zu 4-fach höhere Eigenfrequenzen erzielt als die errechneten. Mit einem dünnen Fliessestrich oder einem aufgeständerten Fussboden ist die Berechnung für den Träger korrekt.

---

## Schweißnahtbemessung

Die berechnete Schweißnaht zwischen Profil und Blech besteht aus einer Doppelkehlnaht ohne Schweißnahtvorbereitung. Die Schweißnahtstärke wird ermittelt unter Berücksichtigung der Längsschubspannungen, der Aufhängekräfte für den Unterflansch sowie durch ein eventuelles Biegemoment (dargestellt durch ein Kräftepaar) bedingt durch eine unsymmetrische Belastung.

Die ermittelte Kehlnahtstärke wird mit den minimalen und maximalen Werten der verschiedenen Normen verglichen und an die anzuschliessenden Materialstärken angepasst.

---

## Bemessung des Träger-Stützen-Anschlusses

Die Anschlüsse werden i.A. mittels traditionellen Kopfplatten realisiert. Das Programm bemisst die Schrauben auf Abscheren und die Kopfplatte auf Lochleibung. Da es sich um einschnittige Verbindungen handelt, ist Abscheren meistens massgebend. Da man oftmals Gewindestangen anstatt von Stahlbauschrauben benutzt, wird angenommen daß die Scherfläche in allen Fällen im Gewindequerschnitt liegt. Diese Annahme ist auf der sicheren Seite.

Standardmässig werden 4 Anschlusskombinationen angeboten, welche auf der Verwendung von Schraubengüten (10.9 und 8.8) sowie 2 Schraubenverteilungen ( 2 und 4 Schrauben) basieren. Im Allgemeinen wählt man eine Lösung mit 4 Schrauben.

### Anmerkung

Bei Benutzung von Gewindestangen, ist es ratsam die Güte 8.8 zu wählen.

Für diese 4 Minimallösungen, werden anschliessend die Mindeststärke der Kopfplatte resp. des Stützenflansches ermittelt um ein Versagen auf Lochleibung zu verhindern. Diese Stärke ist i.A. kleiner als 10 mm .

Die angegebene zurückbehaltene Stärke entspricht der nächstgrössten handelsüblichen Blechstärke.

Anschliessend wird die Schweißnaht welche die Platte mit dem IFB-Träger verbindet bemessen. Das Programm ermittelt dabei die benötigte Schweißnahtfläche, sowie die Schweißnahtlänge für Kehlnähte mit minimaler bis zu maximaler Stärke.

### Anmerkung

Es wird nicht kontrolliert, ob die errechnete Länge auch in Wirklichkeit ausgeführt werden kann.

## M/V-Interaktion

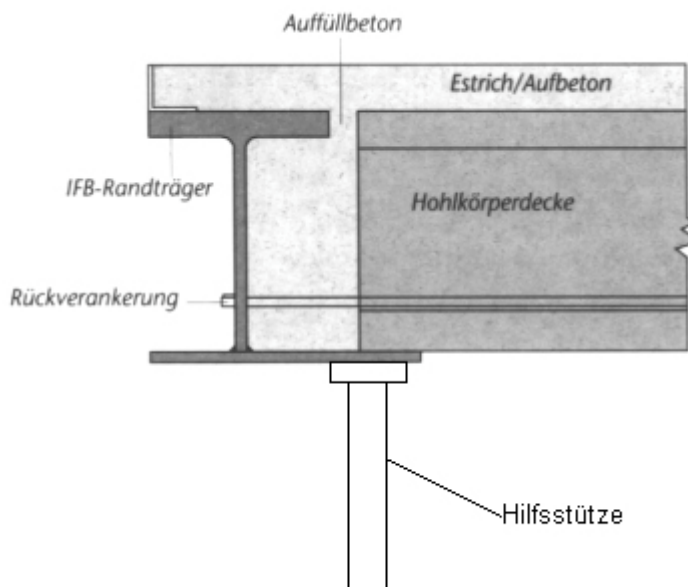
Zuerst wird die Querkraft und anschliessend das Biegemoment kontrolliert. Bei einer Berechnung nach RUBIN werden ausserdem die Stegstärke sowie die reduzierte Stegstärke angegeben.

## Rückverankerung der Randträger gegen Torsion

Wurde eine Rückverankerung eines Randträgers ausgewählt, so beinhaltet die Ausgabedatei die Lage dieser Rückverankerung, den vom Oberflansch auf den Beton ausgeübten Druck sowie die zu verankernde Zugkraft pro Meter Trägerlänge. Desweiteren sind die entsprechenden Ankerdurchmesser unter verschiedenen Bedingungen angegeben.

Die Berechnung der Rückverankerungsbewehrung basiert auf folgender Methode:

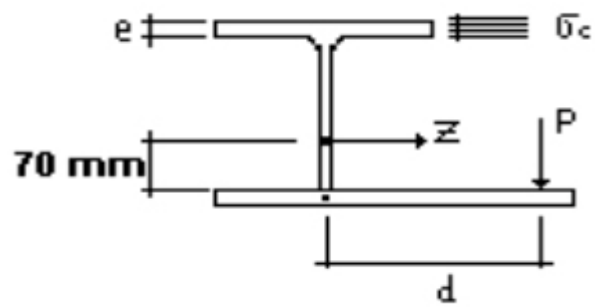
Während dem Bauzustand (Einbau der Betonhohlkörperplatten, Einbringen des Auffüllbetons sowie Estrich/Aufbeton) sind die Träger zu unterstützen und dies anhand von mindestens zwei Stützen je Feld.



Vor dem Einbringen des Auffüllbetons wird die Rückverankerungsbewehrung entweder in die Fugen zwischen den Hohlkörperplatten (sofern diese gross genug sind um eine ausreichende Betonüberdeckung der Bewehrung zu gewährleisten) oder in die offenen Hohlräume der Platten eingelegt.

Der Abstand dieser Bewehrungsseisen ist i. A. 0.60 m oder 1.20 m

Die Berechnung der Rückverankerungsbewehrung beruht auf der Gleichgewichtsberechnung zwischen dem Torsionsmoment in Längsrichtung ( $M_t$ ) und einem Kräftepaar bestehend aus einer seitlich angreifenden Betondruckkraft ( $\sigma_c \cdot e$ ) am Rand des Oberflansches und einer Zugkraft ( $Z$ ) die durch die Rückverankerungsbewehrung aufgenommen werden kann.



$$M_t = P \cdot d$$

im Gleichgewicht durch das Kräftepaar  $(Z, \sigma_c \cdot e \cdot a)$

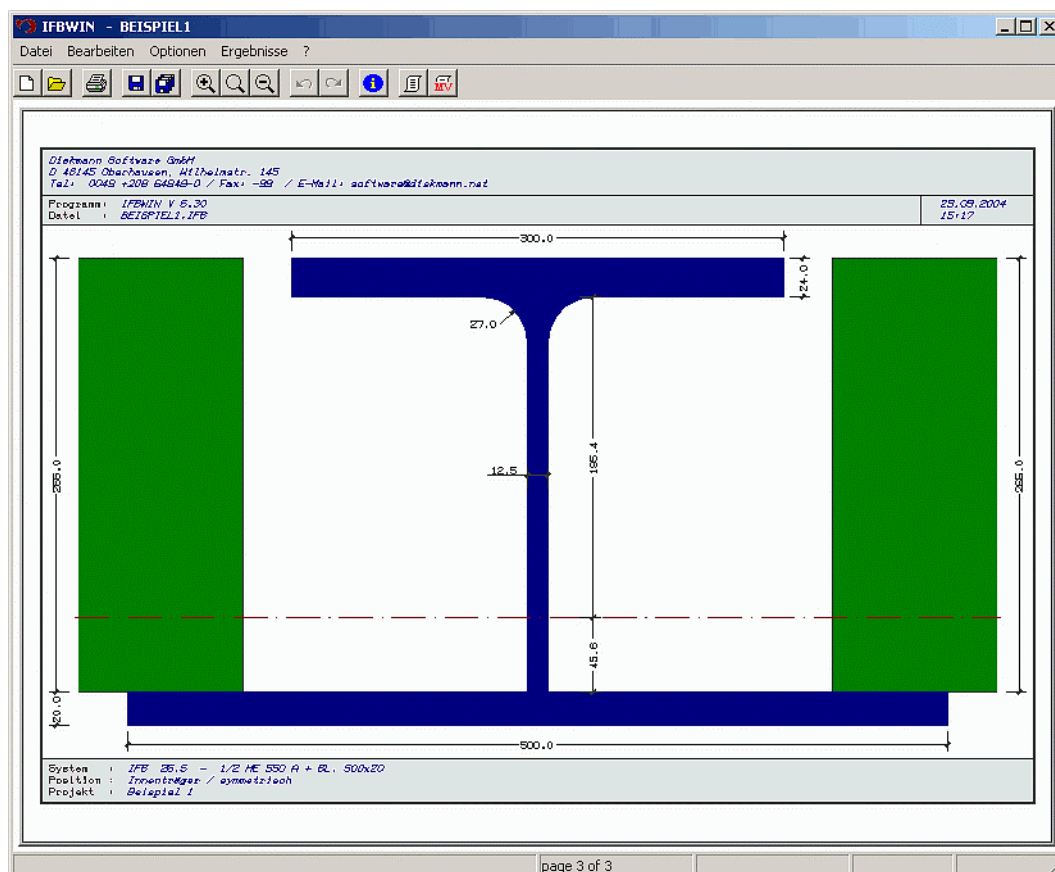
**a** sei der Abstand der Bewehrungsstäbe

Die gewöhnlichen Lastfaktoren sowie die Teilsicherheitsbeiwerte der Materialien werden in der Berechnung berücksichtigt.



# ANHANG : BEISPIELE

## BEISPIEL 1: Innenträger / Symmetrische Belastung IFB A-TYP



IFBWIN 5.30 09/04 : verteilt durch Arcelor Sections Commercial

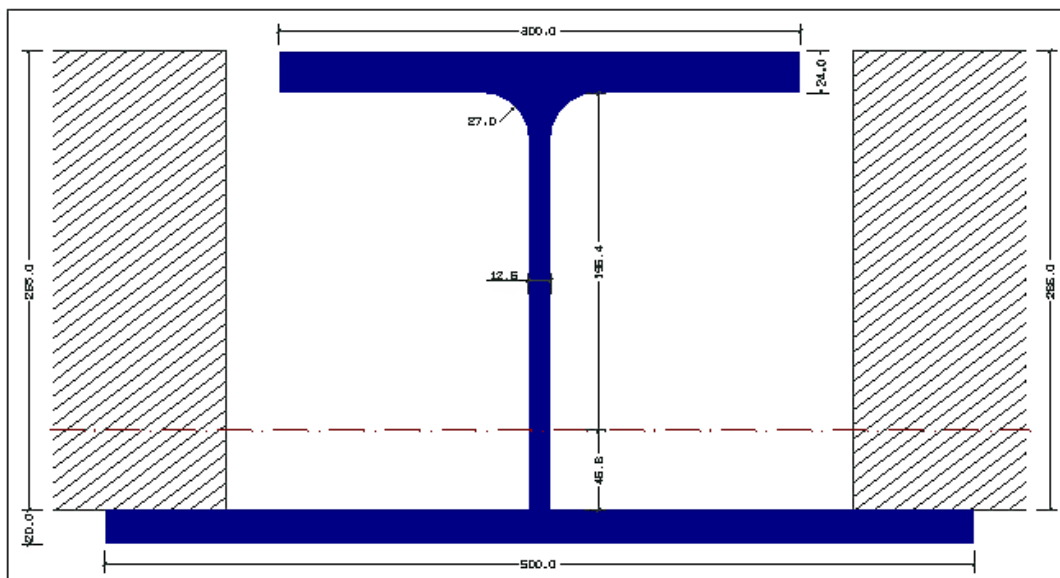
Seite 1

PROJEKT : Beispiel 1

POSITION: Innenträger / symmetrisch

DATUM: 29.09.2004

### QUERSCHNITT



### KONTROLLE DER EINGABE

- STÜTZWEITE	L	<m>	:	7.20
- TRÄGERABSTAND	a	<m>	:	7.80
- STAHLGÜTE			:	S355
- HOHLPLATTENSTÄRKE	d	<cm>	:	26.50
- VERKEHRSLAST	p, k	<kN/m2>	:	4.25
- STÄNDIGE AUFLAST	g0, k	<kN/m2>	:	1.00
- EIGENLAST DER HOHLPLATTEN	gh, k	<kN/m2>	:	3.80
- SUMME STÄNDIGE LASTEN	g, k	<kN/m2>	:	4.80
- GESAMTLAST	q, k	<kN/m2>	:	9.05

### GEOMETRIE DES QUERSCHNITTES

- TRÄGERTYP			:	IFB 26.5 A-Typ
- WALZPROFIL			:	1/2 HE 550 A
- BLECH			:	500 x 20
- TRÄGERGEWICHT	g	<kg/m>	:	162.62
- GESAMTHÖHE	H	<mm>	:	285.00
- OBERE FLANSCHBREITE	bo	<mm>	:	300.00
- UNTERE FLANSCHBREITE	bu	<mm>	:	500.00
- OBERE FLANSCHSTÄRKE	e	<mm>	:	24.00
- UNTERE FLANSCHSTÄRKE	t	<mm>	:	20.00
- STEGSTÄRKE	a	<mm>	:	12.50
- STEGHÖHE	hc	<mm>	:	241.00
- WALZPROFILHÖHE	hp	<mm>	:	265.00
- RADIUS	r	<mm>	:	27.00
- HOHLPLATTENSTÄRKE	d	<mm>	:	265.00

### BELASTUNGEN

#### MAXIMALE BELASTUNG AUF DEN UNTERGURT

- GESAMTLAST	Qb, k	<kN/m>	:	35.61
- BEMESSUNGSLAST	Qb, d	<kN/m>	:	50.56

IFBWIN 5.30 09/04 : verteilt durch Arcelor Sections Commercial

Seite 2

PROJEKT : Beispiel 1

POSITION: Innenträger / symmetrisch

DATUM: 29.09.2004

**BELASTUNG DES TRÄGERS**

- VERKEHRSLAST	P, k	<kN/m>	:	33.15
- SUMME STÄNDIGE LAST	G, k	<kN/m>	:	39.70
- GESAMTLAST	Q, k	<kN/m>	:	72.85
- BEMESSUNGSLAST	Q, d	<kN/m>	:	103.32
- Q (Frequenz) QF = G + 0.25xP		<kN/m>	:	47.99
- Q (Durchb.) QD = G + 1.00xP		<kN/m>	:	72.85

**KONTROLLE DER GRENZWERTE b/t NACH TABELLE 5.3.1**

- STEG	:	17.12	<	40.19
- FLANSCH	:	6.25	<	8.95

**SICHERHEITSAKTOREN NACH EC3, ENV 1993-1-1**

TEILSICHERHEITSBELIWERTE :

- VERKEHRSLAST	sQ	:	1.50
- STÄNDIGE LAST	sG	:	1.35
- MATERIAL	sM	:	1.10
- SCHRAUBENVERBINDUNGEN	sMb	:	1.25
- SCHWEISSNÄHTE	sMw	:	1.25
- STRECKGRENZE	fy, k	<N/mm2>	: 345.00
- BEMESSUNGSTRECKGRENZE	fy, d	<N/mm2>	: 313.64

**BEMESSUNG : ELASTISCH-PLASTISCH (EC3, ENV 1993-1-1)**
**UNTERGURT**

- VORHANDENE QUERKRAFT	V, d	<kN/m>	:	50.56
- PLASTISCHE QUERKRAFT	Vpl, d	<kN/m>	:	3621.56
- V, d/Vpl, d			:	0.01 < 0.25
- VORHANDENES MOMENT	M, d	<kNm/m>	:	1055.51
- PLASTISCHES MOMENT	Mpl, d	<kNm/m>	:	3136.36
- M, d/Mpl, d			:	0.34 < 1.00

**ERSATZTRÄGER**

- UNTERFLANSCHSTÄRKE	t	<mm>	:	20.00
- RED. UNTERFLANSCHSTÄRKE	tr	<mm>	:	18.15
- Xpl, oben (von UK Oberflansch)		<mm>	:	195.41
- Xpl, unten (von OK Unterflansch)		<mm>	:	45.59
- VORHANDENE QUERKRAFT	V, d	<kN>	:	371.96
- PLASTISCHE QUERKRAFT	Vpl, d	<kN>	:	746.76
- V, d/Vpl, d			:	0.50 < 1.00
- VORHANDENES MOMENT	M, d	<kNm>	:	669.53
- PLASTISCHES MOMENT	Mpl, d	<kNm>	:	702.84
- M, d/Mpl, d			:	0.95 < 1.00
- ELASTISCHES MOMENT	Me1, d	<kNm>	:	610.64

**GEBRAUCHSZUSTAND**
**SPANNUNGEN UNTER GEBRAUCHSLASTEN (cf Handbuch)**

- Y_oben elastisch	<cm>	:	15.99
- Y_unten elastisch	<cm>	:	12.51
- Ix Stahlträger	<cm4>	:	31124
- Biegedruck in Punkt 1	<kN/cm2>	:	24.25 max. 34.50
- Schub in Punkt 2	<kN/cm2>	:	8.23 19.92
- Biegezug in Punkt 3	<kN/cm2>	:	18.98 34.50
- Von-Mises in Punkt 4	<kN/cm2>	:	26.39 34.50
- Von-Mises in Punkt 5	<kN/cm2>	:	17.47 34.50

IFBWIN 5.30 09/04 : verteilt durch Arcelor Sections Commercial

Seite 3

PROJEKT : Beispiel 1

POSITION: Innenträger / symmetrisch

DATUM: 29.09.2004

**DURCHBIEGUNG DES UNTERGURTES**

- TRÄGHEITSMOMENT	Ib	<cm <sup>4</sup> /m>	:	66.67
- HEBELARM	zu	<mm>	:	208.75
- DURCHBIEGUNG UNTER Q <sub>b,k</sub>	fb	<mm>	:	0.77 < 1.50

**DURCHBIEGUNGEN DES UNREDUZIERTEN TRÄGERS**

- TRÄGHEITSMOMENT VERBUNDTRÄGER		<cm <sup>4</sup> >	:	33237
- DURCHBIEGUNG UNTER G	fG	<mm>	:	19.90
- VERHÄLTNIS	L/fG		:	361.7
- DURCHBIEGUNG UNTER P	fP	<mm>	:	16.62
- VERHÄLTNIS	L/fP		:	433.2 > 300
- DURCHBIEGUNG UNTER QD	fQD	<mm>	:	36.52
- VERHÄLTNIS	L/fQD		:	197.1
- Angeratene Überhöhung	f <sub>ü</sub>	<mm>	:	20

**FREQUENZ DES UNREDUZIERTEN TRÄGERS**

- TRÄGHEITSMOMENT VERBUNDTRÄGER		<cm <sup>4</sup> >	:	33237
- FREQUENZ UNTER QF		<Hz>	:	3.6 > 3.0

**SCHWEISSNAHTVERBINDUNG (PROFIL-UNTERGURT)**

- DOPPELKEHLNAHT	aw	<mm>	:	4.0
- SCHWEISSNAHTSPANNUNG	S <sub>w,v</sub>	<N/mm <sup>2</sup> >	:	172.49
- GRENZSCHWEISSNAHTSPANNUNG	S <sub>w,d</sub>	<N/mm <sup>2</sup> >	:	261.73
- S <sub>w,v</sub> /S <sub>w,d</sub>			:	0.66 < 1.0

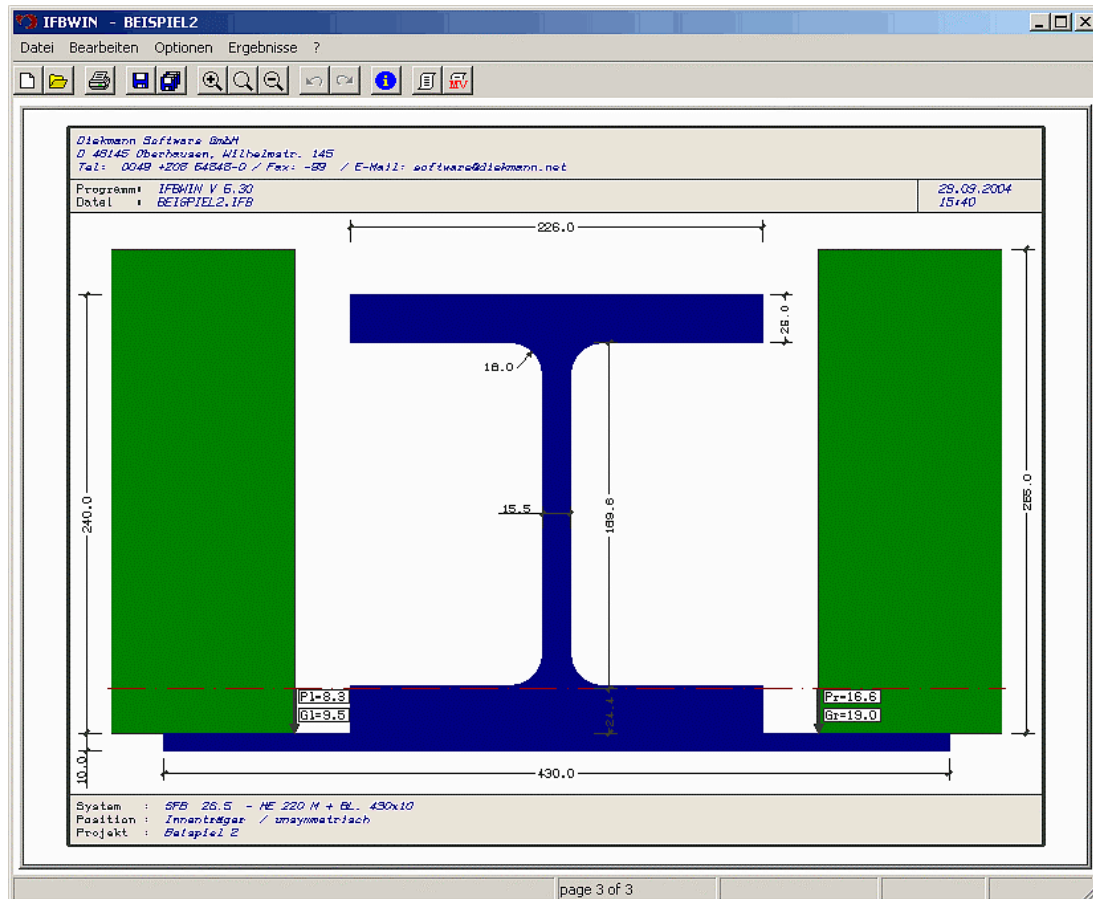
**BEMESSUNG DES ANSCHLUSSES EC3, ENV 1993-1-1**
**MINIMALE STÄRKE DES STÜTZENFLANSCHES bzw. DER STIRNPLATTE**

Nachweis der Lochleibungsspannung, SL- Verbindung

 (alpha<sub>L</sub>: 2.5) bei Verwendung von

- 2 SCHRAUBEN M30 8.8	min T	<mm>	:	6.08
- 4 SCHRAUBEN M20 8.8	min T	<mm>	:	4.56
- 2 SCHRAUBEN M30 10.9	min T	<mm>	:	6.08
- 4 SCHRAUBEN M20 10.9	min T	<mm>	:	4.56
GEWÄHLTE STIRNPLATTENSTÄKE		<mm>	:	10.0

## BEISPIEL 2: Innenträger / Unsymmetrische Belastung SFB-TYP



IFBWIN 5.30 09/04 : verteilt durch Arcelor Sections Commercial

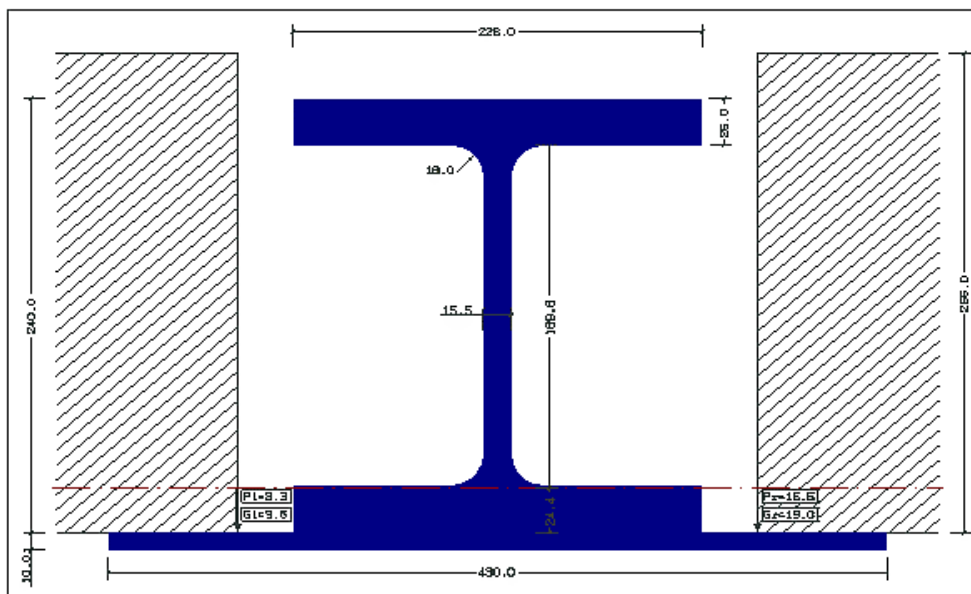
Seite 1

PROJEKT : Beispiel 2

POSITION: Innenträger / unsymmetrisch

DATUM: 29.09.2004

### QUERSCHNITT



### KONTROLLE DER EINGABE

- STÜTZWEITE	L	<m>	:	7.20
- STAHLGÜTE			:	S355
- VERKEHRSLAST				
links	P1	<kN/m>	:	8.30
mitte	Pm	<kN/m>	:	0.00
rechts	Pr	<kN/m>	:	16.58
- STÄNDIGE LAST				
links	G1	<kN/m>	:	9.50
mitte	Gm	<kN/m>	:	0.00
rechts	Gr	<kN/m>	:	18.96

### GEOMETRIE DES QUERSCHNITTES

- TRÄGERTYP			:	SFB 26.5
- WALZPROFIL			:	HE 220 M
- BLECH			:	430 x 10
- TRÄGERGEWICHT	g	<kg/m>	:	151.71
- GESAMTHÖHE	H	<mm>	:	250.00
- WALZPROFILHÖHE	hp	<mm>	:	240.00
- WALZPROFILBREITE	b	<mm>	:	226.00
- PROFILFLANSCHSTÄRKE	e	<mm>	:	26.00
- PROFILSTEGSTÄRKE	a	<mm>	:	15.50
- PROFILSTEGHÖHE	hc	<mm>	:	188.00
- PROFILRADIUS	r	<mm>	:	18.00
- BLECHBREITE	bu	<mm>	:	430.00
- BLECHSTÄRKE	t	<mm>	:	10.00
- HOHLPLATTENSTÄRKE	d	<mm>	:	265.00

### BELASTUNGEN

#### MAXIMALE BELASTUNG AUF DAS BLECH

- GESAMTLAST	Qb, k	<kN/m>	:	35.54
- BEMESSUNGSLAST	Qb, d	<kN/m>	:	50.47

IFBWIN 5.30 09/04 : verteilt durch Arcelor Sections Commercial

Seite 2

PROJEKT : Beispiel 2

POSITION: Innenträger / unsymmetrisch

DATUM: 29.09.2004

**BELASTUNG DES TRÄGERS**

- VERKEHRLAST	P, k	<kN/m>	:	24.88
- SUMME STÄNDIGE LAST	G, k	<kN/m>	:	29.98
- GESAMTLAST	Q, k	<kN/m>	:	54.86
- BEMESSUNGSLAST	Q, d	<kN/m>	:	77.79
- Q (Frequenz) QF = G + 0.25xP		<kN/m>	:	36.20
- Q (Durchb.) QD = G + 1.00xP		<kN/m>	:	54.86

**KONTROLLE DER GRENZWERTE b/t NACH TABELLE 5.3.1**

- STEG	:	9.81 < 30.92
- FLANSCH	:	4.35 < 8.95

**SICHERHEITSAKTOREN NACH EC3, ENV 1993-1-1**
**TEILSICHERHEITSBEIWERTE :**

- VERKEHRLAST	sQ	:	1.50
- STÄNDIGE LAST	sG	:	1.35
- MATERIAL	sM	:	1.10
- SCHRAUBENVERBINDUNGEN	sMb	:	1.25
- SCHWEISSNÄHTE	sMw	:	1.25
- STRECKGRENZE	fy, k	<N/mm <sup>2</sup> >	345.00
- BEMESSUNGSTRECKGRENZE	fy, d	<N/mm <sup>2</sup> >	313.64

**BEMESSUNG : ELASTISCH-PLASTISCH (EC3, ENV 1993-1-1)**
**BLECH**

- VORHANDENE QUERKRAFT	V, d	<kN/m>	:	50.47
- PLASTISCHE QUERKRAFT	Vpl, d	<kN/m>	:	1810.78
- V, d/Vpl, d			:	0.03 < 0.25
- VORHANDENES MOMENT	M, d	<kNm/m>	:	338.12
- PLASTISCHES MOMENT	Mpl, d	<kNm/m>	:	784.09
- M, d/Mpl, d			:	0.43 < 1.00

**ERSATZTRÄGER**

- BLECHSTÄRKE	t	<mm>	:	10.00
- RED. BLECHSTÄRKE	tr	<mm>	:	8.77
- PROFILFLANSCHSTÄRKE	e	<mm>	:	26.00
- RED. PROFILFLANSCHSTÄRKE	er	<mm>	:	25.33
- Xpl, oben (von UK Oberflansch)		<mm>	:	189.56
- Xpl, unten (von OK Blech)		<mm>	:	24.44
- VORHANDENE QUERKRAFT	V, d	<kN>	:	280.04
- PLASTISCHE QUERKRAFT	Vpl, d	<kN>	:	820.58
- V, d/Vpl, d			:	0.34 < 1.00
- VORHANDENES MOMENT	M, d	<kNm>	:	504.07
- PLASTISCHES MOMENT	Mpl, d	<kNm>	:	513.42
- M, d/Mpl, d			:	0.98 < 1.00
- ELASTISCHES MOMENT	Me1, d	<kNm>	:	420.34

**GEBRAUCHSZUSTAND**
**SPANNUNGEN UNTER GEBRAUCHSLASTEN (cf Handbuch)**

- Y_oben elastisch	<cm>	:	14.79	
- Y_unten elastisch	<cm>	:	10.21	
- Ix Stahlträger	<cm <sup>4</sup> >	:	19826	
- Biegedruck in Punkt 1	<kN/cm <sup>2</sup> >	:	26.52	max. 34.50
- Schub in Punkt 2	<kN/cm <sup>2</sup> >	:	5.89	19.92
- Biegezug in Punkt 3	<kN/cm <sup>2</sup> >	:	18.30	34.50
- Von-Mises in Punkt 4	<kN/cm <sup>2</sup> >	:	28.29	34.50
- Von-Mises in Punkt 5	<kN/cm <sup>2</sup> >	:	17.43	34.50
- Von-Mises in Punkt 6	<kN/cm <sup>2</sup> >	:	18.55	34.50

IFBWIN 5.30 09/04 : verteilt durch Arcelor Sections Commercial

Seite 3

PROJEKT : Beispiel 2

POSITION: Innenträger / unsymmetrisch

DATUM: 29.09.2004

**DURCHBIEGUNG DES BLECHES**

- TRÄGHEITSMOMENT	Ib	<cm <sup>4</sup> /m>	:	8.33
- HEBELARM	zu	<mm>	:	67.00
- DURCHBIEGUNG UNTER Q <sub>b,k</sub>	fb	<mm>	:	0.21 < 1.50

**DURCHBIEGUNGEN DES UNREDUZIERTEN TRÄGERS**

- TRÄGHEITSMOMENT VERBUNDTRÄGER		<cm <sup>4</sup> >	:	20985
- DURCHBIEGUNG UNTER G	fG	<mm>	:	23.80
- VERHÄLTNIS	L/fG		:	302.5
- DURCHBIEGUNG UNTER P	fP	<mm>	:	19.76
- VERHÄLTNIS	L/fP		:	364.5 > 300
- DURCHBIEGUNG UNTER QD	fQD	<mm>	:	43.56
- VERHÄLTNIS	L/fQD		:	165.3
- Angeratene Überhöhung	f <sub>ü</sub>	<mm>	:	25

**FREQUENZ DES UNREDUZIERTEN TRÄGERS**

- TRÄGHEITSMOMENT VERBUNDTRÄGER		<cm <sup>4</sup> >	:	20985
- FREQUENZ UNTER QF		<Hz>	:	3.3 > 3.0

**SCHWEISSNAHTVERBINDUNG (PROFIL-UNTERGURT)**

- DOPPELKEHLNAHT	aw	<mm>	:	4.0
- SCHWEISSNAHTSPANNUNG	Sw,v	<N/mm <sup>2</sup> >	:	74.78
- GRENZSCHWEISSNAHTSPANNUNG	Sw,d	<N/mm <sup>2</sup> >	:	261.73
- Sw,v/Sw,d			:	0.29 < 1.0

**BEMESSUNG DES ANSCHLUSSES EC3, ENV 1993-1-1**
**MINIMALE STÄRKE DES STÜTZENFLANSCHES bzw. DER STIRNPLATTE**

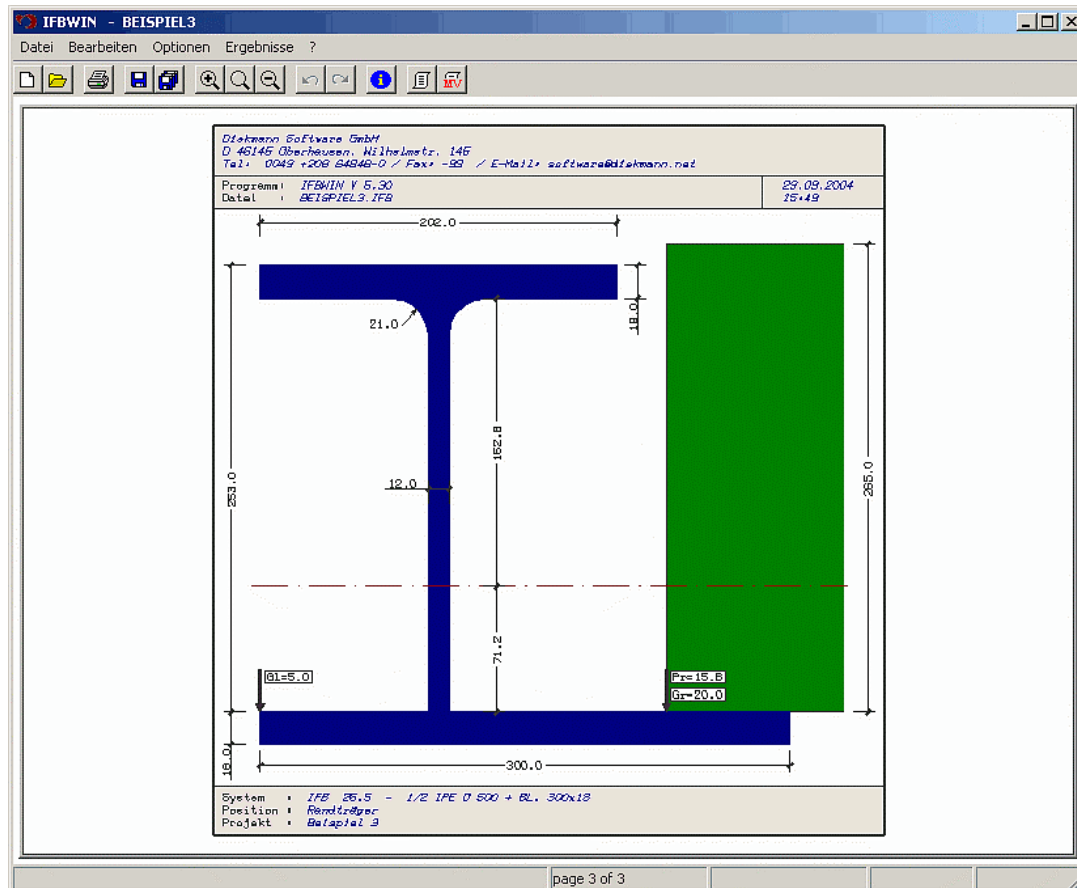
Nachweis der Lochleibungsspannung, SL- Verbindung

 (alpha<sub>L</sub>: 2.5) bei Verwendung von

- 2 SCHRAUBEN M27 8.8	min T	<mm>	:	5.08
- 4 SCHRAUBEN M20 8.8	min T	<mm>	:	3.43
- 2 SCHRAUBEN M24 10.9	min T	<mm>	:	5.72
- 4 SCHRAUBEN M20 10.9	min T	<mm>	:	3.43
GEWÄHLTE STIRNPLATTENSTÄKE		<mm>	:	10.0



## BEISPIEL 3: Randträger

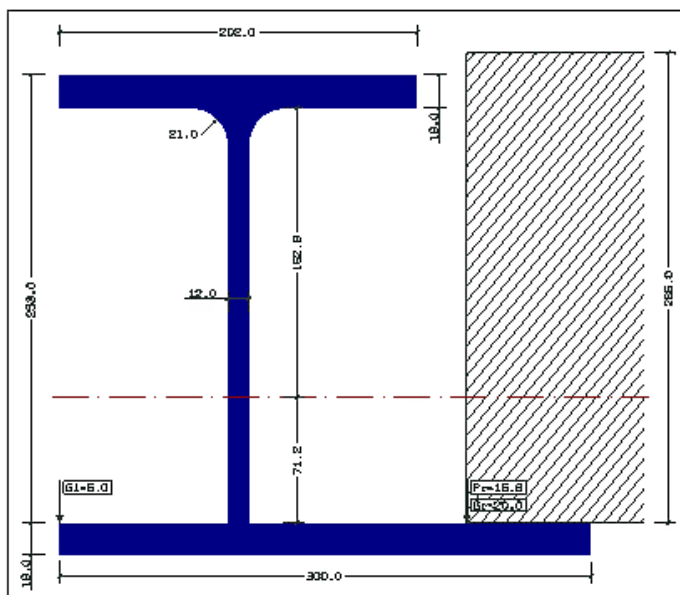


IFBWIN 5.30 09/04 : verteilt durch Arcelor Sections Commercial  
PROJEKT : Beispiel 3  
POSITION: Randträger

Seite 1

DATUM: 29.09.2004

### QUERSCHNITT



### KONTROLLE DER EINGABE

- STÜTZWEITE	L	<m>	:	7.20
- STAHLGÜTE			:	S355
- VERKEHRSLAST				
links	Pl	<kN/m>	:	0.00
mitte	Pm	<kN/m>	:	0.00
rechts	Pr	<kN/m>	:	15.58
- STÄNDIGE LAST				
links	G1	<kN/m>	:	5.00
mitte	Gm	<kN/m>	:	0.00
rechts	Gr	<kN/m>	:	19.96

### GEOMETRIE DES QUERSCHNITTES

- TRÄGERTYP			:	IFB 26.5 A-Typ
- WALZPROFIL			:	1/2 IPE o 500
- BLECH			:	300 x 18
- TRÄGERGEWICHT	g	<kg/m>	:	96.86
- GESAMTHÖHE	H	<mm>	:	271.00
- OBERE FLANSCHBREITE	bo	<mm>	:	202.00
- UNTERE FLANSCHBREITE	bu	<mm>	:	300.00
- OBERE FLANSCHSTÄRKE	e	<mm>	:	19.00
- UNTERE FLANSCHSTÄRKE	t	<mm>	:	18.00
- STEGSTÄRKE	a	<mm>	:	12.00
- STEGHÖHE	hc	<mm>	:	234.00
- WALZPROFILHÖHE	hp	<mm>	:	253.00
- RADIUS	r	<mm>	:	21.00
- HOHLPLATTENSTÄRKE	d	<mm>	:	265.00

### BELASTUNGEN

#### MAXIMALE BELASTUNG AUF DEN UTERGURT

- GESAMTLAST	Qb, k	<kN/m>	:	35.54
- BEMESSUNGSLAST	Qb, d	<kN/m>	:	50.32

IFBWIN 5.30 09/04 : verteilt durch Arcelor Sections Commercial

Seite 2

PROJEKT : Beispiel 3

POSITION: Randträger

DATUM: 29.09.2004

**BELASTUNG DES TRÄGERS**

- VERKEHRSLAST	P,k	<kN/m>	:	15.58
- SUMME STÄNDIGE LAST	G,k	<kN/m>	:	25.93
- GESAMTLAST	Q,k	<kN/m>	:	41.51
- BEMESSUNGSLAST	Q,d	<kN/m>	:	58.37
- Q (Frequenz)	QF = G + 0.25xP	<kN/m>	:	29.82
- Q (Durchb.)	QD = G + 1.00xP	<kN/m>	:	41.51

**KONTROLLE DER GRENZWERTE b/t NACH TABELLE 5.3.1**

- STEG	:	17.75 <	48.46
- FLANSCH	:	5.32 <	8.95

**SICHERHEITSAKTOREN NACH EC3, ENV 1993-1-1**

TEILSICHERHEITSBEIWERTE :

- VERKEHRSLAST	sQ	:	1.50
- STÄNDIGE LAST	sG	:	1.35
- MATERIAL	sM	:	1.10
- SCHRAUBENVERBINDUNGEN	sMb	:	1.25
- SCHWEISSNÄHTE	sMw	:	1.25
- STRECKGRENZE	fy,k	<N/mm2>	: 345.00
- BEMESSUNGSTRECKGRENZE	fy,d	<N/mm2>	: 313.64

**BEMESSUNG : ELASTISCH-PLASTISCH (EC3, ENV 1993-1-1)**
**UNTERGURT**

- VORHANDENE QUERKRAFT	V, d	<kN/m>	:	50.32	
- PLASTISCHE QUERKRAFT	Vp1, d	<kN/m>	:	3259.40	
- V, d/Vp1, d			:	0.02	< 0.25
- VORHANDENES MOMENT	M, d	<kNcm/m>	:	794.99	
- PLASTISCHES MOMENT	Mp1, d	<kNcm/m>	:	2540.45	
- M, d/Mp1, d			:	0.31	< 1.00

**ERSATZTRÄGER**

- UNTERFLANSCHSTÄRKE	t	<mm>	:	18.00
- RED. UNTERFLANSCHSTÄRKE	tr	<mm>	:	16.46
- Xpl,oben (von UK Oberflansch)		<mm>	:	162.83
- Xpl,unten (von OK Unterflansch)		<mm>	:	71.17
- VORHANDENE QUERKRAFT	V,d	<kN>	:	210.14
- PLASTISCHE QUERKRAFT	Vpl,d	<kN>	:	635.70
- V,d/Vpl,d			:	0.33 < 1.00
- VORHANDENES MOMENT	M,d	<kNm>	:	378.26
- PLASTISCHES MOMENT	Mpl,d	<kNm>	:	389.84
- M,d/Mpl,d			:	0.97 < 1.00
- ELASTISCHES MOMENT	Mel,d	<kNm>	:	334.43

**GEBRAUCHSZUSTAND**
**SPANNUNGEN UNTER GEBRAUCHSLASTEN (cf Handbuch)**

- Y_oben elastisch	<cm>	:	15.02	
- Y_unten elastisch	<cm>	:	12.08	
- Ix Stahlträger	<cm4>	:	16015	
- Biegedruck in Punkt 1	<kN/cm2>	:	25.23	max. 34.50
- Schub in Punkt 2	<kN/cm2>	:	5.19	19.92
- Biegezug in Punkt 3	<kN/cm2>	:	20.29	34.50
- Von-Mises in Punkt 4	<kN/cm2>	:	27.03	34.50
- Von-Mises in Punkt 5	<kN/cm2>	:	18.79	34.50

IFBWIN 5.30 09/04 : verteilt durch Arcelor Sections Commercial

Seite 3

PROJEKT : Beispiel 3

POSITION: Randträger

DATUM: 29.09.2004

**DURCHBIEGUNG DES UNTERGURTES**

- TRÄGHEITSMOMENT	Ib	<cm <sup>4</sup> /m>	:	48.60
- HEBELARM	zu	<mm>	:	158.00
- DURCHBIEGUNG UNTER Q <sub>b,k</sub>	fb	<mm>	:	0.46 < 1.50

**DURCHBIEGUNGEN DES UNREDUZIERTEN TRÄGERS**

- TRÄGHEITSMOMENT VERBUNDTRÄGER		<cm <sup>4</sup> >	:	16680
- DURCHBIEGUNG UNTER G	fG	<mm>	:	25.90
- VERHÄLTNIS	L/fG		:	278.0
- DURCHBIEGUNG UNTER P	fP	<mm>	:	15.56
- VERHÄLTNIS	L/fP		:	462.6 > 300
- DURCHBIEGUNG UNTER QD	fQD	<mm>	:	41.47
- VERHÄLTNIS	L/fQD		:	173.6
- Angeratene Überhöhung	f <sub>ü</sub>	<mm>	:	30

**FREQUENZ DES UNREDUZIERTEN TRÄGERS**

- TRÄGHEITSMOMENT VERBUNDTRÄGER		<cm <sup>4</sup> >	:	16680
- FREQUENZ UNTER QF		<Hz>	:	3.3 > 3.0

**SCHWEISSNAHTVERBINDUNG (PROFIL-UNTERGURT)**

- DOPPELKEHLNAHT	aw	<mm>	:	4.0
- SCHWEISSNAHTSPANNUNG	S <sub>w,v</sub>	<N/mm <sup>2</sup> >	:	192.69
- GRENZSCHWEISSNAHTSPANNUNG	S <sub>w,d</sub>	<N/mm <sup>2</sup> >	:	261.73
- S <sub>w,v</sub> /S <sub>w,d</sub>			:	0.74 < 1.0

**BEMESSUNG DES ANSCHLUSSES EC3, ENV 1993-1-1**
**MINIMALE STÄRKE DES STÜTZENFLANSCHES bzw. DER STIRNPLATTE**

Nachweis der Lochleibungsspannung, SL- Verbindung

 (alpha<sub>L</sub>: 2.5) bei Verwendung von

- 2 SCHRAUBEN M22 8.8	min T	<mm>	:	4.68
- 4 SCHRAUBEN M16 8.8	min T	<mm>	:	3.22
- 2 SCHRAUBEN M22 10.9	min T	<mm>	:	4.68
- 4 SCHRAUBEN M16 10.9	min T	<mm>	:	3.22
GEWÄHLTE STIRNPLATTENSTÄKE		<mm>	:	10.0

SCHWEISSNAHT (Doppelkehlnaht):

- erf. Nahtfläche A <sub>w</sub>		<cm <sup>2</sup> >	:	8.0
- Schweissnahtlänge für a = min = 3.0		<mm>	:	135.0
- Schweissnahtlänge für a = 4.0		<mm>	:	105.0
- Schweissnahtlänge für a = 5.0		<mm>	:	85.0
- Schweissnahtlänge für a = 6.0		<mm>	:	70.0
- Schweissnahtlänge für a = max = 7.0		<mm>	:	60.0