

Interaktionsgleichungen für das  
Biegeknicken bei Druck  
und zweiachsiger Biegung

**T 2895**

T 2895

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

Im Originalmanuskript enthaltene Farbvorlagen, wie z.B. Farbfotos, können nur in Grautönen wiedergegeben werden. Liegen dem Fraunhofer IRB Verlag die Originalabbildungen vor, können gegen Berechnung Farbkopien angefertigt werden. Richten Sie Ihre Anfrage bitte an die untenstehende Adresse.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2000, ISBN 3-8167-5705-7

Vervielfältigung, auch auszugsweise,  
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

**Fraunhofer IRB Verlag**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69  
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00  
Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

e-mail [irb@irb.fhg.de](mailto:irb@irb.fhg.de)

URL <http://www.irb.fhg.de>

**Technische Universität Berlin**  
**Institut für Baukonstruktionen und Festigkeit**  
**Baukonstruktionen und Festigkeit (IBF)**  
**Fachgebiet Stahlbau**  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. J. Lindner

**Interaktionsgleichungen für das Biegeknicken**  
**bei Druck und**  
**zweiachsiger Biegung**

**Schlußbericht zum Forschungsvorhaben**  
**IV 1 - 5 - 866 / 98**  
**des Deutschen Instituts für Bautechnik**

**Bericht VR 2135**

10. Juni 1999

Prof. Dr.-Ing. J. Lindner  
Dipl.-Ing. A. Rusch

Dieser Bericht besteht aus 72 Seiten und 15 Seiten Anlagen

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
2. Zur Problemstellung	3
3. Verfügbare Versuchsergebnisse	4
4. Traglastberechnungen	5
5. Art der Vergleiche	8
6. Untersuchte Interaktionsgleichungen	10
6.1 Eurocode 3, Abschn. 5.5.4, DIN 18 800-2, Abschn. 3.5	10
6.2 Vorschlag Greiner [3]	11
6.3 Vorschlag Lindner	12
6.4 Vorschlag Greiner/Lindner (G/L)	13
6.5 Vorschlag Muzeau/Jaspart (F/B)	15
6.6 Vorschlag Rusch/Lindner (R/L)	17
6.7 Weitere Konzepte	18
6.7.1 Geänderter Vorschlag zu EC 3 bzw. DIN 18 800-2	18
6.7.2 Variante 1 des Vorschlages Greiner/Lindner (G/L-1)	19
6.7.3 Variante 2 des Vorschlages Greiner/Lindner (G/L-2)	19
6.7.4 Vorschlag Aasen/Höglund (S/N)	20
7. Ergebnisse	22
7.1 Auswertung von Interaktionsfaktoren $k$ für Vorschlag 6.4	22
7.2 Statistische Auswertung der Versuchsergebnisse	39
7.3 Statistische Auswertung der Traglastrechnungen Lindner [19]	39
7.4 Statistische Auswertung der Rechnungen mit Ausrundungsradius $r$ und ohne $r$	40
7.5 Statistische Auswertung der Rechnungen am IPB 300	41
7.6 Statistische Auswertung der Rechnungen von Dubas	42
7.7 Statistische Auswertung der Traglastrechnungen Ofner [17], [21]	43
7.8 Traglastrechnungen für Doppelbiegung	67
8. Auswertung der Versuchsergebnisse	68
9. Zusammenfassung mit Wertung für die praktische Anwendung	70
10. Literatur	71

# Univ.-Prof. Dr.-Ing. J. Lindner

Blatt II  
zum Versuchsbericht VR 2135  
vom 10. 06. 1999

## Anlagen

	Seite
Anlage 1	1/1 - 1/2
Anlage 2	2/1 - 2/2
Anlage 3	3/1 - 3/2
Anlage 4	4/1 - 4/4
Anlage 5	5/1
Anlage 6	6/1
Anlage 7	7/1
Anlage 8	8/1
Anlage 9	9/1

## 1. Einleitung

Für stabilitätsgefährdete Bauteile und Bauwerke ist generell eine Berechnung nach Elastizitätstheorie II. Ordnung möglich. Die nationale deutsche Norm, DIN 18 800-2 [2], sieht dies deshalb in Tabelle 1 auch vor. DIN 18 800-2 steht damit auch in Übereinstimmung mit Eurocode 3, [1].

Bei der praktischen Anwendung dominiert aber in Deutschland und auch international immer noch die Verwendung von Interaktionsgleichungen. Für Druck und zweiachsige Biegung gilt in DIN 18 800-2 dafür Element 321, Eurocode 3 hat dies in Abschn 5.5.4 geregelt, der hier stellvertretend aufgeführt wird:

$$\frac{N_{Sd}}{\chi_{\min} A f_y / \gamma_{M1}} - \frac{k_y M_{y,Sd}}{W_{pl,y} f_y / \gamma_{M1}} - \frac{k_z M_{z,Sd}}{W_{pl,z} f_y / \gamma_{M1}} \leq 1$$

mit

$$k_y = 1 - \frac{\mu_y N_{Sd}}{\chi_y A f_y} \quad \text{jedoch } k_y \leq 1,5$$

$$\mu_y = \bar{\lambda}_y (2\beta_{My} - 4) - \left[ \frac{W_{pl,y} - W_{el,y}}{W_{el,y}} \right] \quad \text{jedoch } \mu_y \leq 0,90$$

$$k_z = 1 - \frac{\mu_z N_{Sd}}{\chi_z A f_y} \quad \text{jedoch } k_z \leq 1,5$$

$$\mu_z = \bar{\lambda}_z (2\beta_{Mz} - 4) - \left[ \frac{W_{pl,z} - W_{el,z}}{W_{el,z}} \right] \quad \text{jedoch } \mu_z \leq 0,90$$

$\chi_{\min}$  ist der kleinere Wert von  $\chi_y$  und  $\chi_z$

In beiden Regelungen werden die Wirkungen der Anteile aus Normalkraft, Biegemoment  $M_y$  und Biegemoment  $M_z$  linear addiert. Besonders wichtig sind die Interaktionsfaktoren  $k_y$  und  $k_z$  die die Gewichtung der beiden Biegemomentenanteile gegenüber dem Normalkraftanteil und untereinander steuern.

Im Zuge der anstehenden Überführung der Vornorm ENV [1] in eine endgültige Norm EN werden diese Interaktionsgleichungen international erneut diskutiert. Von französischer Seite wurden Sicherheitsbedenken geäußert [3], [4], ebenso in einer Arbeit aus Österreich [5]. Weitere Anmerkungen kamen aus Luxemburg [14]. Hierbei stehen die Formulierungen für die

Interaktionsfaktoren  $k_y$  und  $k_z$  im Mittelpunkt der Überlegungen und auch die Frage, inwieweit bei einachsiger Biegung eine Trennung der Nachweise für Druck und Biegung  $M_y$  (Nachweis in der Biegeachse) vom Nachweis des reinen Drucks in der anderen Achse (Ausweichen rechtwinklig zur Biegeachse) möglich ist.

Aus diesen Gründen war es unbedingt erforderlich, die Frage der Interaktionsgleichungen erneut aufzugreifen. Auch international wird den Interaktionsbeziehungen nach wie vor große Bedeutung für den einfachen und wirtschaftlichen Nachweis gedrückter Stäbe beigemessen. Die Europäische Konvention für Stahlbau (EKS - ECCS) unterstützte entsprechende Untersuchungen, die von Prof. Greiner in Graz durchgeführt wurden. Das TC 8 ("stability") von ECCS, dessen Vorsitzender der links Unterzeichnende ist, nahm sich auf Bitten von CEN TC 250 SC 3 dieser Frage an. Sie wurde in 2 Arbeitsgruppen bearbeitet, die unabhängig von einander 2 Vorschläge vorlegten, die auf einer Sitzung am 5.12.98 in Graz diskutiert wurden. Dabei wurde auch der hier vorgestellte Vorschlag "Lindner" (s. Abschn. 6.3) diskutiert, der schließlich in einen gemeinsam mit Prof. Greiner verbesserten Vorschlag ("G/L"-Vorschlag genannt, s. Abschn. 6.4) mündete. Dieser Vorschlag [22] wurde dem project team von CEN TC 250 SC 3, das die Überleitung der ENV in eine EN bearbeitet, zur weiteren Verwendung übergeben.

Alle folgenden Untersuchungen beschränken sich auf kompakte Querschnitte (nach Eurocode class 1- und class 2-Querschnitte), für die nach DIN 18 800 volle Querschnittsmitwirkung gegeben ist. Zu diesen Querschnitten gehören fast alle Walzprofile, für die die Interaktionsgleichungen besondere Bedeutung haben.

## **2. Zur Problemstellung**

Bemühungen um Interaktionsgleichungen für den Stabilitätsfall von Druck und Biegung sind schon sehr alt. So hatte die frühere deutsche Stabilitätsnorm DIN 4114 im Abschnitt 10.02 und 10.06 entsprechende Regelungen.

Im Zuge der Neubearbeitung der DIN 4114 in Form der DIN 18 800-2 wurden erneut Anstrengungen zur Beibehaltung und Modifikation einer Interaktionsgleichung unternommen, [6], [7], [8]. Grundlage der Überlegungen waren einmal die Ergebnisse von Traglastberechnungen unter Berücksichtigung des elastisch-plastischen Materialverhaltens, Eigenspannungen, geometrische Imperfektionen, Ausbreitung der Fließzonen in Stablängsrichtung. Zum anderen fanden die Auswertungen von Großversuchen Berücksichtigung, z.B. [10], [11].

Die Ergebnisse wurden auch international diskutiert (z.B. [9], [13]) und fanden von daher Eingang in Überlegungen der EKS/ECCS und letztlich in Eurocode 3. Zur Zeit sind die in Eurocode 3 [1] und DIN 18 800-2 [2] vorhandenen Interaktionsgleichungen im wesentlichen identisch, geringe Abweichungen sind bei der Interpretation der Beiwerte gegeben.

Im folgenden werden verschiedene Vorschläge für Interaktionsgleichungen untersucht. Um die Güte verschiedener Vorschläge beurteilen zu können, haben diese Untersuchungen dabei wiederum als Grundlage

- Versuchsergebnisse von Großversuchen,
- Traglastrechnungen.

Auf die zur Verfügung stehenden Daten wird in den Abschnitten 3 und 4 eingegangen.



### 3. Verfügbare Versuchsergebnisse

Die Versuchsergebnisse werden der Literatur entnommen, hauptsächlich aus früheren Untersuchungen, [4].

Alle Versuche mit Beanspruchungen aus Druckkräften und einachsiger oder zweiachsiger Biegung wurden an I-Profilen durchgeführt, die prinzipiell der Gefahr des Biegedrillknickens unterliegen. Da hier das Biegedrillknicken nicht untersucht wird, sind diejenigen Versuche auszuwählen, bei denen das Biegedrillknicken einen vernachlässigbaren Einfluß hat. dies bedeutet, daß der bezogene Schlankheitsgrad für das Biegedrillknicken so klein sein muß, daß (rechnerisch) ein Biegedrillknicken nicht auftritt. Als Grenze dafür wird diejenige Grenze herangezogen, die auch bei der Bemessung nach DIN 18 800-2 verwendet wird, siehe Gl. (1).

$$\bar{\lambda}_M \leq 0,4 \quad (1)$$

mit

$$\bar{\lambda}_M = \sqrt{M_{pl,y} / M_{Ki,y}}$$

$M_{pl,y}$  vollplastisches Moment

$M_{Ki,y}$  Biegedrillknickmoment nach der Elastizitätstheorie bei Wirkung von Momenten  $M_y$   
ohne Normalkraft  $N$

Wegen des oben beschriebenen Grundes haben alle Versuche, die zur Auswertung benutzt werden können, einen relativ kleinen bezogenen Schlankheitsgrad  $\bar{\lambda}_y$  bzw.  $\bar{\lambda}_z$ . Sie decken damit nicht den gesamten Parameterbereich ab, der in den Konstruktionen der Baupraxis auftreten kann.

#### **4. Traglastberechnungen**

Im Rahmen von in Graz durchgeführten Arbeiten wurden umfangreiche Traglastberechnungen mit dem Programm ABAQUS durchgeführt. Da diese einen sehr großen Parameterbereich abdecken, wurde überprüft, ob sie für die vorliegenden Auswertungen herangezogen werden konnten. Dabei war die wichtigste Frage, ob sie zu vergleichbaren Ergebnissen führen, wie die von anderen Forschern ermittelten und insbesondere mit denjenigen Ergebnissen übereinstimmen, die an der TU Berlin berechnet wurden. Die Besonderheit der Grazer Untersuchungen besteht darin, daß auch bei den Walzprofilen stets Profile ohne Ausrundungsradien  $r$  untersucht wurden. Vergleiche mit Ergebnissen des von uns benutzten Traglastprogramms LIDUR zeigten, daß die Unterschiede gering sind, wenn die bezogenen Schlankheitsgrade und Tragfähigkeiten (= Abminderungsfaktoren  $\kappa$ ) auf den jeweils untersuchten Querschnitt mit oder ohne Ausrundungsradius bezogen werden. Einige der vergleichenden Ergebnisse sind in Anlage 1 aufgeführt.

Traglastrechnungen wurden auch 1991 von Prof. Dubas/ETH Zürich im Rahmen von Arbeiten in TC 8 der EKS (ECCS) durchgeführt. Hierbei wurde im wesentlichen der Lastfall konstantes Moment  $M_y$  für ein Profil IPE 240/St 37 untersucht, einige Werte auch für konstantes Moment  $M_z$ . Die Ergebnisse sind in Anlage 2 aufgeführt.

Wenn man die statistische Auswertung dieser Ergebnisse mit denjenigen vergleicht, die man mit den Traglastergebnissen von Ofner für mehrere untersuchte Profile erhält, dann stellt man eine befriedigende Übereinstimmung fest.

Unabhängig von diesen Vergleichen wurden eine große Anzahl von Traglastrechnungen an der TU Berlin durchgeführt, z.B. [19], die im folgenden auch herangezogen werden. Andere bekannte Ergebnisse, wie die Traglastergebnisse von Matthey [20] wurden nicht berücksichtigt, da einige Ergebnisse nicht zu entsprechenden Werten aus Graz und Berlin paßten und die Unterschiede nicht zu erklären waren.

Es wurden weitere Rechnungen an der TU Berlin durchgeführt, die sich mit dem Lastfall Einzellast, Einzellast mit einseitigem Eckmoment und Einzellast mit beidseitigem Eckmoment beschäftigen. Die Ergebnisse sind als Anlage 3 beigefügt. Hieraus ist die Notwendigkeit zu ersehen, eine Änderung der Momentenbeiwerte  $\beta_M$  beim Vorschlag G/L (Abschnitt 6.4) vorzunehmen, was im Vorschlag G/L-2 (Abschnitt 6.7.2) erfolgt ist.

Die Traglastrechnungen wurden mit unterschiedlichen Werten für  $N$ ,  $M_y$  und  $M_z$  durchgeführt. Innerhalb dieser Ergebnisse sind auch solche ohne Biegemomente vorhanden, d.h. mit zentrischem Druck. Dies führt zu Abminderungsfaktoren  $\kappa_y$  und  $\kappa_z$ , die möglichst dicht an den Werten der bekannten Europäischen Knickspannungslinien liegen sollen. Da jedoch viele Profile einer Knickspannungslinie zugeordnet werden, sind Unterschiede bei den speziellen untersuchten Profilen zu den theoretischen Werten der Knickspannungslinien unausweichlich.

In allen Auswertungen für die verschiedenen Bemessungskonzepte (s. Abschn. 6) wurden jeweils die Werte  $\kappa_y$  bzw  $\kappa_z$  aus den individuellen Rechnungen benutzt.

In den beiden benutzten Serien von Traglastrechnungen wurden verschiedene Lastfälle untersucht. In den Untersuchungen Lindner wurden die Lastfälle von Tabelle 4.1 untersucht, in

den Berechnungen von Ofner diejenigen von Tabelle 4.2.

Aus Tab. 4.1 kann ersehen werden, daß die meisten Berechnungen mit dem Profil IPB 200 (HE 200 B) durchgeführt wurden, das als typisch für Stützen unter Druck und Biegung angesehen werden kann. Zusätzlich wurden aber auch Profile IPBv 140 (HE 140 M), IPBv 240 (HE 240 M), IPBv 340 (HE 340 M) und IPE 300 berechnet.

In den Berechnungen von Ofner wurden Profile IPE 200, IPE 500, HE 300 B und HS 200/100/10 (Rechteckhohlprofil) betrachtet, s. [16], [17], [21].

**Tabelle 4.1** Traglastrechnungen Lindner, [10]

Fall	Profil Achse	Moment	Fall	Profil Achse	Moment	Fall	Profil Achse	Moment
1	2	3	1	2	3	1	2	3
101	IPB 200 y-y		109	IPE 300 y-y		117	IPBv 200 z-z	
102	IPB 200 y-y		110	IPB 200 y-y		118	IPB 200 z-z	
103	IPB 200 y-y		111	IPB 200 y-y		119	IPB 200 z-z	
104	IPB 200 y-y		112	IPB 200 y-y		120	IPE 300 z-z	
105	IPB 200 y-y		113	IPB 200 y-y		121	IPE 300 y-y	
106	IPB 200 y-y		114	IPE 300 z-z		122	IPE 300 y-y	
107	IPBv 140 y-y		115	IPB 200 z-z		123	IPE 300 z-z	
108	IPBv 340 y-y		116	IPB 200 z-z				

Tabelle 4.2 Lastfälle bei den Traglastrechnungen Ofner, [21]

	$M_y$	$M_z$		$M_y$	$M_z$
Lf A			Lf E		
Lf B			Lf F		
Lf C			Lf G		
Lf D			Lf H		

Lastfälle C, H nur bei gleichzeitiger Wirkung von  $M_y$  und  $M_z$

Im Forschungsantrag war geplant, auch noch Berechnungen nach Elastizitätstheorie II Ordnung durchzuführen. Damit sollten tendenziell die Traglastberechnungen bestätigt werden. Da durch die umfangreichen Daten aus Graz und die zusätzlichen Rechnungen von Dubas/Zürich eine sehr große Anzahl von Traglastergebnissen verschiedener Forscher zur Verfügung standen, ist der Grund für die Durchführung zusätzlicher Rechnungen nach Theorie II. Ordnung entfallen. Aus diesem Grunde wurde darauf verzichtet.

## 5. Art der Vergleiche

Für jedes Ergebnis (Versuchswert oder Rechenwert) wurde iterativ derjenige Faktor  $f$  ermittelt, durch den die Grenzlasten (z.B.  $N$  und  $M_y$ ) dividiert werden müssen, um gerade die vorgeschlagene Interaktionsgleichung zu erfüllen.

Daher zeigen Wert  $f > 1$ , daß die Interaktionsgleichung zu einem Ergebnis auf der sicheren Seite führt, während Werte  $f < 1$  zu Ergebnissen auf der unsicheren Seite führen.

Alle Werte  $f$  werden statistisch ausgewertet. Dafür werden für  $f$  angegeben:

- Mittelwert  $m$ ,
- Standard Abweichung  $s$ ,
- Grenze  $m - s$ ,
- unterer Fraktilwert  $m - k \cdot s$  mit  $k = 1,645$ . Dies entspricht einer 5%-Fraktile mit 75% Aussagewahrscheinlichkeit, vgl. Annex Z von Eurocode 3,
- Anzahl der Ergebnisse  $f < 1,00$ ,
- Prozentsatz der Ergebnisse  $f < 1,00$ ,
- Anzahl der Ergebnisse  $f < 0,95$ ,
- Anzahl der Ergebnisse  $f < 0,90$ ,
- Gesamtzahl der Ergebnisse für den betreffenden Datensatz.

Die Ergebnisse für  $f$  werden dabei für verschiedene Gruppen von Traglastergebnissen ermittelt, z.B.

- Versuchsergebnisse einer speziellen Versuchsserie,
- Versuchsergebnisse aller verfügbaren Versuchsergebnisse in bezug auf eine Versagensart (z.B. Ausweichen rechtwinklig z-Achse),
- Traglastrechnungen für einen bestimmten Lastfall (z.B. konstantes Moment),
- Traglastrechnungen für eine bestimmte Versagensart,
- Traglastrechnungen für ein bestimmtes Profil.

Diese Ergebnisse sind als einzelne Rechenergebnisse vorhanden. Um jedoch den Umfang des bedruckten Papiers in Grenzen zu halten, werden sie hier nicht alle ausgedruckt, sondern in der Regel in Form von Tabellen angegeben, aus denen nicht die Einzelergebnisse, sondern nur die statistische Auswertung der Gesamtheit der Ergebnisse hervorgeht.

Aus den Ergebnissen kann ersehen werden, daß speziell in den Fällen des einseitigen Eckmoments und besonders bei durchschlagenden Momentenverlauf die Querschnittsinteraktion maßgebend wird. Dies bedeutet, daß die Querschnittsinteraktion die Tragfähigkeit begrenzt und nicht das Stabilitätsversagen. Deshalb kann auch eine Interaktionsgleichung, die das Stabilitätsversagen beschreibt, diesen Effekt nicht genau genug erfassen, da das Ergebnis sehr von der Genauigkeit der Querschnittsinteraktion abhängig ist, die nicht Gegenstand der hier durchgeführten Untersuchungen ist. Aus diesem Grunde werden alle Ergebnisse für  $f$ , bei denen die Querschnittsinteraktion maßgebend ist, bei den hier durchgeführten statistischen Auswertungen nicht berücksichtigt.

Als Querschnittsinteraktionen werden vereinfachend für I-Profile bei allen Bemessungskonzepten diejenigen von DIN 18 800-1 (unter der Voraussetzung kleiner Querkräfte) verwendet, die in den Gl. (5.1) bis (5.2) angegeben sind.

Druck und einachsige Biegung  $M_y$  (I-Profile):

$$\frac{N}{N_{pl}} + 0,9 \frac{M_y}{M_{pl,y}} = 1 \quad (5.1)$$

Druck und einachsige Biegung  $M_z$  (I-Profile):

$$\left( \frac{N}{N_{pl}} \right)^2 + 0,91 \frac{M_z}{M_{pl,z}} = 1 \quad (5.2)$$

Für Hohlprofile werden vereinfachend Interaktionen nach ENV 1993-1-1 [1] verwendet, wobei die Beiwerte für das hier untersuchte Hohlprofil RHP 200/100/10 ermittelt werden, s. Gl. (5.3) und (5.4).

Druck und einachsige Biegung  $M_y$  :

$$\frac{N}{N_{pl}} + 0,84 \frac{M_y}{M_{pl,y}} = 1 \quad (5.3)$$

Druck und einachsige Biegung  $M_z$  (I-Profile):

$$\frac{N}{N_{pl}} + 0,66 \frac{M_z}{M_{pl,z}} = 1 \quad (5.4)$$

Falls nur kleine Normalkräfte  $N$  vorhanden sind, können diese bei den Interaktionsgleichungen aus Vereinfachungsgründen vernachlässigt werden, siehe z.B. DIN 18 800-2, El. (312). Aus diesem Grunde werden auch hier bei den statistischen Auswertungen solche Ergebnisse mit

$$n_u = N / (\kappa N_{pl}) < 0,1$$

nicht berücksichtigt.

## 6. Untersuchte Interaktionsgleichungen

### 6.1 Eurocode 3, Abschn. 5.5.4, DIN 18 800-2, Abschn. 3.5

N + M<sub>y</sub> + M<sub>z</sub>:

$$\frac{N}{\kappa_{\min} N_{pl}} + k_y \frac{M_y}{M_{pl,y}} + k_z \frac{M_z}{M_{pl,z}} \leq 1,0 \quad (6.1.1)$$

$$\kappa_{\min} = \min(\kappa_y; \kappa_z)$$

$$k_y = 1 - \mu_y n_y \leq 1,5 \quad (6.1.2)$$

$$n_y = \frac{N}{\kappa_y N_{pl}} \quad (6.1.3)$$

$$k_z = 1 - \mu_z n_z \leq 1,5 \quad (6.1.4)$$

$$n_z = \frac{N}{\kappa_z N_{pl}} \quad (6.1.5)$$

$$\mu_y = \bar{\lambda}_y (2\beta_{My} - 4) + \frac{W_{pl,y} - W_{el,y}}{W_{el,y}} \leq 0,90 \quad (6.1.6)$$

$$\mu_z = \bar{\lambda}_z (2\beta_{Mz} - 4) + \frac{W_{pl,z} - W_{el,z}}{W_{el,z}} \leq 0,90 \quad (6.1.7)$$

$\beta_{My}; \beta_{Mz} = 1,8 - 0,7 \psi$  bei linearveränderlichem Moment, für andere Fälle vgl.

ENV 1993-1-1: 1992, Fig. 5.5.3

In DIN 18 800-2 wird eine etwas andere Schreibweise verwendet, insbesondere  $a_y$  statt  $\mu_y$ ,  $a_z$  statt  $\mu_z$ .

N + M<sub>y</sub>:

Es wird Gl. (6.1.1) verwendet mit  $k_z = 0$  und  $\kappa_{\min} = \kappa_y$

N + M<sub>z</sub>:

Es wird Gl. (6.1.1) verwendet mit  $k_y = 0$  und  $\kappa_{\min} = \kappa_z$

## 6.2 Vorschlag Greiner [3]

N + M<sub>y</sub> + M<sub>z</sub>:

$$y - y: \quad \frac{N}{\kappa_y N_{pl}} + \frac{M_y}{M_{pl}} k_y + 0,6 \frac{M_z}{M_{pl}} k_z \leq 1 \quad (6.2.1)$$

$$z - z: \quad \frac{N}{\kappa_z N_{pl}} + 0,6 \frac{M_y}{M_{pl}} k_y + \frac{M_z}{M_{pl}} k_z \leq 1 \quad (6.2.2)$$

$$k_y = \frac{c_{My}}{1 - \bar{n}_y \mu_y} \quad (5.2.3) \quad \bar{n}_y = \frac{N}{\kappa_y N_{pl}} \quad (6.2.5)$$

$$k_z = \frac{c_{Mz}}{1 - \bar{n}_z \mu_z} \quad (5.2.4) \quad \bar{n}_z = \frac{N}{\kappa_z N_{pl}} \quad (6.2.6)$$

$$\mu_y = \bar{\lambda}_y - 0,5 \leq (2 - \bar{n}_y) / 3 \quad (6.2.7)$$

$$\mu_z = \left\{ \begin{array}{l} \text{I-Profil:} \quad 2\bar{\lambda}_z - 1 \leq (2 - \bar{n}_z) / 2 \quad (6.2.8) \\ \\ \text{Hohlprofil:} \quad \bar{\lambda}_z - 0,5 \leq (2 - \bar{n}_z) / 3 \quad (6.2.9) \end{array} \right.$$

$$c_M = 0,6 + 0,4 \psi \quad \text{Bei linear veränderlichem Moment, für andere Fälle s. [3].}$$

N + M<sub>y</sub>:

Es werden die Gl. (6.2.1) und (6.2.2) verwendet mit  $k_z = 0$



N + M<sub>z</sub>:

Es werden die Gl. (6.2.1) und (6.2.2) verwendet mit  $k_y = 0$

### 6.3 Vorschlag Lindner

N + M<sub>y</sub> + M<sub>z</sub>:

$$\frac{N}{\kappa N_{pl}} + k_y \frac{M_y}{M_{pl,y}} + k_z \frac{M_z}{M_{pl,z}} \leq 1 \quad (6.3.1)$$

$$\kappa = \min(\kappa_y, \kappa_z)$$

$$k_y = (1,33 - 0,3 \beta_{My}) a_y \quad (6.3.2)$$

$$a_y = 1 + n_y (\bar{\lambda}_y - 0,2) \quad (6.3.3)$$

$$\leq 1 + 0,80 n_y \quad (6.3.4)$$

$$n_y = \frac{N}{\kappa_y N_{pl}} \quad (6.3.5)$$

$$k_z = (1,7 - 0,6 \beta_{Mz}) a_z \geq 0,6 \quad (6.3.6)$$

$$a_z = 1 + n_z (\bar{\lambda}_z - 0,5) \quad (6.3.7)$$

$$\leq 1 + 0,9 n_z \quad (6.3.8)$$

$$n_z = \frac{N}{\kappa_z N_{pl}} \quad (6.3.9)$$

$\beta_{My}, \beta_{Mz}$  s. ENV 1993-1-1: 1992, fig. 5.5.3 bzw. DIN 18 800-2, Tab. 11.

N + M<sub>y</sub>:

Es wird Gl. (6.3.1) verwendet mit  $k_z = 0$  und  $\kappa = \kappa_y$

zusätzlich: 
$$\frac{N}{\kappa_y N_{pl}} \leq 1,0 \quad (6.3.10)$$

N + M<sub>z</sub>:

Es wird Gl. (6.3.1) verwendet mit  $k_y = 0$  und  $\kappa = \kappa_z$

zusätzlich: 
$$\frac{N}{\kappa_z N_{pl}} \leq 1,0 \quad (6.3.11)$$

#### 6.4 Vorschlag Greiner / Lindner (G/L)

N + M<sub>y</sub> + M<sub>z</sub>:

Biegeknicke n y - y 
$$\frac{N}{\kappa_y N_{pl}} + \frac{M_y}{M_{pl,y}} k_y + 0,6 \frac{M_z}{M_{pl,z}} k_z \leq 1 \quad (6.4.1)$$

Biegeknicke n z - z 
$$\frac{N}{\kappa_z N_{pl}} + 0,6 \frac{M_y}{M_{pl,y}} k_y + \frac{M_z}{M_{pl,z}} k_z \leq 1 \quad (6.4.2)$$

$$k_y = (1,55 - 0,5 \beta_{My}) a_y \quad (6.4.3)$$

$$a_y = 1 + n_y (\bar{\lambda}_y - 0,1) \quad (6.4.4)$$

$$\leq 1 + 0,9 n_y \quad (6.4.5)$$

$$n_y = \frac{N}{\kappa_y N_{pl}} \quad (6.4.6)$$

$$k_z = (1,55 - 0,5 \beta_{Mz}) a_z \quad (6.4.7)$$

$$\alpha_z = 1 + n_z \left( 2\bar{\lambda}_z - 0,6 \right) \quad (6.4.8)$$

$$\leq 1 + 1,4 n_z \quad (6.4.9)$$

$$n_z = \frac{N}{\kappa_z N_{pl}} \quad (6.4.10)$$

$\beta_{My}, \beta_{Mz}$  s. ENV 1993-1-1: 1992, fig. 5.5.3

In den Gl. (6.4.1) und (6.4.2) dürfen  $n_y$  und  $n_z$  vernachlässigt werden, falls  $n_y < 0,1$  und/oder  $n_z < 0,1$ .

In [23] sind Gl. (6.4.3) und entsprechend (6.4.7) anders geschrieben

$$k_y = C_{My} \alpha_y$$

$$C_{My} = 1,55 - 0,5 \beta_M$$

Für Hohlprofile darf  $k_y$  statt  $k_z$  verwendet werden..

N + M<sub>y</sub>:

Biegeknicken y-y: 
$$\frac{N}{\kappa_y N_{pl}} + \frac{M_y}{M_{pl,y}} k_y \leq 1 \quad (6.4.11)$$

Biegeknicken z-z: 
$$\frac{N}{\kappa_z N_{pl}} \leq 1 \quad (6.4.12)$$

$k_y$  wie vorher.

N + M<sub>z</sub>:

Biegeknicken y-y: 
$$\frac{N}{\kappa_y N_{pl}} \leq 1 \quad (6.4.13)$$

Biegeknicken z-z: 
$$\frac{N}{\kappa_z N_{pl}} + \frac{M_z}{M_{pl,z}} k_z \leq 1 \quad (6.4.14)$$

$k_z$  wie vorher.

Dieser Vorschlag ist folgendermaßen zu charakterisieren:

In der Interaktionsgleichung werden 3 wichtige Größen verwendet, die eine eindeutige physikalische Bedeutung haben:

- der Anteil mit der Normalkraft steht in Übereinstimmung mit den Europäischen Knickspannungslinien, die sowohl in [1] als auch [2] verwendet werden,
- der Anteil mit dem jeweiligen Biegemoment ist durch das Grenzbiegemoment im vollplastischen Zustand,  $M_{pl}$ , begrenzt,
- die Interaktionsfaktoren  $k_y$  und  $k_z$  steuern den Einfluß des jeweiligen Biegemoments.

Die Interaktionsfaktoren  $k_y$  und  $k_z$  berücksichtigen folgende Einflüsse:

- die Vergrößerung der Momente durch den Effekt der Verformungen nach Theorie II. Ordnung, ausgedrückt durch  $a_y$  und  $a_z$ ,
- den Einfluß der plastischen Querschnittstragfähigkeit, ausgedrückt durch  $a_y$  und  $a_z$ ,
- den Einfluß unterschiedlicher Momentenverläufe in Stablängsrichtung, ausgedrückt durch  $\beta_M$  oder  $C_M$ .

Entscheidend für die Interaktionsgleichungen sind die Beiwerte  $a_y$  und  $a_z$ , denen deshalb besondere Bedeutung zukommt, vgl. Abschn. 7.1.

## 6.5 Vorschlag Muzeau/Jaspart (F/B)

Dieser Vorschlag ist allgemeiner, da er auch den Fall des Biegedrillknickens mit einschließt. Er wird hier auch nur für kompakte Querschnitte (class 1 und 2 sections nach Eurocode) angegeben.

$N + M_y + M_z$ :

$$\frac{N}{\kappa^* N_{pl}} + k_y \frac{M_y}{\kappa_{LT} M_{pl,red,y}} + k_z \frac{M_z}{M_{pl,red,z}} \leq 1 \quad (6.5.1)$$

$$k_y = \frac{c_{My}}{1 - N / N_{cr,y}} \quad (6.5.2)$$

$$k_z = \frac{c_{Mz}}{1 - N / N_{cr,z}} \quad (6.5.3)$$

$$\kappa^* = \frac{1}{1 + \frac{\left(\frac{1}{\kappa_i} - 1\right) \left(1 - \kappa_i \frac{N_{pl}}{N_{cr,i}}\right)}{1 - \frac{N}{N_{cr,i}}}} \quad (6.5.4)$$

Der Index i ist dem kleineren der beiden Werte  $\kappa_y$  oder  $\kappa_z$  zugeordnet.

Charakteristisch für diesen Vorschlag sind:

- es wird ein veränderter Abminderungsfaktor  $\kappa^*$  verwendet, der nur für einachsige Biegung und Normalkraft und den Fall, daß  $N = N_u$  ist, in den üblichen Wert  $\kappa_y$  bzw.  $\kappa_z$  übergeht,
- es wird eine verminderte plastische Tragfähigkeit  $M_{pl,red}$  angesetzt, die bei sehr großen Schlankheiten in den Wert  $M_{el}$  übergeht.

Dieser Vorschlag wird in [23] näher diskutiert.

$$W_{pl,red,y} = W_{el,y} + (W_{pl,y} - W_{el,y}) (1 - N / N_{cr,y}) \quad (6.5.5)$$

$$W_{pl,red,z} = W_{el,z} + (W_{pl,z} - W_{el,z}) (1 - N / N_{cr,z}) \quad (6.5.6)$$

$$c_M = 0,75 + 0,3\psi - 0,05\psi^2 \quad \text{linear veränderliche Momente,} \quad (6.5.7)$$

$\psi$ : Verhältnis der Randmomente

$$c_M = 1 + \left( \frac{\pi^2 E I f_0}{L^2 M_0} - 1 \right) \frac{N}{N_{cr}} \quad \text{allgemein} \quad (6.5.8)$$

mit



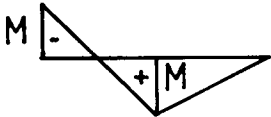
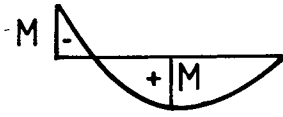
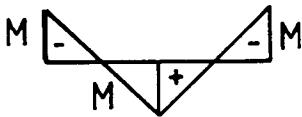
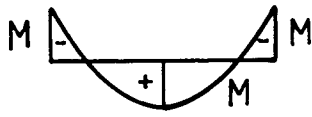
$M_0$  Absolutwert des extremalen Momentes

$f_0$  Durchbiegung in Feldmitte unter dem gegebenen Momentenverlauf

$$c_M = 1 + \delta \frac{N}{N_{cr}}$$

$\delta$  nach Tabelle 6.1.

**Tabelle 6.1** Korrekturfaktoren  $\delta$

Momentenverlauf	$\delta$	Momentenverlauf	$\delta$
	-0,178		0,032
	-0,383		-0,075
	-0,589		-0,178

### 6.6 Vorschlag Rusch / Lindner (R/L)

Hier wird der Gedanke der verminderten plastischen Tragfähigkeit bei zunehmender Schlankheit aufgegriffen, s. [24].

N + M:

$$\frac{N}{\kappa N_{pl}} + k \frac{c_M M}{M_{pl}} \quad (6.6.1)$$

$$k = \min \left\{ \frac{c_M}{1 + \frac{N}{N_{pl}} \bar{\lambda}^2 \left( \frac{W_{el}}{W_{pl}} - 2 \right)} \right. \quad (6.6.2)$$

$$\left. c_M \left( 0,9 + \frac{W_{pl}}{W_{el}} \frac{N}{\kappa N_{pl}} \right) \right\} \quad (6.6.3)$$

Die Momentenbeiwerte  $c_M$  finden bei Querlasten wie im Vorschlag 6.5 Verwendung, für linear veränderlichen Momentenverlauf

$$c_M = 0,7 + 0,3 \psi \quad (6.6.4)$$

Die Werte  $\kappa$ ,  $M$ ,  $k$ ,  $W$  sind für die jeweils untersuchte Momentenebene  $y$  oder  $z$  einzusetzen. Bei doppelter Biegung gilt

$$\frac{N}{\kappa_{\min} N_{pl}} + k_y \frac{c_{My} M_y}{M_{pl,y}} + k_z \frac{c_{Mz} M_z}{M_{pl,z}} \quad (6.6.5)$$

mit

$$\kappa_{\min} = \min(\kappa_y, \kappa_z)$$

## 6.7 Weitere Konzepte

Neben den Konzepten, die in 6.1 bis 6.6 beschrieben sind, wurden weitere Konzepte, meist als Zwischenstadium, untersucht.

### 6.7.1 Geänderter Vorschlag zu EC3 bzw. DIN 18 800-2

Es werden zwei Änderungen gegenüber Abschnitt 6.1 vorgenommen:

- a) In den Gl. (6.1.2) und (6.1.4) werden als obere Grenzen für  $k_y$  und  $k_z$  nicht die Werte 1,5 beibehalten, sondern

$$k_y = 1 - \mu_y n_y \leq \alpha_{pl,y} \quad (6.7.1.1)$$

$$k_z = 1 - \mu_z n_z \leq \alpha_{pl,z} \quad (6.7.1.2)$$

Diese geänderten Grenzen wurden im Rahmen des Überganges des EC3 von ENV zu EN vorgeschlagen und in [25] als akzeptabel eingestuft.

- b) Weiterhin werden für linear veränderliche Momente die Momentenbeiwerte entsprechend [6], [25] begrenzt:

$$\beta_{My} \leq \alpha_{pl,y} + 1 \quad (6.7.1.3)$$

$$\beta_{Mz} \leq \alpha_{pl,z} + 1 \quad (6.7.1.4)$$

### 6.7.2 Variante 1 des Vorschlages Greiner/Lindner (G/L-1)

Hier werden die Beiwerte  $a_y$  und  $a_z$  etwas anders beschrieben

$$\alpha_y = 1 + n_y (\bar{\lambda}_y - 0,20) \quad (6.7.2.1)$$

$$\leq 1 + 0,8n_y \quad (6.7.2.2)$$

$$\alpha_z = 1 + n_z (2\bar{\lambda}_z - 0,80) \quad (6.7.2.3)$$

$$\leq 1 + 1,2n_y \quad (6.7.2.4)$$

### 6.7.3 Variante 2 des Vorschlages Greiner/Lindner (G/L-2)

Hier werden für die Belastungsfälle Gleichstreckenlast und Einzellast geänderte Momentenbeiwerte vorgeschlagen.

$$\text{Gleichstreckenlast} \quad \beta_M = 1,2 \quad \text{statt} \quad 1,3 \quad (6.7.3.1)$$

$$\text{Einzellast} \quad \beta_M = 1,3 \quad \text{statt} \quad 1,4 \quad (6.7.3.2)$$

Dadurch werden die Lastfaktoren  $f$  für die Lastfälle, bei denen

- Gleichstreckenlast oder Einzellast ohne Randmoment,
- Gleichstreckenlast oder Einzellast mit einseitigem Randmoment,
- Gleichstreckenlast oder Einzellast mit beidseitigem Randmoment

untersucht werden, größer, d.h. zur sicheren Seite verändert.



#### 6.7.4 Vorschlag Aasen/Höglund (S/N)

Dieser Vorschlag wurde ursprünglich für die Bemessung von Aluminium-Bauteilen nach EC 9 (ENV 1999-1-1) [26] gemacht. Er wurde im Rahmen der Erarbeitung eines sog. "starter draft" [27] auf die Bemessung von Stahlbauteilen übertragen. Danach sind folgende Nachweise zu führen:

##### I-Profile bei Druck und einachsiger Biegung

N + M<sub>y</sub>:

$$\left( \frac{N}{\kappa_y N_{pl}} \right)^{\xi_{yc}} + \frac{M_y}{M_{pl,y}} \leq 1 \quad (6.7.4.1)$$

N + M<sub>z</sub>:

$$\left( \frac{N}{\kappa_y N_{pl}} \right)^{\eta_c} + \left( \frac{M_z}{M_{pl,z}} \right)^{\xi_{zc}} \leq 1 \quad (6.7.4.2)$$

mit

$$\eta_c = \eta_o \kappa_z \quad \text{jedoch} \quad \eta_c \geq 0,8 \quad (6.7.4.3)$$

$$\xi_{yc} = \xi_o \kappa_y \quad \text{jedoch} \quad \xi_{yc} \geq 0,8 \quad (6.7.4.4)$$

$$\xi_{zc} = \xi_o \kappa_z \quad \text{jedoch} \quad \xi_{zc} \geq 0,8 \quad (6.7.4.5)$$

$$\eta_o = \alpha_{pl,z}^2 \alpha_{pl,y}^2 \quad \text{jedoch} \quad 1 \leq \eta_o \leq 2 \quad (6.7.4.6)$$

$$\xi_o = \alpha_{pl,y}^2 \quad \text{jedoch} \quad \xi_o \geq 1 \quad (6.7.4.7)$$

##### Hohlprofile (rechteckig oder quadratisch)

N + M<sub>y</sub> + M<sub>z</sub>:

$$\left( \frac{N}{\kappa_{\min} N_{pl}} \right)^{\psi_c} + \left[ \left( \frac{M_y}{M_{pl,y}} \right)^{1,7} + \left( \frac{M_z}{M_{pl,y}} \right)^{1,7} \right]^{0,6} \leq 1 \quad (6.7.4.8)$$

mit

$$\psi_c = \kappa_y \psi \quad \text{oder} \quad \kappa_z \psi \quad \text{jedoch} \quad \psi_c \geq 0,8 \quad (6.7.4.9)$$

$$\psi = \alpha_{pl,y} \alpha_{pl,z} \quad \text{jedoch} \quad \psi \leq 2 \quad (6.7.4.10)$$

Nach Angabe Höglund kann auch verwendet werden

$$\psi = \alpha_{pl,y}^2 \quad \text{Für Biegung um y-Achse}$$

$$\alpha = \alpha_{pl,z}^2 \quad \text{Für Biegung um z-Achse}$$

oder vereinfachend

$$\psi = 1,3$$

Es sind weitere Angaben für Vollprofile vorhanden, die hier nicht betrachtet werden.

## **7. Ergebnisse**

### **7.1 Auswertung von Interaktionsfaktoren $k$ für Vorschlag 6.4**

Die Güte der Ergebnisse mit Hilfe der Interaktionsgleichungen werden wesentlich durch die Interaktionsfaktoren  $k_y$  bzw.  $k_z$  bestimmt. Aus diesem Grunde werden diese  $k$ -Faktoren vorab getrennt aus den Traglastrechnungen rückgerechnet, um Anhaltspunkte dafür zu gewinnen, wie sie denn möglichst gut zu formulieren sind.

Grundlage für die Ermittlung der  $k$ -Werte sind die Traglastrechnungen von Lindner [19] und Ofner [21]. Dabei wurden die Traglastergebnisse in die Interaktionsgleichung eingesetzt und daraus die sich ergebenden Faktoren  $k_y$  bzw.  $k_z$  ermittelt.

Die Bilder 7.1 bis 7.3 zeigen die Interaktionsfaktoren für einachsig beanspruchte Stützen unter  $N + M_y$ , Bild 7.4 unter  $N$  und  $M_z$ , Ergebnisse jeweils nach [19]. Bild 7.1 zeigt, daß  $k_y$  vom bezogenen Schlankheitsgrad  $\lambda_y$  abhängt. Aus Bild 7.2 ist zu ersehen, daß unterschiedliche Profile sich auch bei gleichem bezogenen Schlankheitsgrad unterschiedlich verhalten. Bild 7.3 zeigt, daß die Faktoren  $k_y$  auch von der bezogenen Normalkraft  $n$  abhängen und Bild 7.4 schließlich, daß das Verhältnis  $\psi$  der Randmomente ebenfalls von Einfluß ist.

In den Bildern 7.5 bis 7.8 sind Ergebnisse  $k_z$  nach [19] für die Lastfälle Einzellast und Einzellast mit einseitigem und beidseitigem Eckmoment dargestellt. Es ist zu ersehen, daß die Tendenzen aus den Traglastrechnungen durch die Näherung des Vorschlages 7.4 befriedigend wiedergegeben wird.

In den Bildern 7.9 bis 7.12 sind die Faktoren  $k_y$  für offene Profile IPE 200 und IPE 500 aufgetragen, wenn die Traglastrechnungen von Ofner [21] benutzt werden ("GMNIA"), wobei die in Tabelle 4.2 angegebenen 6 Lastfälle betrachtet wurden. Es kann ersehen werden, daß die durch den Vorschlag 6.4 angenäherten  $k_y$ -Werte in den Lastfällen A, E, F gut mit den Ergebnissen aus den Traglastrechnungen übereinstimmen, im Fall B ist dies ausreichend, weniger gut im Lastfall G. Für den Fall des linear veränderlichen Momentenverlaufs ist zu berücksichtigen, daß in vielen Fällen die Querschnittsinteraktion maßgebend wird und nicht der Stabilitätsnachweis, siehe vorn.

Die Bilder 7.13 und 7.14 zeigen entsprechende Auftragungen für die Rechteckprofile.

Die Bilder 7.15 bis 7.20 zeigen gleichartige Auswertungen, jetzt aber für die Interaktionsfaktoren  $k_z$ .

Allgemein kann festgestellt werden, daß gute bis befriedigende Übereinstimmung zwischen den aus Traglastrechnungen rückgerechneten  $k$ -Faktoren und denjenigen, die im Vorschlag 6.4 enthalten sind, gegeben ist. Für Lastfall G sollte der Vorschlag noch einmal überdacht werden.

IPB200

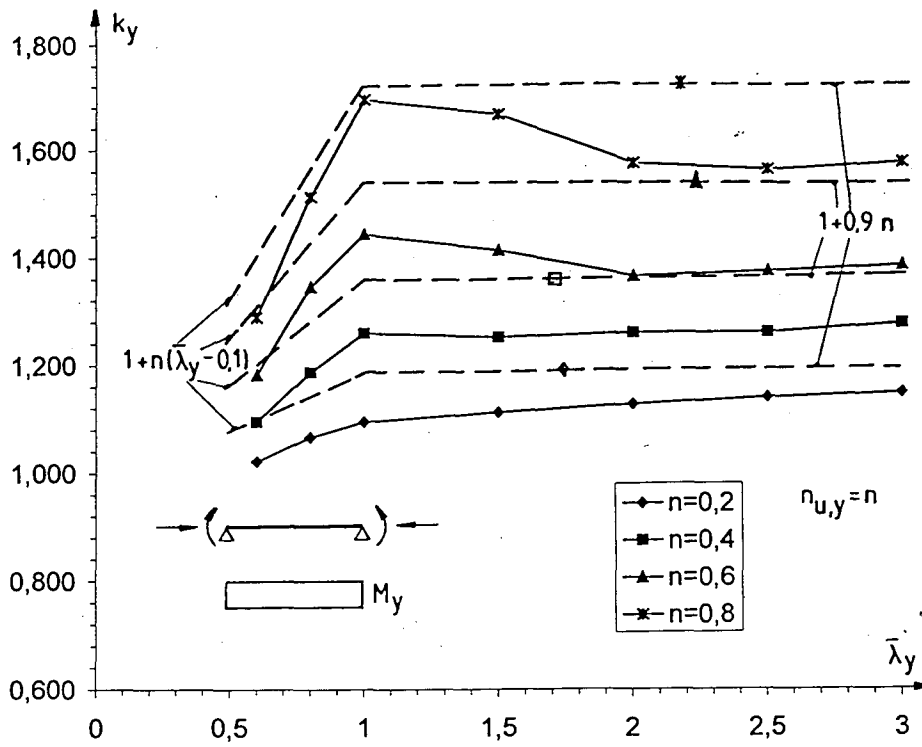


Bild 7.1 Interaktionsfaktoren  $k_y$

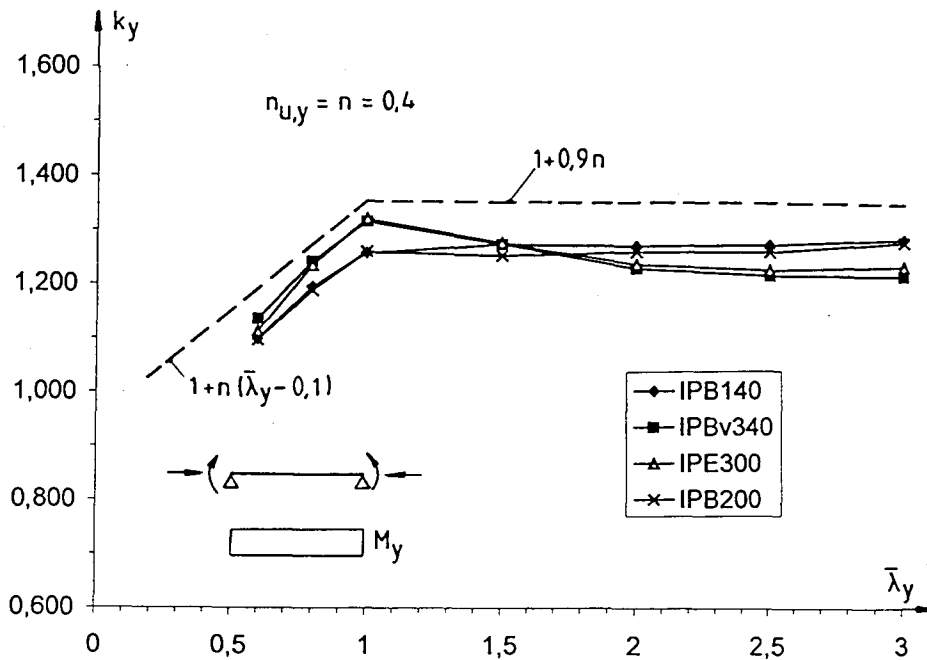


Bild 7.2 Interaktionsfaktoren  $k_y$

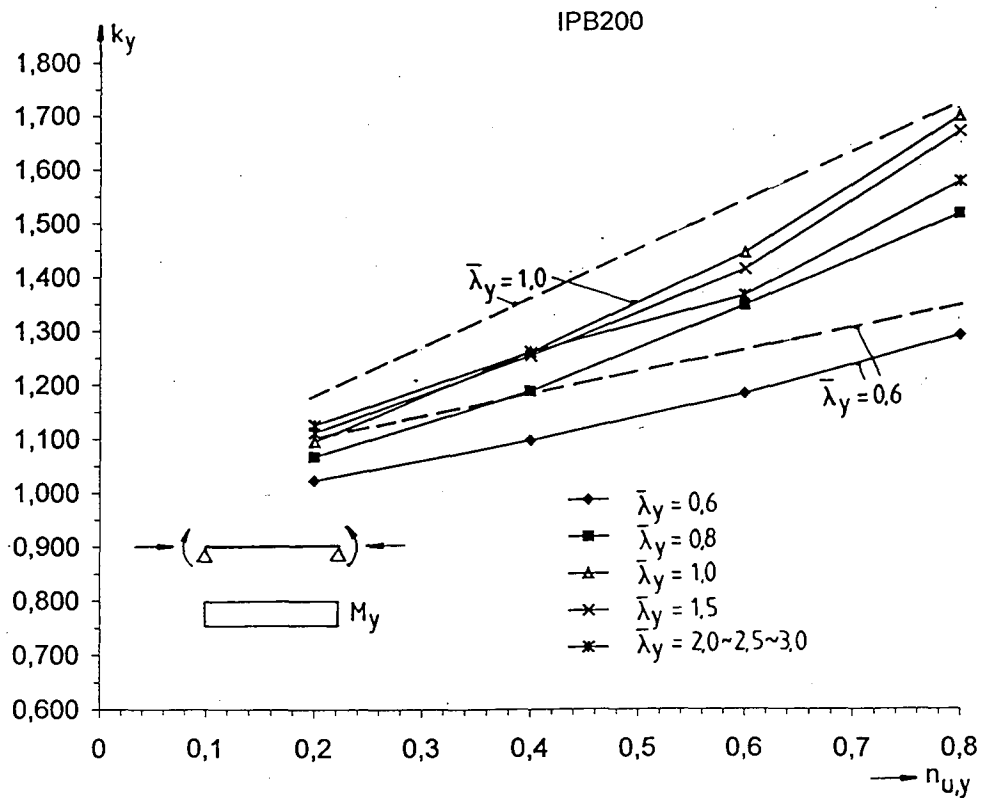


Bild 7.3 Interaktionsfaktoren  $k_y$

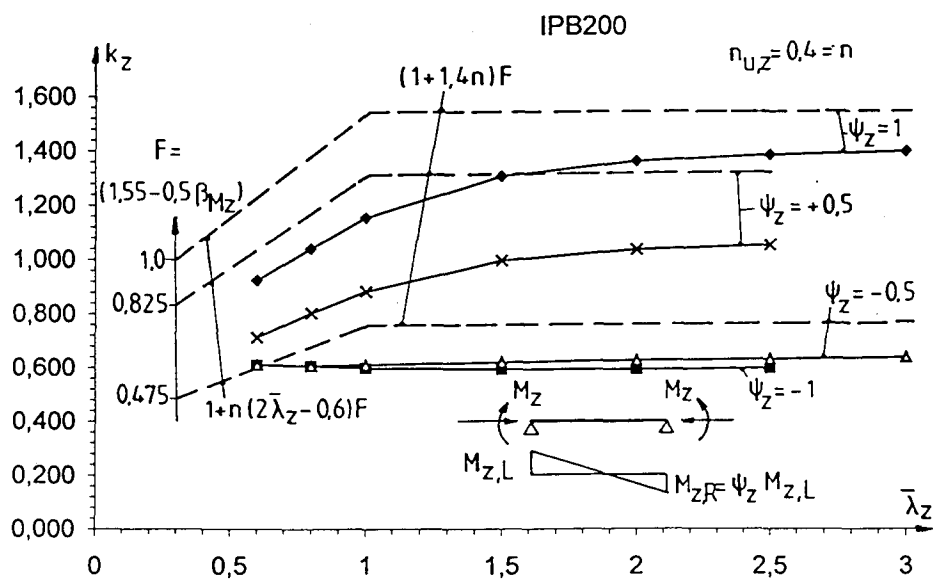


Bild 7.4 Interaktionsfaktoren  $k_z$

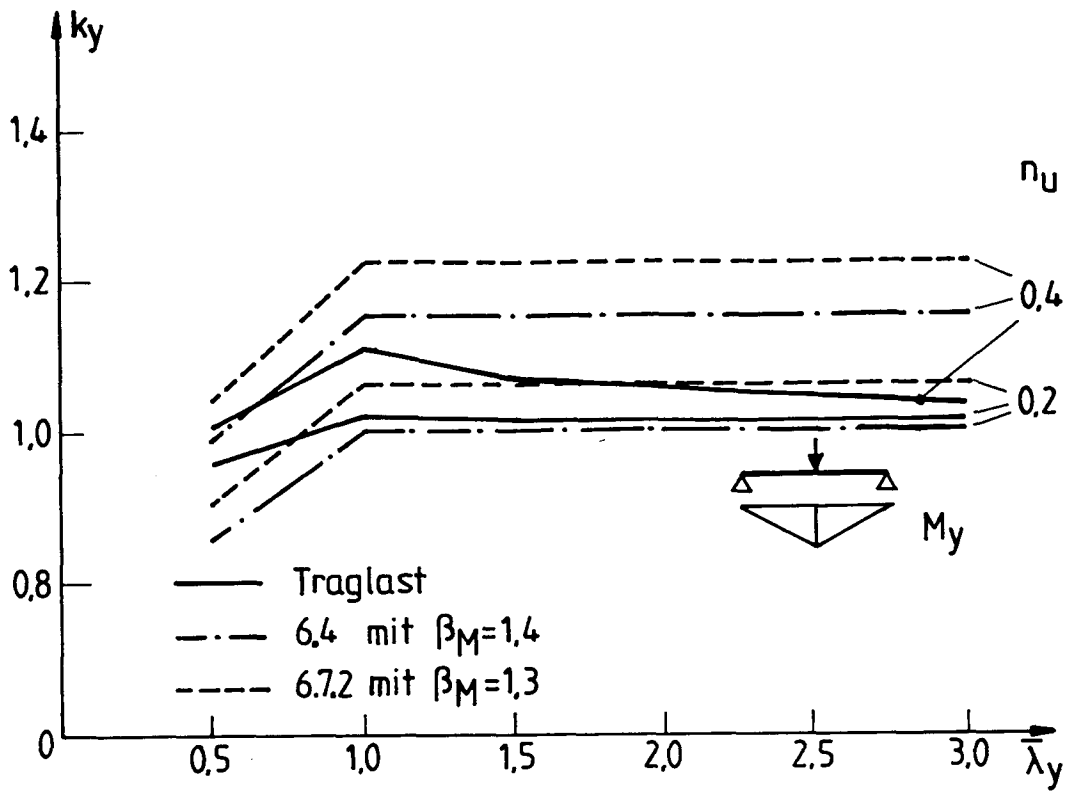


Bild 7.5 Interaktionsfaktoren  $k_y$

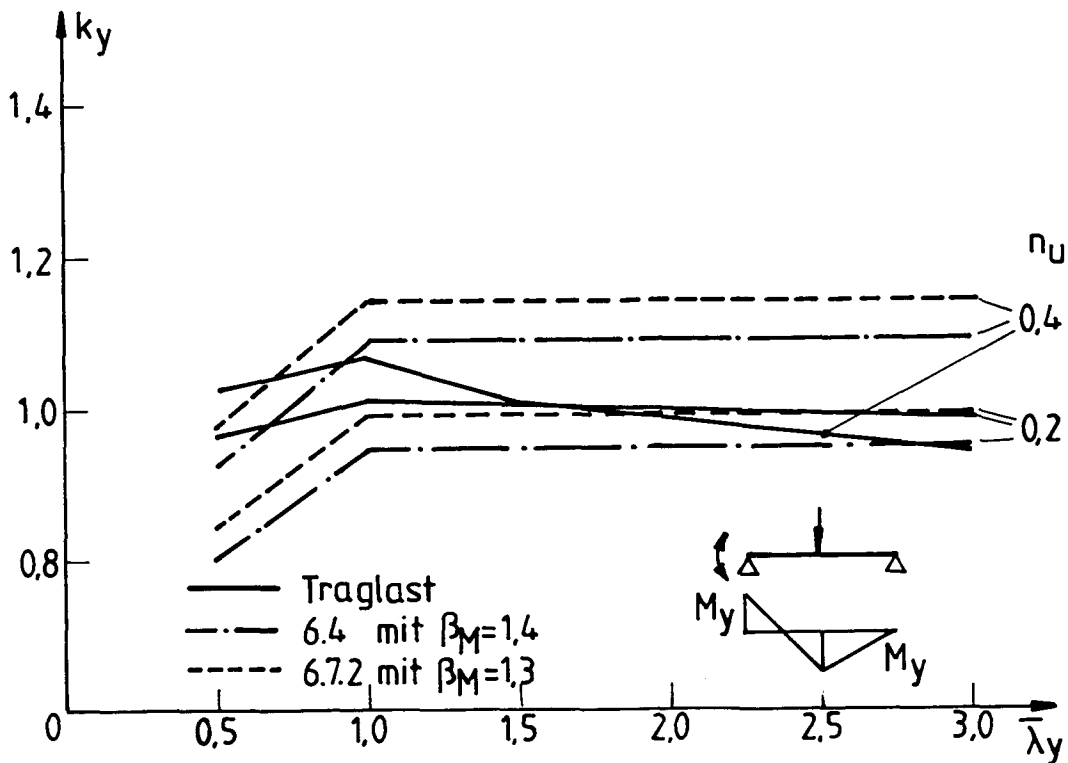


Bild 7.6 Interaktionsfaktoren  $k_y$

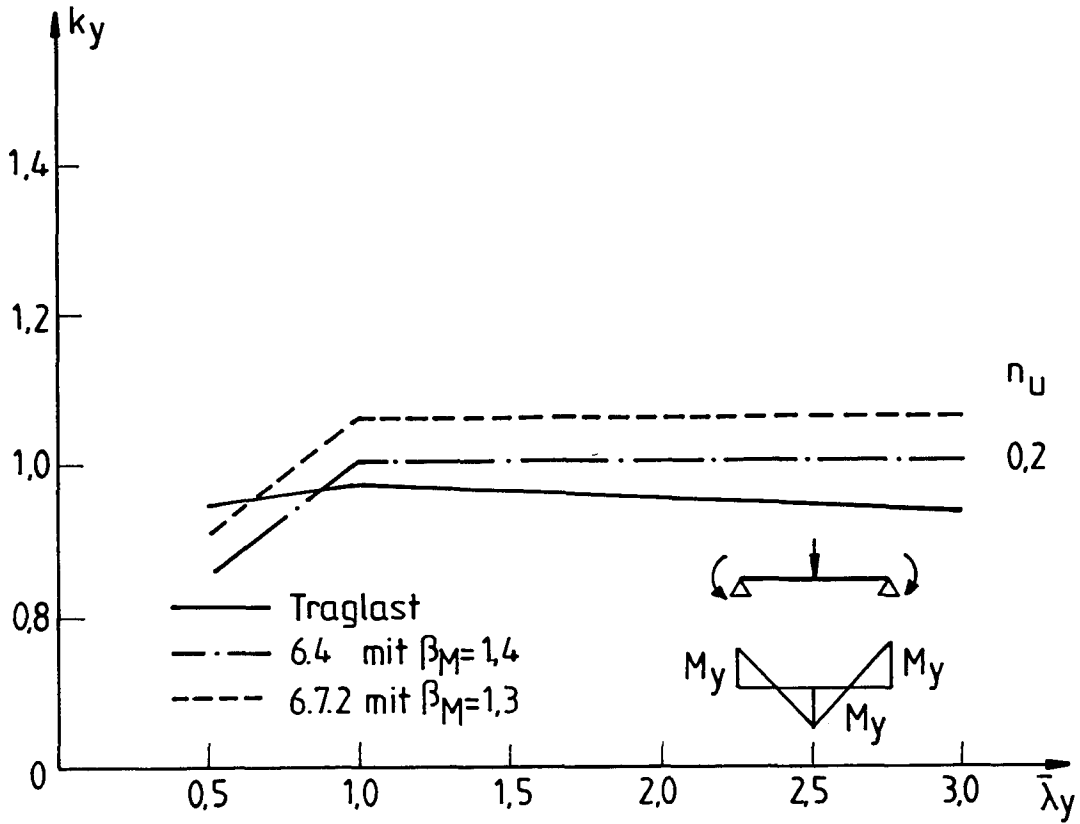


Bild 7.7 Interaktionsfaktoren  $k_y$

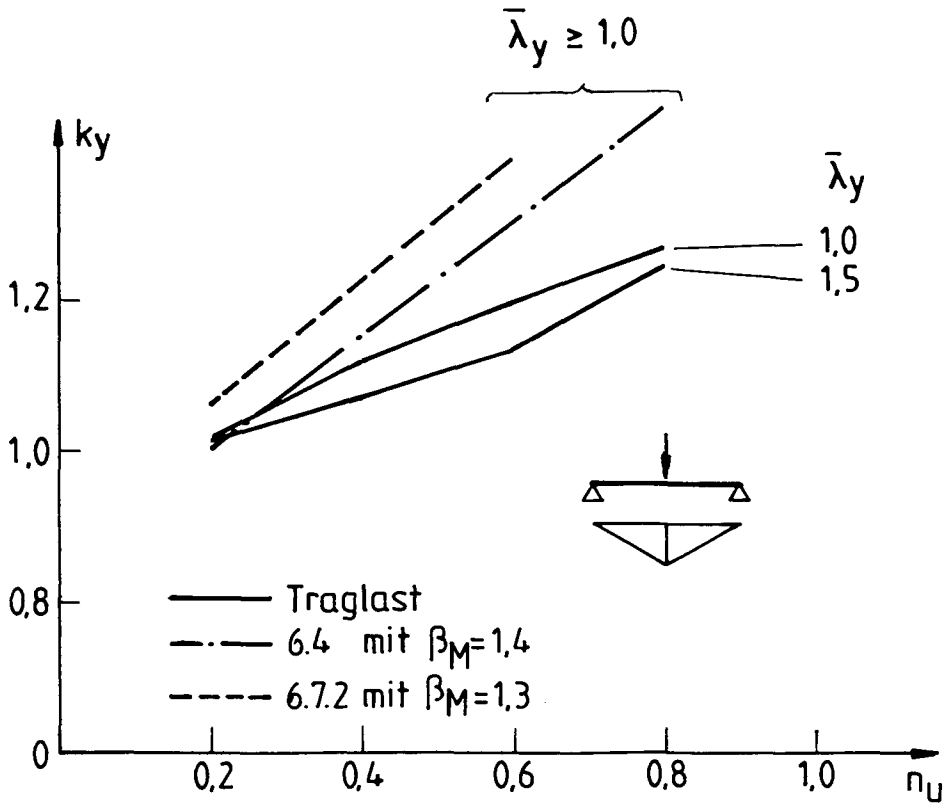
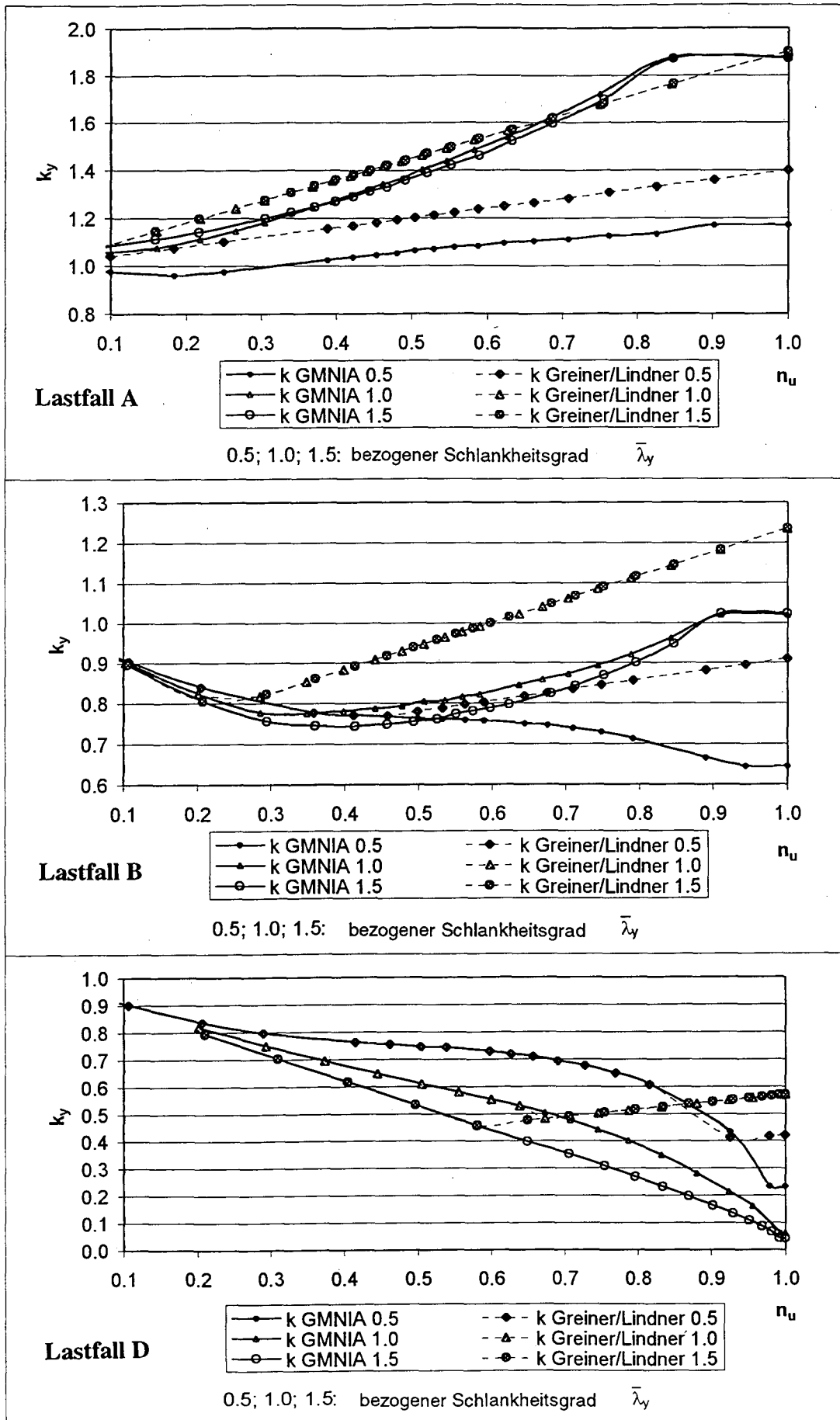


Bild 7.8 Interaktionsfaktoren  $k_y$

IPE 200

Interaktionsfaktoren  $k_y$

N + M<sub>y</sub>

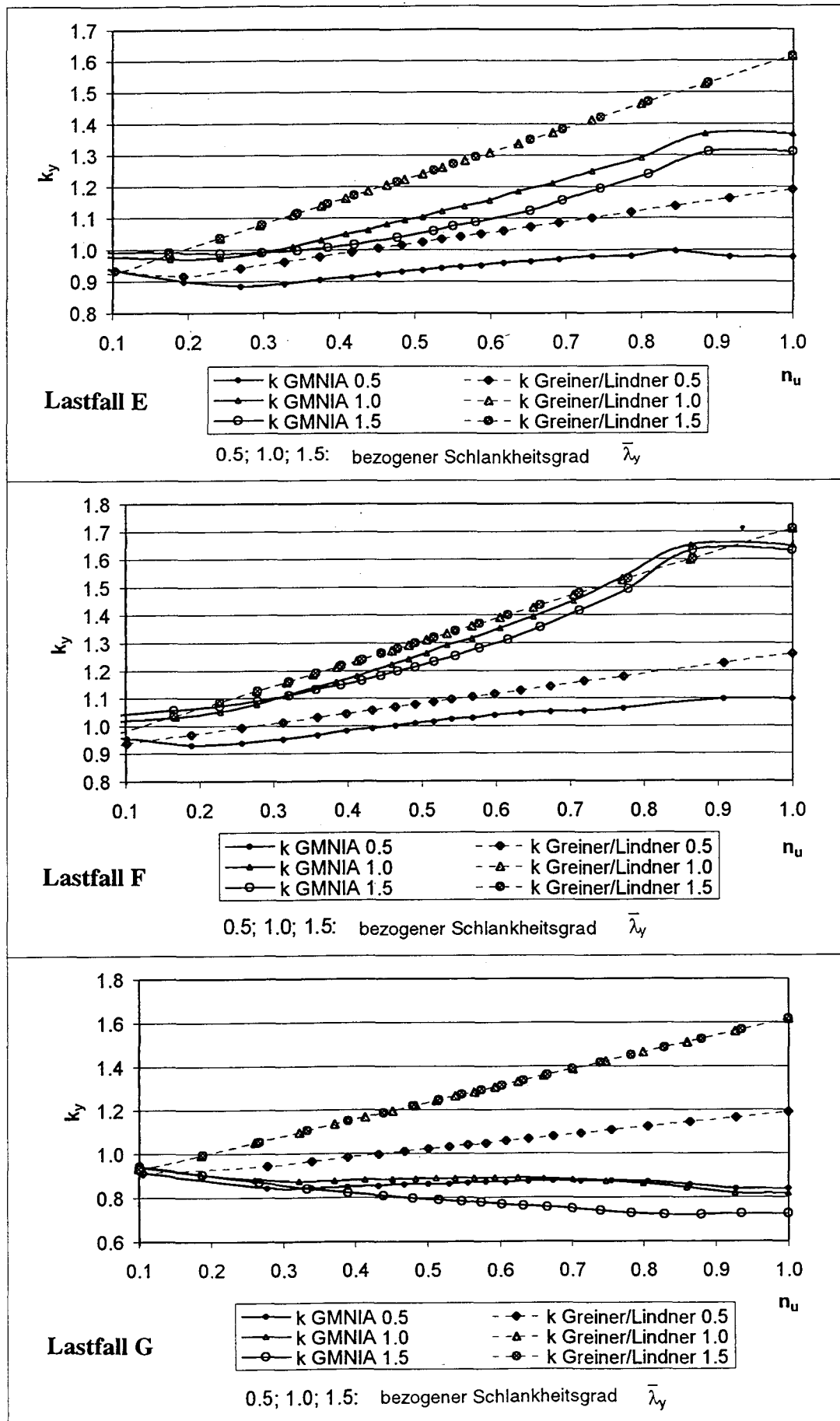


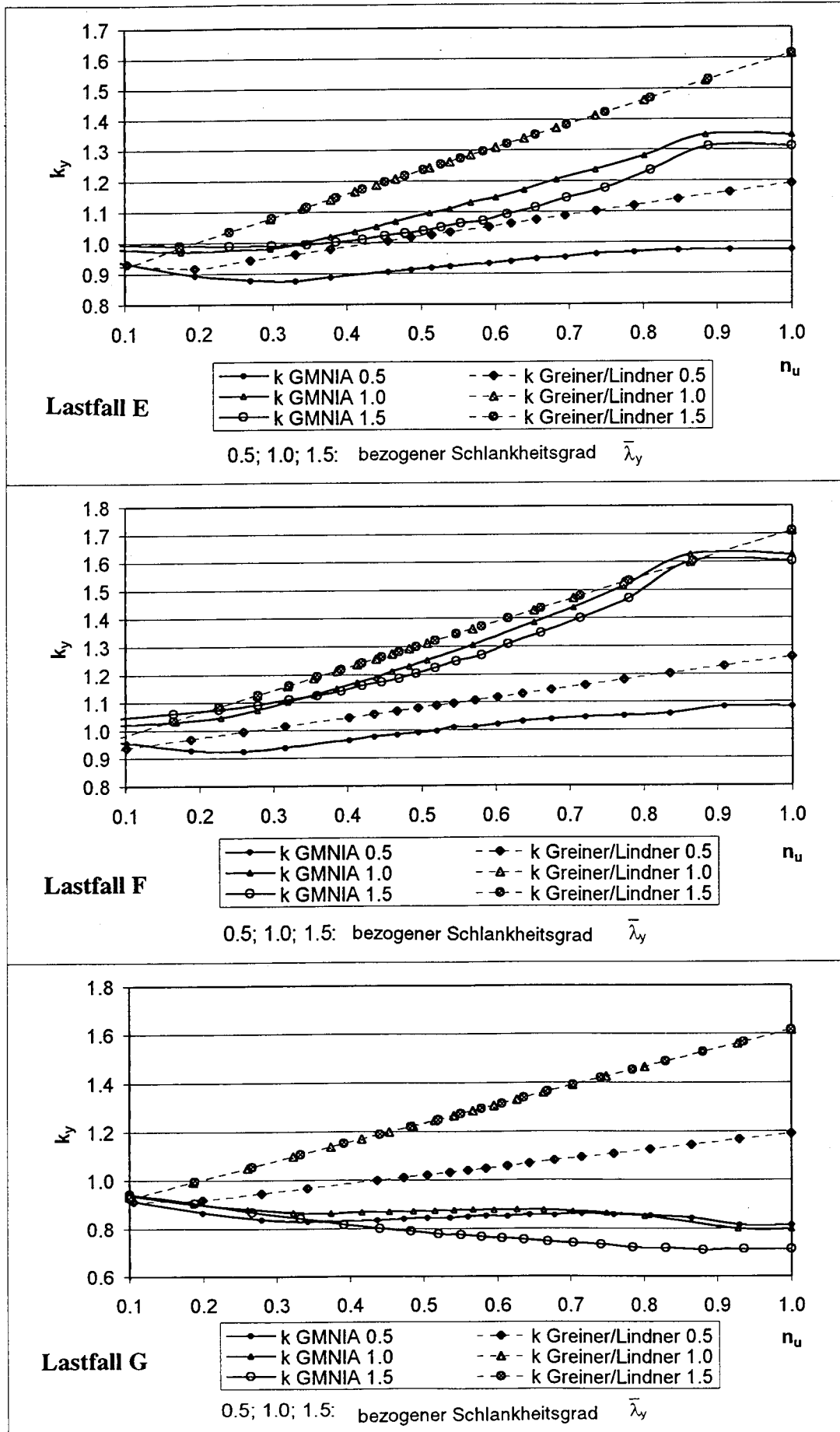


IPE 200

Interaktionsfaktoren  $k_y$

N +  $M_y$

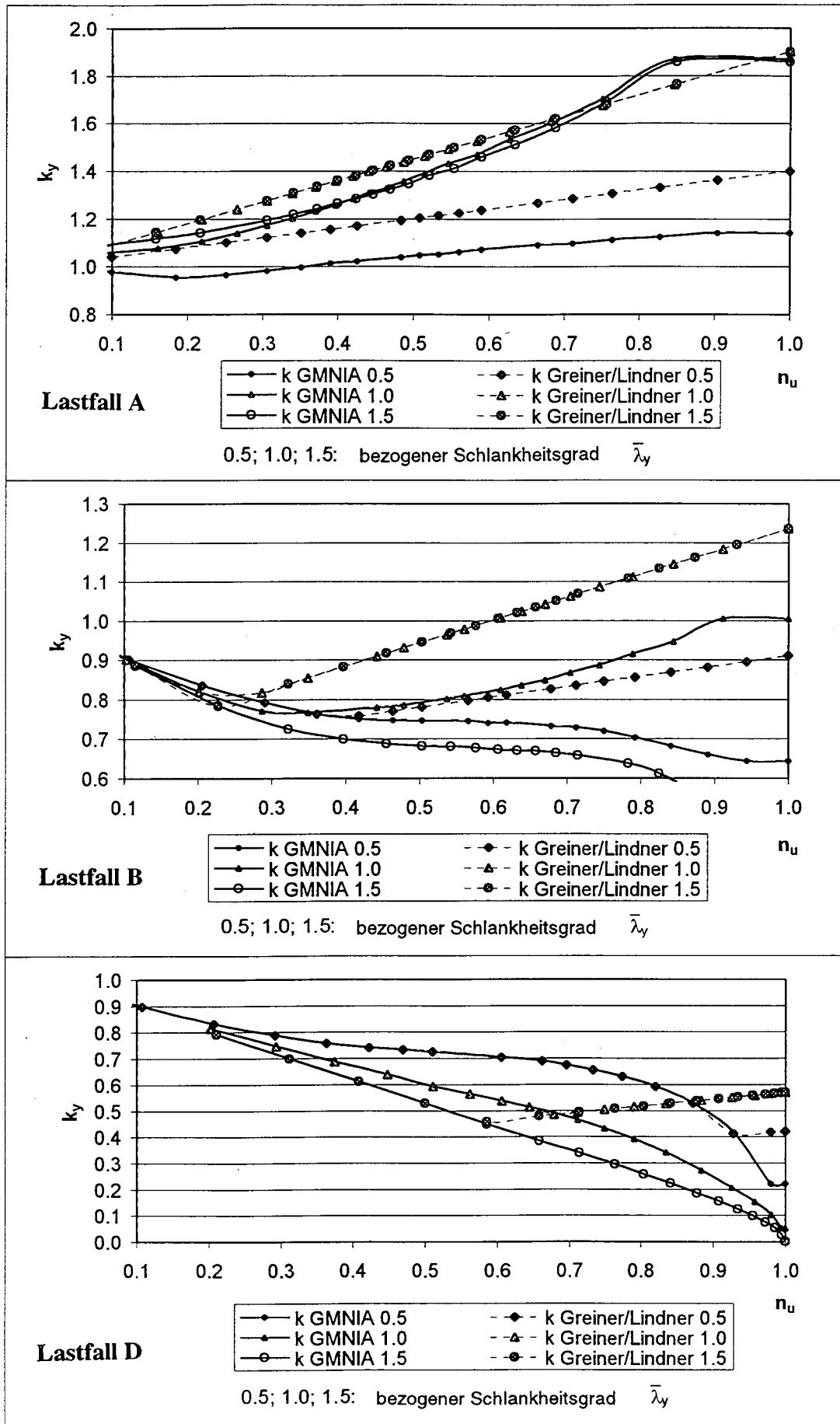




IPE 500

Interaktionsfaktoren  $k_y$

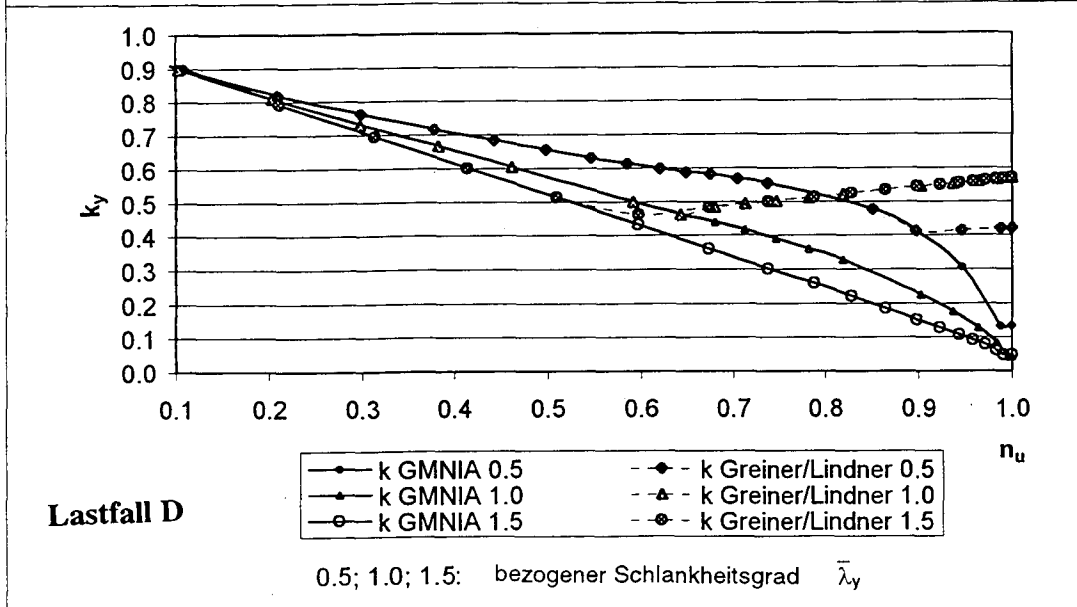
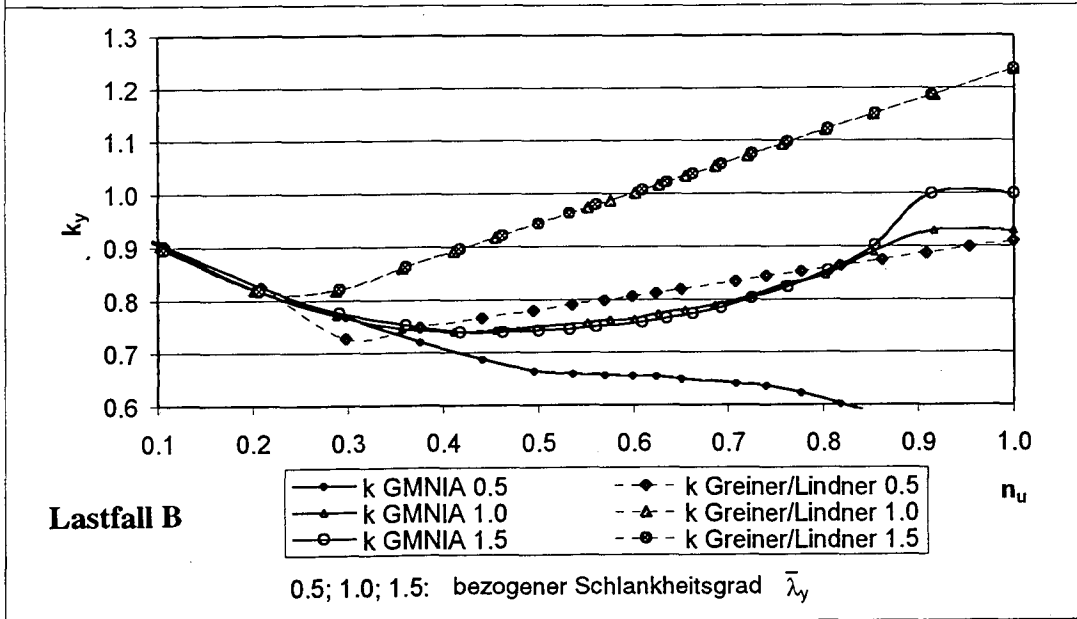
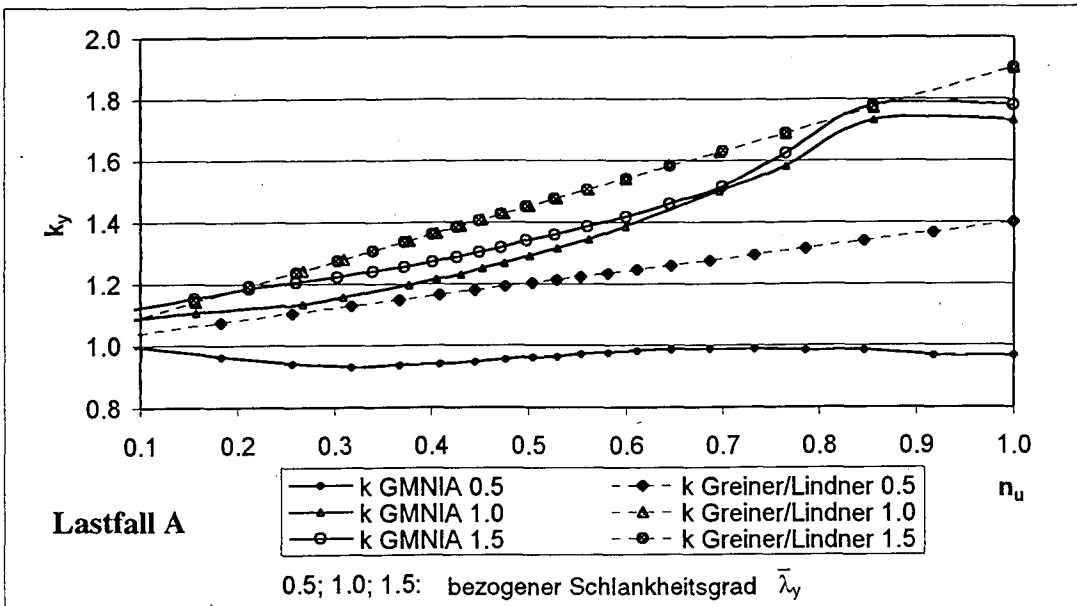
N +  $M_y$



RHP 200/100/10

Interaktionsfaktoren  $k_y$

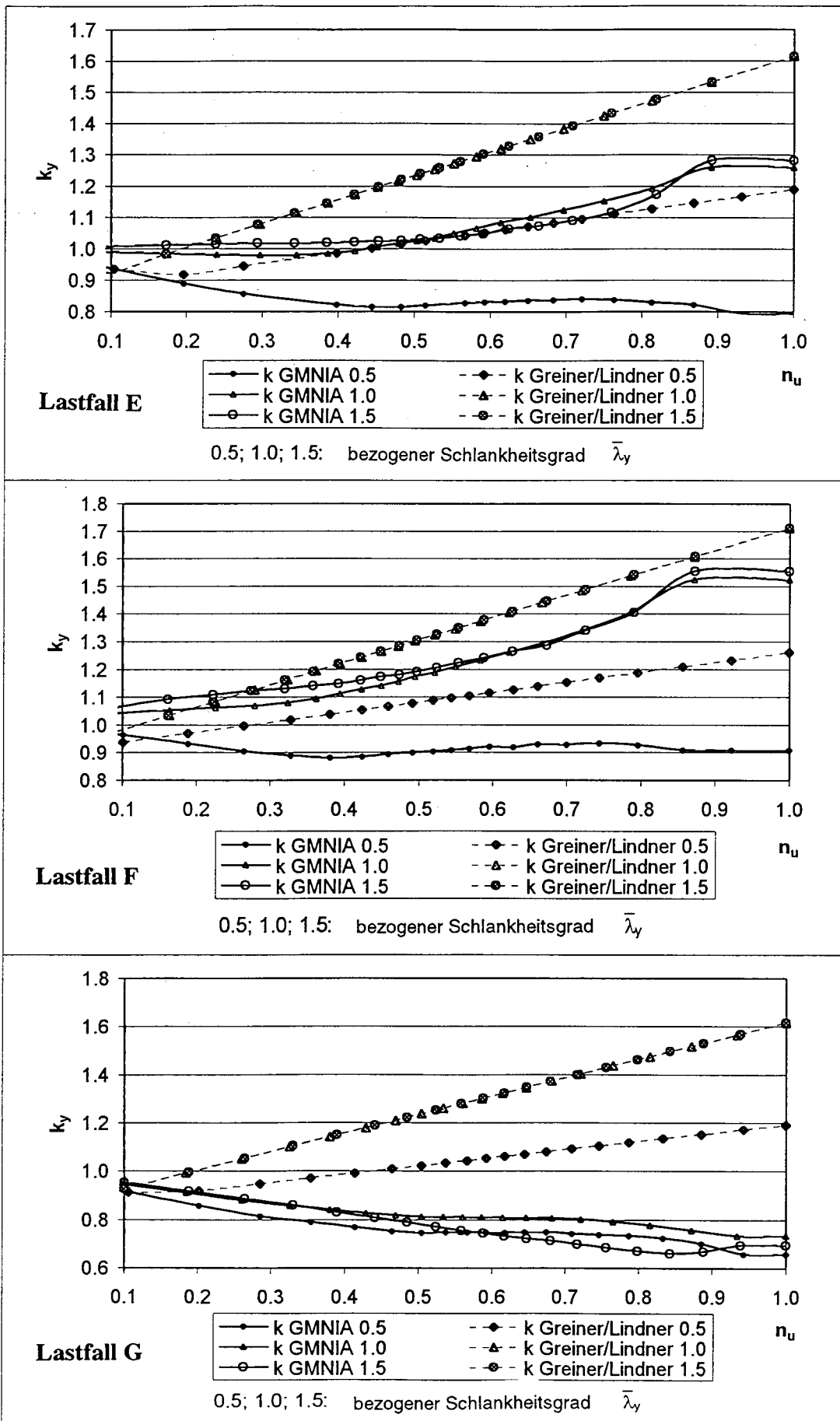
N +  $M_y$



RHP 200/100/10

Interaktionsfaktoren  $k_y$

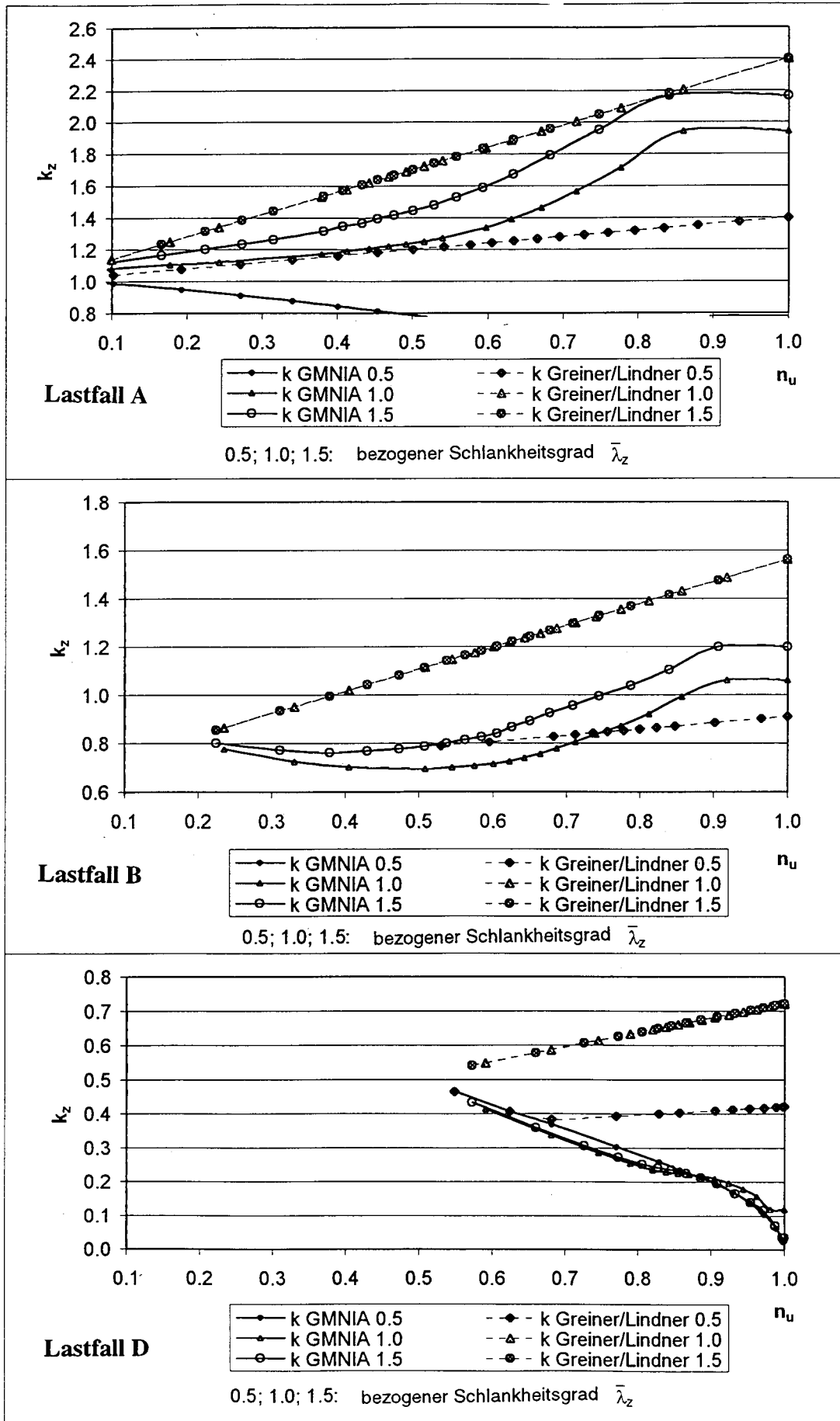
N +  $M_y$



IPE 200

Interaktionsfaktoren  $k_z$

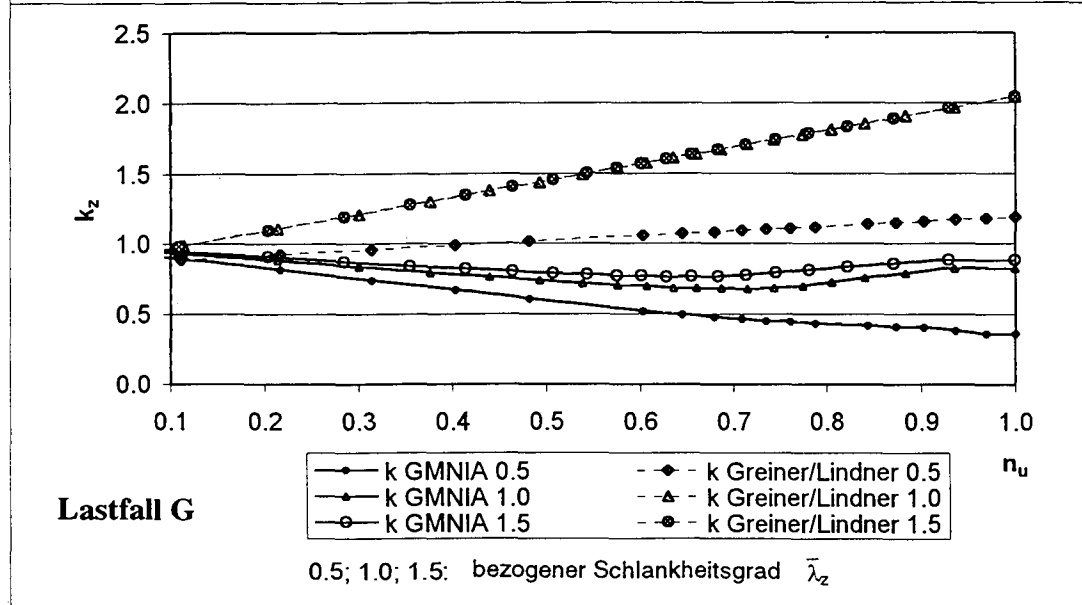
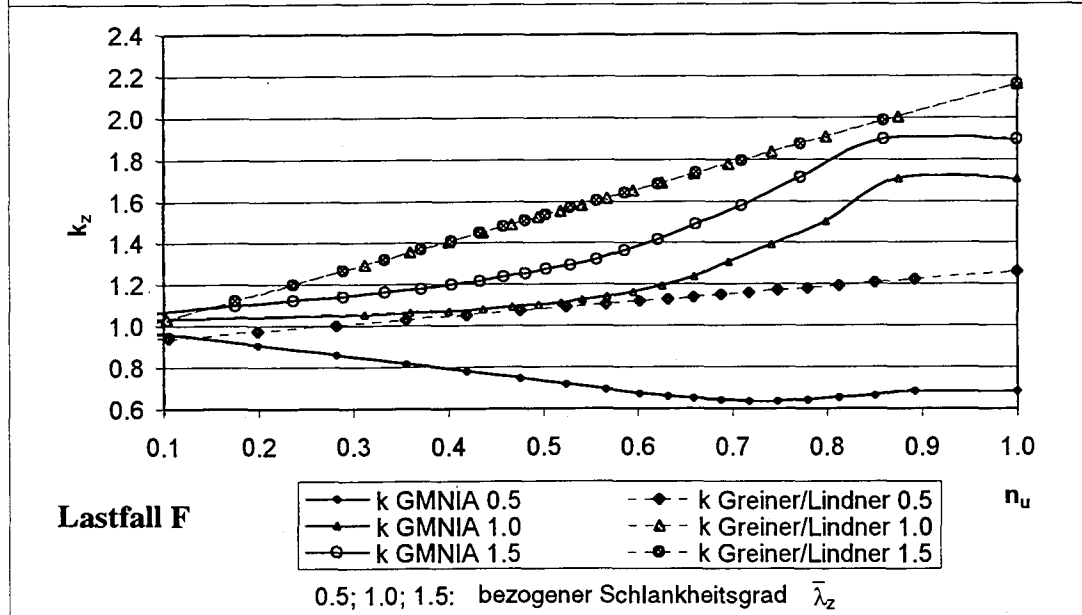
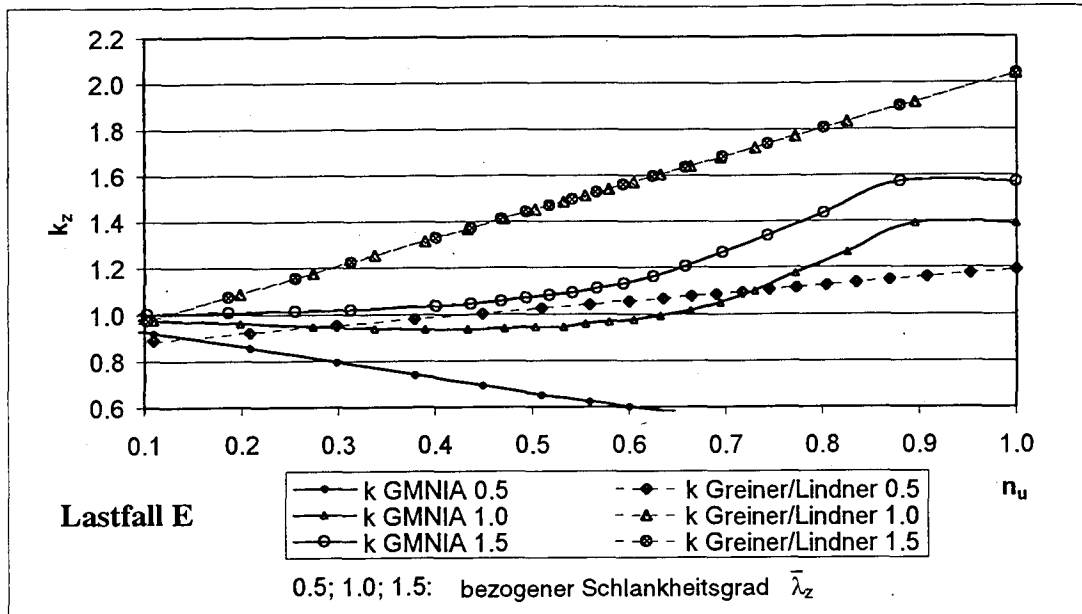
N + M<sub>z</sub>



IPE 200

Interaktionsfaktoren  $k_z$

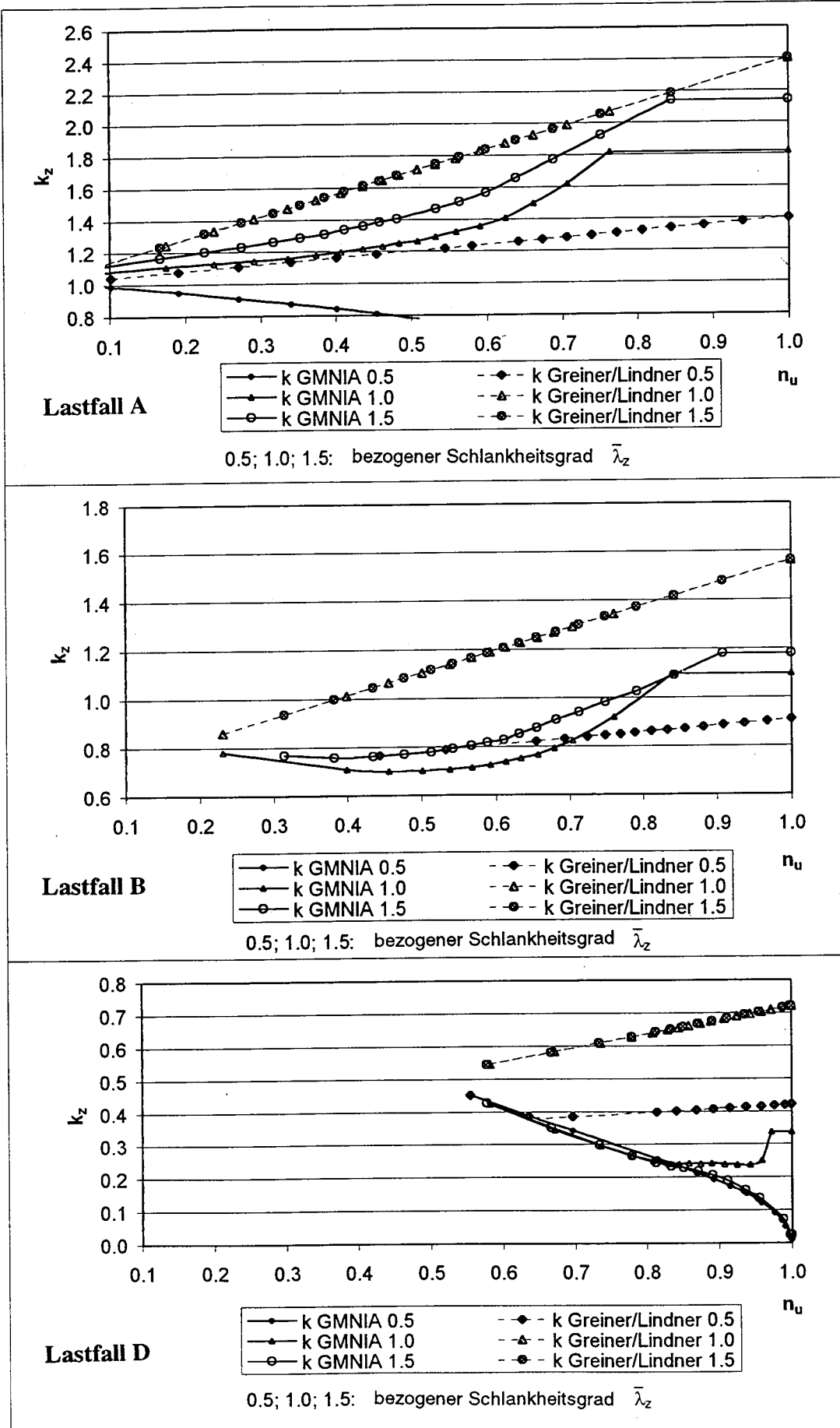
N + M<sub>z</sub>



IPE 500

Interaktionsfaktoren  $k_z$

N + M<sub>z</sub>

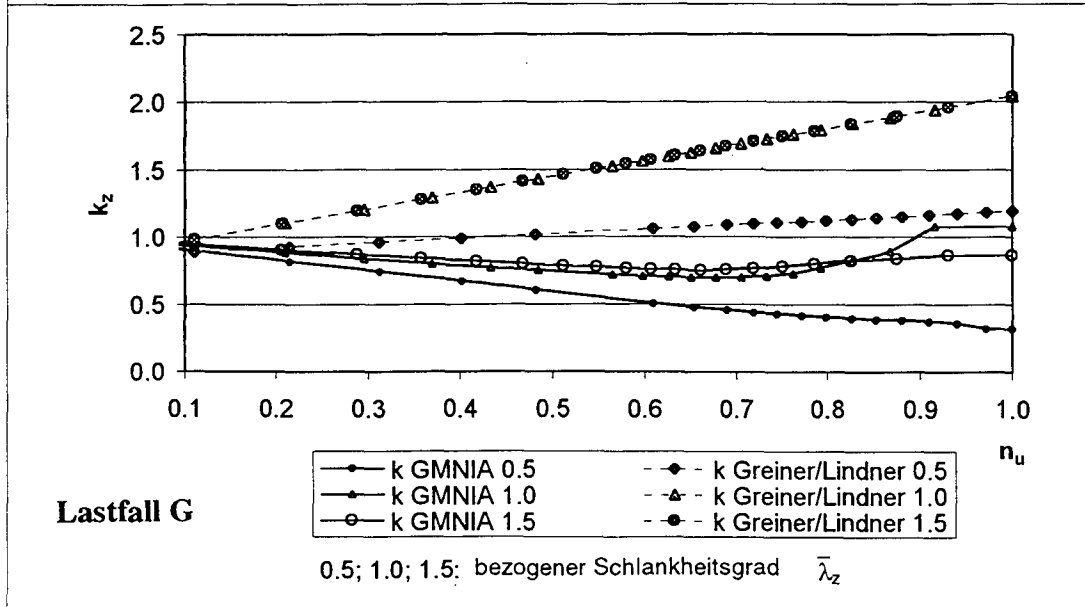
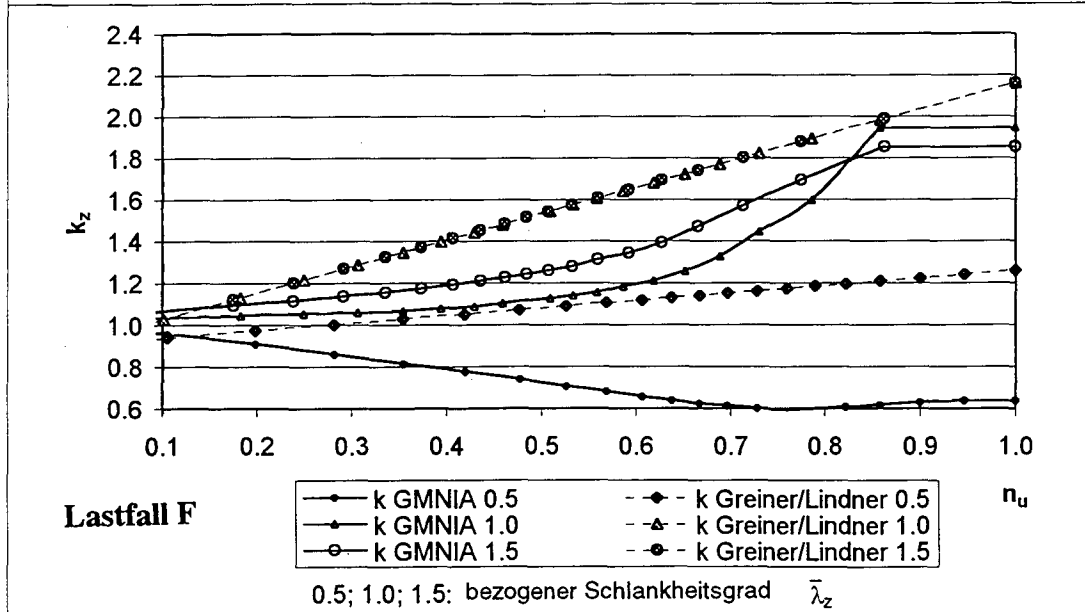
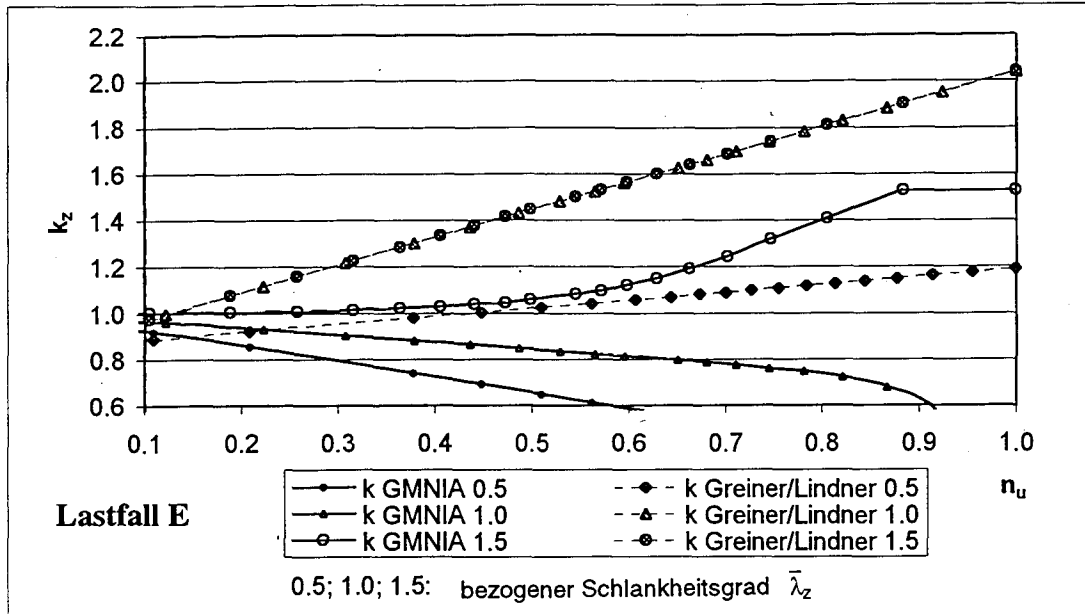




IPE 500

Interaktionsfaktoren  $k_z$

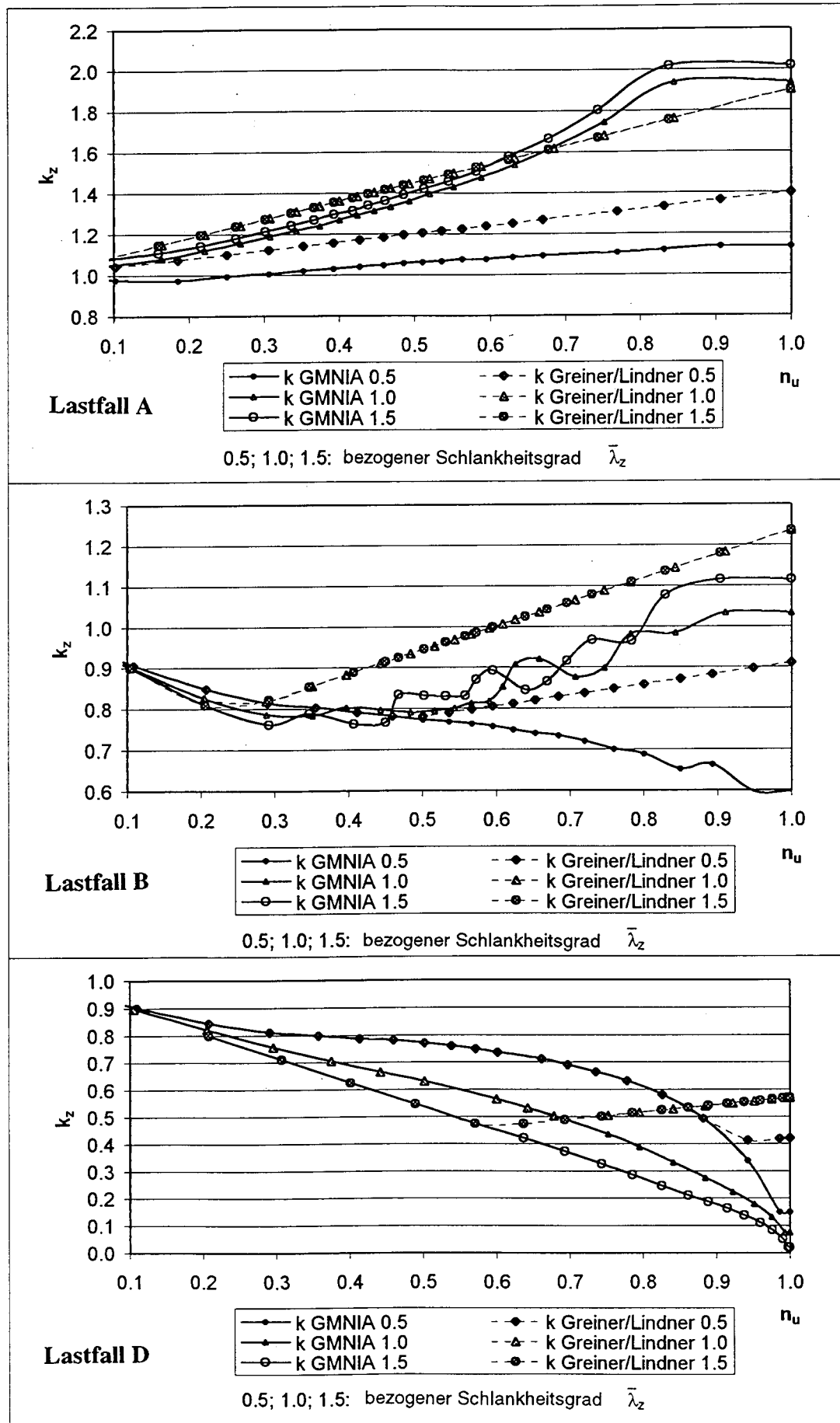
N +  $M_z$

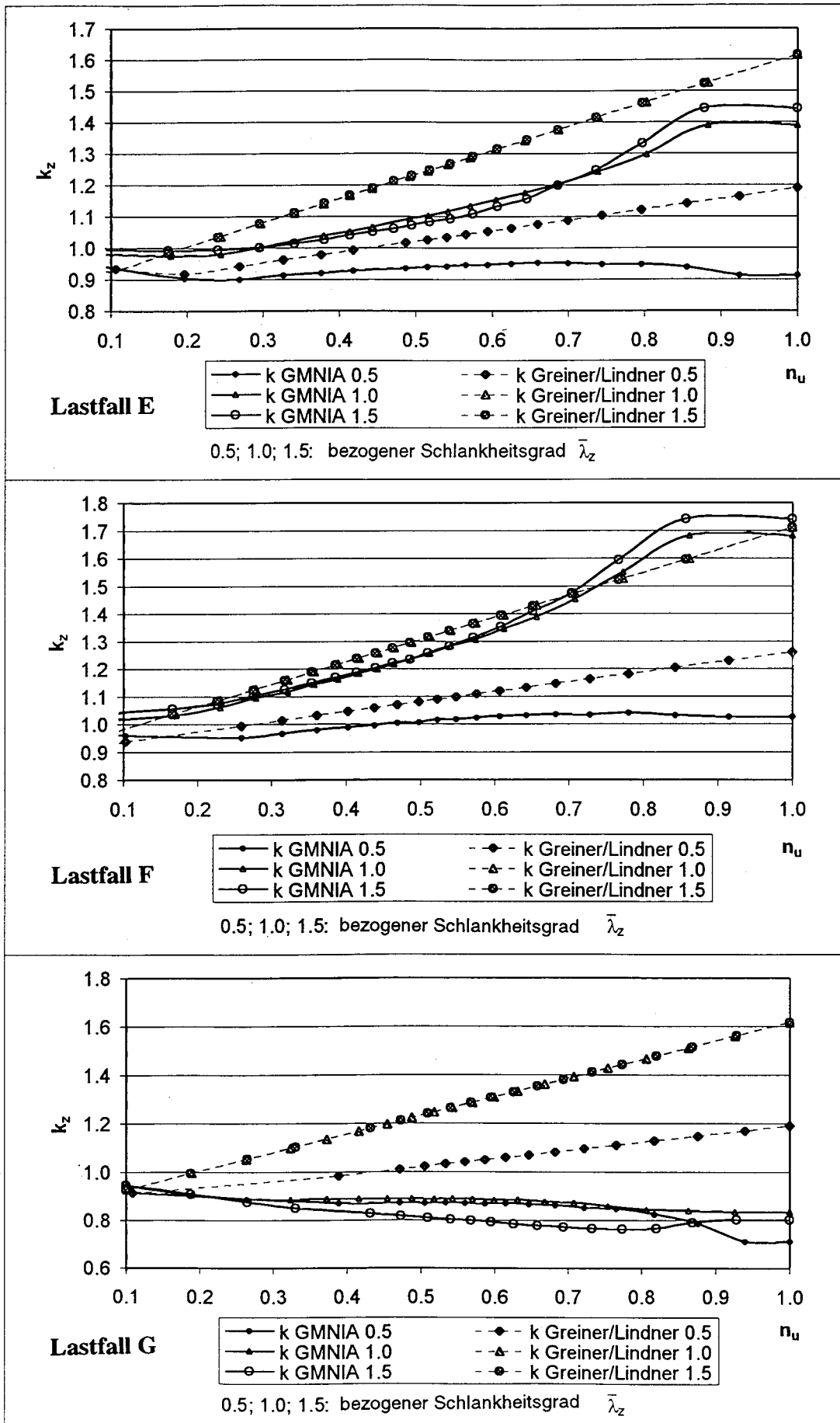


RHP 200/100/10

Interaktionsfaktoren  $k_z$

N + M<sub>z</sub>





## 7.2 Statistische Auswertung der Versuchsergebnisse

Die Ergebnisse werden für die unterschiedlichen Versuchsserien angegeben. Leider sind für die 3 Belastungsarten

- $N + M_y$ ,
- $N + M_z$ ,
- $N + M_y + M_z$

jeweils nur wenige Versuchsergebnisse vorhanden, die auch noch, wie bereits erwähnt, im Bereich geringer bezogener Schlankheitsgrade liegen. Einzelheiten sind Abschnitt 8 zu entnehmen.

## 7.3 Statistische Auswertung der Traglastrechnungen Lindner [19]

Die Ausgangsdaten und die Einzelergebnisse sind in Anlage 4 angegeben.

Die statistischen Ergebnisse werden in den folgenden Tabellen 7.1 und 7.2 angegeben, aus denen die im Abschn. 5 erwähnten Daten ersichtlich sind.

Es ist zu ersehen, daß gute Übereinstimmung zwischen Traglastrechnungen und vorgeschlagenen Interaktionsgleichungen vorhanden ist, insbesondere bezüglich Vorschlag 6.3, 6.4, 6.6 und 6.7.3 bei Biegung um die y-Achse. Bei Biegung um die z-Achse ist Vorschlag 6.3 nicht ganz befriedigend. Auch der bisherige Vorschlag 6.1 nach [1] und [2] ist sicher, liefert z.T. aber Ergebnisse, die etwas unwirtschaftlich sind.

**Tabelle 7.1**

M <sub>y</sub>	Daten (VR2059ay) Lindner		Profile HEB 200 und andere				Lastfall s. Tabelle 4.1			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.147	1.004	1.051	1.036	1.022	1.059	1.014	1.021	1.045	1.007
arithm. s	0.098	0.035	0.062	0.029	0.052	0.036	0.091	0.028	0.029	0.138
ar. m - s	1.049	0.969	0.989	1.007	0.970	1.023	0.923	0.992	1.016	0.869
log. m	1.143	1.003	1.049	1.036	1.021	1.059	1.010	1.020	1.044	0.999
log m-k*s	0.997	0.947	0.957	0.989	0.939	1.002	0.881	0.974	0.998	0.817
Werte < 1.00	6	47	8	5	30	3	52	21	4	62
% Werte < 1.00	6.5	50.5	8.6	5.4	32.3	3.2	55.9	22.6	4.3	66.7
Werte < 0.95	0	3	0	0	8	0	24	3	0	40
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Anzahl n	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93

Tabelle 7.2

M <sub>z</sub>	Daten (VR2059az) Lindner			Profile			Lastfall			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.155	1.078	1.040	1.131	1.109	1.133	1.155	1.099	1.136	1.483
arithm. s	0.088	0.060	0.042	0.056	0.114	0.057	0.088	0.052	0.056	0.625
ar. m - s	1.067	1.018	0.998	1.075	0.995	1.076	1.067	1.047	1.080	0.858
log. m	1.152	1.076	1.039	1.129	1.103	1.132	1.152	1.098	1.135	1.376
log m-k*s	1.016	0.981	0.973	1.042	0.931	1.040	1.016	1.016	1.047	0.737
Werte < 1.00	0	6	6	0	7	0	0	0	0	12
% Werte < 1.00	.0	13.3	13.3	.0	15.6	.0	.0	.0	.0	26.7
Werte < 0.95	0	0	0	0	5	0	0	0	0	12
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Anzahl n	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45

7.4 Statistische Auswertung der Rechnungen mit Ausrundungsradius r und ohne r

Die Ausgangsdaten und die Einzelergebnisse sind in Anlage 1 angegeben. Die statistischen Ergebnisse sind aus den Tabelle 7.3 (Biegung um die y-Achse) und 7.4 (Biegung um die z-Achse) zu ersehen.

Am besten schneidet Vorschlag 6.6 ab, 6.7.3 ist befriedigend, während sich bei 6.1 jeweils eine große Standardabweichung ergibt, die zu nicht ganz befriedigenden Ergebnissen führt.

Tabelle 7.3

M <sub>y</sub>	Daten (Ver200z) Lindner/Ofner			Profile IPE 200			Lastfall			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.063	1.082	1.008	1.111	1.086	1.086	1.063	1.087	1.111	0.927
arithm. s	0.065	0.037	0.027	0.042	0.108	0.033	0.065	0.038	0.042	0.014
ar. m - s	0.998	1.045	0.981	1.069	0.978	1.053	0.998	1.049	1.069	0.912
log. m	1.062	1.082	1.008	1.110	1.081	1.086	1.062	1.086	1.110	0.926
log m-k*s	0.959	1.022	0.964	1.042	0.926	1.032	0.959	1.025	1.042	0.904
Werte < 1.00	3	0	5	0	2	0	3	0	0	12
% Werte < 1.00	25.0	.0	41.7	.0	16.7	.0	25.0	.0	.0	100
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tabelle 7.4

M <sub>z</sub>	Daten (Ver200y) Lindner/Ofner		Profile IPE 200				Lastfall			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.057	0.978	1.004	1.018	1.048	1.017	0.927	1.004	1.018	0.910
arithm. s	0.061	0.011	0.014	0.015	0.080	0.009	0.031	0.014	0.015	0.017
ar. m - s	0.996	0.967	0.990	1.004	0.968	1.007	0.897	0.990	1.004	0.893
log. m	1.055	0.978	1.004	1.018	1.045	1.016	0.927	1.004	1.018	0.910
log m-k*s	0.960	0.961	0.981	0.994	0.926	1.001	0.878	0.981	0.994	0.882
Werte < 1.00	3	11	4	1	5	0	12	4	1	12
% Werte < 1.00	25.0	91.7	33.3	8.3	41.7	.0	100	33.3	8.3	100
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Anzahl n	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

### 7.5 Statistische Auswertung der Rechnungen am IPB 300

Die Ausgangsdaten und die Einzelergebnisse sind in Anlage 3 angegeben. Die statistischen Ergebnisse sind aus Tabelle 7.5 zu ersehen.

Am besten schneidet Vorschlag 6.6 ab, 6.7.3 ist deutlich besser als 6.4, 6.1 liefert Ergebnisse, die weit auf der sicheren Seite liegen.

Tabelle 7.5

M <sub>y</sub>	Daten (IPB300) Lindner		Profile				Lastfall			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.186	1.032	1.073	1.050	1.020	1.071	1.062	1.035	1.077	1.054
arithm. s	0.117	0.070	0.068	0.071	0.021	0.039	0.054	0.070	0.071	0.071
ar. m - s	1.069	0.962	1.005	0.979	0.999	1.031	1.008	0.965	1.006	0.983
log. m	1.180	1.030	1.071	1.048	1.020	1.070	1.061	1.033	1.074	1.052
log m-k*s	1.009	0.923	0.969	0.941	0.986	1.008	0.976	0.927	0.968	0.942
Werte < 1.00	0	14	1	12	10	0	5	16	3	13
% Werte < 1.00	.0	29.8	2.1	25.5	21.3	.0	10.6	34.0	6.4	27.7
Werte < 0.95	0	8	0	1	0	0	0	3	0	2
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47

7.6 Statistische Auswertung der Rechnungen von Dubas

Die Ausgangsdaten und die Einzelergebnisse sind in Anlage 2 angegeben. Die statistischen Ergebnisse sind aus den Tabellen 7.6 (Biegung um die y-Achse) und 7.7 (Biegung um die z-Achse) zu ersehen.

Für Biegung um die y-Achse sind die Vorschläge 6.4 und 6.7.3 sind am besten, Vorschlag 6.1 weist eine große Standardabweichung auf. Bei Biegung um die z-Achse liegen 3 von 5 Ergebnissen auf der unsicheren Seite, allerdings ist die Anzahl der Werte zu klein, um daraus weitergehende Schlußfolgerungen zu ziehen.

Tabelle 7.6

M <sub>y</sub>	Daten (Dubasy) Dubas			Profile IPE 240			Lastfall A nach Tab. 4.2				
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m		1.091	0.994	1.024	1.037	0.058	1.029	0.979	1.024	1.037	0.949
arithm. s		0.074	0.017	0.017	0.018	0.089	0.020	0.056	0.017	0.018	0.029
ar. m - s		1.017	0.977	1.007	1.019	0.969	1.010	0.924	1.007	1.019	0.920
log. m		1.088	0.994	1.024	1.037	1.054	1.029	0.978	1.024	1.037	0.948
log m-k*s		0.974	0.966	0.997	1.008	0.922	0.997	0.892	0.997	1.008	0.902
Werte < 1.00		6	21	2	0	10	4	26	2	0	34
% Werte < 1.00		16.7	58.3	5.6	.0	27.8	11.1	72.2	5.6	.0	94.4
Werte < 0.95		0	0	0	0	1	0	14	0	0	18
Werte < 0.90		0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Anzahl n		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36

Tabelle 7.7

M <sub>y</sub>	Daten (Dubasz) Dubas			Profile IPE 240			Lastfall A nach Tab. 4.2				
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m		1.023	1.029	1.012	1.054	1.037	1.040	1.023	1.032	1.054	1.057
arithm. s		0.082	0.029	0.027	0.037	0.075	0.027	0.082	0.030	0.037	0.031
ar. m - s		0.941	0.999	0.985	1.017	0.961	1.014	0.941	1.002	1.017	1.026
log. m		1.021	1.028	1.012	1.053	1.035	1.040	1.021	1.032	1.053	1.057
log m-k*s		0.897	0.981	0.969	0.994	0.920	0.997	0.897	0.983	0.994	1.007
Werte < 1.00		3	1	2	0	3	0	3	1	0	0
% Werte < 1.00		60.0	20.0	40.0	.0	60.0	.0	60.0	20.0	.0	0
Werte < 0.95		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

7.7 Statistische Auswertung der Traglastrechnungen Ofner [17], [21]

Wegen der Menge der Ergebnisse werden diese nicht als Datenlisten, sondern nur als Tabellen der statistischen Auswertung gegeben. Diese Tabellen werden wieder für die beiden Beanspruchungsgruppen

- $N + M_y$  (Biegung um die y-Achse),
- $N + M_z$  (Biegung um die z-Achse)

angegeben. Innerhalb jeder Gruppe werden die Ergebnisse auch noch getrennt für verschiedene Profile und einzelner Lastfälle angegeben.

Die Ergebnisse sind folgendermaßen gegliedert

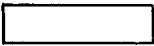
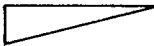
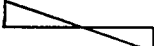

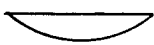
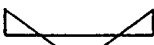

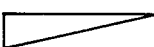
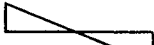



Moment	Lastfall nach Tab. 4.2	Tabellen
$M_y$	A 	7.8 bis 7.12
$M_y$	B 	7.13 bis 7.17
$M_y$	D 	7.18 bis 7.22
$M_y$	E 	7.23 bis 7.27
$M_y$	F 	7.28 bis 7.32
$M_y$	G 	7.33 bis 7.37
$M_y$	A bis G	7.38 bis 7.42
$M_z$	A 	7.43 bis 7.47
$M_z$	B 	7.48 bis 7.52
$M_z$	D 	7.53 bis 7.57
$M_z$	E 	7.58 bis 7.62
$M_z$	F 	7.63 bis 7.67
$M_z$	G 	7.68 bis 7.72
$M_z$	A bis G	7.73 bis 7.77



Tabelle 7.8

M <sub>y</sub>	Daten (Of31100) Ofner		Profile IPE 200				Lastfall A nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.083	0.986	1.020	1.035	1.038	1.027	0.973	1.020	1.035	0.934
arithm. s	0.065	0.017	0.021	0.023	0.098	0.016	0.062	0.021	0.023	0.025
ar. m - s	1.018	0.970	0.999	1.011	0.940	1.011	0.911	0.999	1.011	0.909
log. m	1.081	0.986	1.020	1.035	1.033	1.027	0.971	1.020	1.035	0.934
log m-k*s	0.979	0.959	0.985	0.997	0.893	1.001	0.876	0.985	0.997	0.893
Werte < 1.00	8	40	10	5	29	3	32	10	5	51
% Werte < 1.00	15.7	78.4	19.6	9.8	56.9	5.9	62.7	19.6	9.8	100.0
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	26	0	0	38
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Anzahl n	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51

Tabelle 7.9

M <sub>y</sub>	Daten (Of32100) Ofner		Profile IPE 500				Lastfall A nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.089	0.990	1.024	1.039	1.019	1.032	0.978	1.024	1.039	0.936
arithm. s	0.067	0.016	0.024	0.026	0.071	0.019	0.065	0.024	0.026	0.024
ar. m - s	1.022	0.974	1.000	1.013	0.948	1.013	0.912	1.000	1.013	0.912
log. m	1.087	0.990	1.024	1.039	1.017	1.031	0.976	1.024	1.039	0.936
log m-k*s	0.981	0.964	0.985	0.996	0.915	1.001	0.876	0.985	0.996	0.897
Werte < 1.00	8	36	9	4	26	2	32	9	4	51
% Werte < 1.00	15.7	70.6	17.6	7.8	51.0	3.9	62.7	17.6	7.8	100.0
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	25	0	0	37
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Anzahl n	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51

Tabelle 7.10

M <sub>y</sub>	Daten (Of33100) Ofner		Profile IPB 300				Lastfall A nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.084	0.984	1.017	1.032	1.011	1.021	0.959	1.017	1.032	0.946
arithm. s	0.063	0.017	0.016	0.018	0.082	0.013	0.053	0.016	0.018	0.022
ar. m - s	1.020	0.967	1.001	1.014	0.929	1.007	0.906	1.001	1.014	0.925
log. m	1.082	0.984	1.017	1.032	1.008	1.021	0.957	1.017	1.032	0.946
log m-k*s	0.982	0.957	0.991	1.003	0.890	0.999	0.875	0.991	1.003	0.911
Werte < 1.00	7	37	8	4	32	5	38	8	4	49
% Werte < 1.00	14.0	74.0	16.0	8.0	64.0	10.0	76.0	16.0	8.0	98.0
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	28	0	0	32
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Anzahl n	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

Tabelle 7.11

M <sub>y</sub>	Daten (Of34100) Ofner		Profile RP 200/100/10				Lastfall A nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.101	1.005	1.041	1.057	1.044	1.061	1.043	1.041	1.057	0.911
arithm. s	0.061	0.019	0.036	0.039	0.074	0.031	0.075	0.036	0.039	0.031
ar. m - s	1.039	0.987	1.006	1.018	0.969	1.030	0.968	1.006	1.018	0.880
log. m	1.099	1.005	1.041	1.056	1.041	1.061	1.040	1.041	1.056	0.911
log m-k*s	1.001	0.975	0.984	0.995	0.933	1.010	0.926	0.984	0.995	0.860
Werte < 1.00	5	19	5	2	19	3	19	5	2	51
% Werte < 1.00	9.8	37.3	9.8	3.9	37.3	5.9	37.3	9.8	3.9	100.0
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	1	0	0	47
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
Anzahl n	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51

Tabelle 7.12

M <sub>y</sub>	Daten (Of35100) Ofner		Profile IPE 200, IPE 500, IPB 300, RP 200/100/10				Lastfall A nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.088	0.992	1.026	1.041	1.008	1.037	0.993	1.026	1.041	0.929
arithm. s	0.063	0.019	0.027	0.029	0.088	0.027	0.072	0.027	0.029	0.032
ar. m - s	1.025	0.973	0.999	1.011	1.021	1.010	0.921	0.999	1.011	0.897
log. m	1.086	0.991	1.025	1.040	1.105	1.036	0.990	1.025	1.040	0.928
log m-k*s	0.986	0.961	0.983	0.994	0.970	0.994	0.881	0.983	0.994	0.876
Werte < 1.00	28	132	32	15	30	11	116	32	15	202
% Werte < 1.00	13.8	65.0	15.8	7.4	14.8	5.4	57.1	15.8	7.4	99.5
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	77	0	0	158
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
Anzahl n	203	203	203	203	203	203	203	203	203	203

Tabelle 7.13

M <sub>y</sub>	Daten (Of31200) Ofner		Profile IPE 200				Lastfall B nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.169	1.002	1.126	1.059	1.078	1.088	1.154	1.045	1.059	1.148
arithm. s	0.089	0.015	0.054	0.030	0.032	0.041	0.090	0.027	0.030	0.099
ar. m - s	1.080	0.987	1.072	1.028	1.046	1.047	1.064	1.018	1.028	1.049
log. m	1.166	1.002	1.125	1.058	1.078	1.087	1.151	1.045	1.058	1.143
log m-k*s	1.029	0.978	1.039	1.009	1.025	1.021	1.012	1.001	1.009	0.994
Werte < 1.00	0	19	0	1	0	1	0	1	1	0
% Werte < 1.00	.0	47.5	.0	2.5	.0	2.5	.0	2.5	2.5	.0
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

Tabelle 7.14

M <sub>y</sub>	Daten (Of32200) Ofner			Profile IPE 500			Lastfall B nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.195	1.031	1.154	1.089	1.100	1.119	1.179	1.075	1.089	1.172
arithm. s	0.106	0.040	0.071	0.052	0.035	0.063	0.100	0.050	0.052	0.114
ar. m - s	1.090	0.990	1.083	1.036	1.065	1.056	1.079	1.025	1.036	1.058
log. m	1.191	1.030	1.152	1.087	1.099	1.117	1.175	1.074	1.087	1.167
log m-k*s	1.030	0.966	1.041	1.005	1.043	1.019	1.023	0.994	1.005	0.995
Werte < 1.00	0	11	0	1	0	0	0	1	1	0
% Werte < 1.00	.0	28.9	.0	2.6	.0	.0	.0	2.6	2.6	.0
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38

Tabelle 7.15

M <sub>y</sub>	Daten (Od33200) Ofner			Profile IPB 300			Lastfall β A nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.195	1.031	1.154	1.089	1.100	1.119	1.179	1.075	1.089	1.172
arithm. s	0.106	0.040	0.071	0.052	0.035	0.063	0.100	0.050	0.052	0.114
ar. m - s	1.090	0.990	1.083	1.036	1.065	1.056	1.079	1.025	1.036	1.058
log. m	1.191	1.030	1.152	1.087	1.099	1.117	1.175	1.074	1.087	1.167
log m-k*s	1.030	0.966	1.041	1.005	1.043	1.019	1.023	0.994	1.005	0.995
Werte < 1.00	0	11	0	1	0	0	0	1	1	0
% Werte < 1.00	.0	28.9	.0	2.6	.0	.0	.0	2.6	2.6	.0
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38

Tabelle 7.16

M <sub>y</sub>	Daten (Of34200) Ofner			Profile RP 200/100/10			Lastfall β A nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.164	0.978	1.129	1.054	1.100	1.093	1.164	1.039	1.054	1.110
arithm. s	0.074	0.073	0.069	0.075	0.060	0.084	0.074	0.073	0.075	0.089
ar. m - s	1.090	0.905	1.060	0.979	1.040	1.009	1.090	0.966	0.979	1.021
log. m	1.162	0.975	1.127	1.051	1.098	1.090	1.162	1.036	1.051	1.107
log m-k*s	1.045	0.853	1.015	0.925	0.999	0.950	1.045	0.914	0.925	0.973
Werte < 1.00	0	26	3	7	3	7	0	7	7	1
% Werte < 1.00	.0	49.1	5.7	13.2	5.7	13.2	.0	13.2	13.2	1.9
Werte < 0.95	0	10	1	4	3	4	0	7	4	0
Werte < 0.90	0	7	0	4	0	3	0	4	4	0
Anzahl n	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53

Tabelle 7.17

M <sub>y</sub>	Daten (Of35200) Ofner		Profile IPE 200, IPE 500, IPB 300, RP 200/100/10				Lastfall B nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.169	1.001	1.132	1.063	1.088	1.096	1.158	1.049	1.063	1.138
arithm. s	0.088	0.050	0.064	0.055	0.046	0.065	0.087	0.053	0.055	0.104
ar. m - s	1.081	0.950	1.068	1.008	1.042	1.032	1.071	0.996	1.008	1.034
log. m	1.165	0.998	1.130	1.061	1.087	1.094	1.155	1.047	1.061	1.134
log m-k*s	1.030	0.915	1.028	0.970	1.013	0.989	1.022	0.960	0.970	0.978
Werte < 1.00	0	76	3	11	4	8	0	15	11	2
% Werte < 1.00	.0	44.4	1.8	6.4	2.3	4.7	.0	8.8	6.4	1.2
Werte < 0.95	0	10	1	4	3	4	0	7	4	0
Werte < 0.90	0	7	0	4	0	3	0	4	4	0
Anzahl n	171	171	171	171	171	171	171	171	171	171

Tabelle 7.18

M <sub>y</sub>	Daten (Of31300) Ofner		Profile IPE 200				Lastfall D nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.015	1.155	1.301	1.118	1.187	1.202	1.184	1.109	1.249	1.445
arithm. s	0.017	0.070	0.116	0.060	0.030	0.081	0.076	0.058	0.096	0.200
ar. m - s	0.998	1.085	1.185	1.059	1.057	1.121	1.108	1.051	1.153	1.245
log. m	1.015	1.153	1.296	1.117	1.086	1.199	1.182	1.107	1.245	1.431
log m-k*s	0.987	1.043	1.114	1.023	1.038	1.072	1.061	1.016	1.094	1.131
Werte < 1.00	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% Werte < 1.00	20.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Tabelle 7.19

M <sub>y</sub>	Daten (Of32300) Ofner		Profile IPE 500				Lastfall D nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.019	1.153	1.291	1.119	1.189	1.198	1.178	1.110	1.242	1.425
arithm. s	0.018	0.073	0.125	0.060	0.032	0.085	0.084	0.058	0.103	0.214
ar. m - s	1.001	1.080	1.166	1.059	1.057	1.113	1.094	1.052	1.138	1.211
log. m	1.019	1.151	1.286	1.117	1.089	1.196	1.175	1.108	1.237	1.409
log m-k*s	0.989	1.037	1.092	1.023	1.037	1.062	1.044	1.018	1.077	1.094
Werte < 1.00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% Werte < 1.00	13.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22

Tabelle 7.20

M <sub>y</sub>	Daten (Of33300) Ofner			Profile IPB 300			Lastfall D B nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.019	1.153	1.291	1.119	1.089	1.198	1.178	1.110	1.242	1.425
arithm. s	0.018	0.073	0.125	0.060	0.032	0.085	0.084	0.058	0.103	0.214
ar. m - s	1.001	1.080	1.166	1.059	1.057	1.113	1.094	1.052	1.138	1.211
log. m	1.019	1.151	1.286	1.117	1.089	1.196	1.175	1.108	1.237	1.409
log m-k*s	0.989	1.037	1.092	1.023	1.037	1.062	1.044	1.018	1.077	1.094
Werte < 1.00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% Werte < 1.00	13.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22

Tabelle 7.21

M <sub>y</sub>	Daten (Of34300) Ofner			Profile RP 200/100/10			Lastfall D B nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.051	1.135	1.291	1.092	1.100	1.167	1.147	1.082	1.184	1.411
arithm. s	0.038	0.095	0.129	0.094	0.061	0.159	0.062	0.094	0.103	0.222
ar. m - s	1.013	1.040	1.162	0.998	1.039	1.008	1.085	0.988	1.082	1.188
log. m	1.050	1.131	1.285	1.088	1.098	1.155	1.145	1.078	1.180	1.394
log m-k*s	0.990	0.984	1.087	0.940	0.999	0.899	1.048	0.930	1.022	1.070
Werte < 1.00	1	2	0	4	2	3	0	5	1	0
% Werte < 1.00	3.3	6.7	.0	13.3	6.7	10.0	.0	16.7	3.3	.0
Werte < 0.95	0	1	0	2	1	2	0	2	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	1	0	2	0	1	0	0
Anzahl n	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

Tabelle 7.22

M <sub>y</sub>	Daten (Of35300) Ofner			Profile IPE 200, IPE 500, IPB 300, RP 200/100/10			Lastfall D nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.026	1.145	1.289	1.108	1.092	1.175	1.160	1.099	1.216	1.417
arithm. s	0.031	0.079	0.122	0.073	0.045	0.135	0.074	0.072	0.105	0.210
ar. m - s	0.995	1.066	1.167	1.035	1.047	1.039	1.085	1.027	1.112	1.207
log. m	1.026	1.143	1.284	1.106	1.091	1.165	1.157	1.096	1.212	1.401
log m-k*s	0.977	1.019	1.095	0.989	1.018	0.938	1.041	0.981	1.050	1.092
Werte < 1.00	14	2	0	4	2	5	0	5	1	0
% Werte < 1.00	15.2	2.2	.0	4.3	2.2	5.4	.0	5.4	1.1	.0
Werte < 0.95	0	1	0	2	1	4	0	2	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	1	0	4	0	1	0	0
Anzahl n	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92

Tabelle 7.23

M <sub>y</sub>	Daten (Of31400) Ofner		Profile IPE 200				Lastfall E nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.146	1.019	1.061	1.044	1.065	1.093	1.059	1.029	1.071	1.013
arithm. s	0.070	0.029	0.022	0.018	0.031	0.031	0.059	0.016	0.023	0.041
ar. m - s	1.077	0.990	1.038	1.026	1.034	1.062	1.000	1.012	1.048	0.972
log. m	1.144	1.019	1.060	1.044	1.064	1.093	1.057	1.029	1.071	1.012
log m-k*s	1.036	0.972	1.024	1.015	1.015	1.042	0.965	1.002	1.033	0.948
Werte < 1.00	0	16	0	1	0	0	11	1	0	25
% Werte < 1.00	.0	31.4	.0	2.0	.0	.0	21.6	2.0	.0	49.0
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51

Tabelle 7.24

M <sub>y</sub>	Daten (Of32400) Ofner		Profile IPE 500				Lastfall E nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.153	1.027	1.066	1.050	1.067	1.099	1.061	1.035	1.077	1.019
arithm. s	0.073	0.030	0.025	0.021	0.033	0.034	0.059	0.019	0.026	0.041
ar. m - s	1.081	0.997	1.042	1.029	1.034	1.065	1.001	1.016	1.051	0.978
log. m	1.151	1.026	1.066	1.050	1.067	1.098	1.059	1.035	1.077	1.018
log m-k*s	1.037	0.978	1.026	1.016	1.014	1.044	0.967	1.004	1.035	0.954
Werte < 1.00	0	13	0	1	0	0	10	2	0	22
% Werte < 1.00	.0	26.0	.0	2.0	.0	.0	20.0	4.0	.0	44.0
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

Tabelle 7.25

M <sub>y</sub>	Daten (Of33400) Ofner		Profile IPB 300				Lastfall E nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.140	1.012	1.052	1.037	1.044	1.082	1.036	1.021	1.063	1.020
arithm. s	0.071	0.040	0.027	0.025	0.021	0.030	0.042	0.025	0.027	0.041
ar. m - s	1.069	0.972	1.026	1.012	1.023	1.052	0.995	0.997	1.036	0.979
log. m	1.138	1.011	1.052	1.036	1.044	1.081	1.035	1.021	1.063	1.019
log m-k*s	1.028	0.947	1.009	0.996	1.010	1.032	0.970	0.981	1.020	0.954
Werte < 1.00	0	18	0	2	2	0	11	14	0	19
% Werte < 1.00	.0	36.7	.0	4.1	4.1	.0	22.4	28.6	.0	38.8
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49

Tabelle 7.26

M <sub>y</sub>	Daten (Of34400) Ofner		Profile RP 200/100/10				Lastfall E nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.159	1.044	1.084	1.067	1.097	1.132	1.117	1.051	1.094	0.993
arithm. s	0.063	0.026	0.031	0.033	0.042	0.040	0.059	0.030	0.034	0.043
ar. m - s	1.096	1.018	1.053	1.033	1.056	1.092	1.059	1.021	1.060	0.950
log. m	1.157	1.043	1.084	1.066	1.097	1.131	1.116	1.051	1.094	0.992
log m-k*s	1.057	1.001	1.033	1.012	1.031	1.066	1.022	1.001	1.039	0.924
Werte < 1.00	0	2	0	3	0	0	1	4	0	36
% Werte < 1.00	.0	3.8	.0	5.7	.0	.0	1.9	7.5	.0	67.9
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53

Tabelle 7.27

M <sub>y</sub>	Daten (Of35400) Ofner		Profile IPE 200, IPE 500, IPB 300, RP 200/100/10				Lastfall E nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.148	1.026	1.066	1.050	1.070	1.104	1.073	1.034	1.077	1.007
arithm. s	0.068	0.033	0.029	0.027	0.038	0.040	0.063	0.026	0.030	0.046
ar. m - s	1.080	0.992	1.037	1.022	1.032	1.064	1.010	1.009	1.047	0.961
log. m	1.146	1.025	1.066	1.049	1.069	1.103	1.071	1.034	1.076	1.006
log m-k*s	1.039	0.971	1.019	1.005	1.010	1.039	0.973	0.993	1.028	0.933
Werte < 1.00	0	49	0	7	2	0	30	21	0	103
% Werte < 1.00	.0	24.1	.0	3.4	1.0	.0	14.8	10.3	.0	50.7
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	0	1	0	20
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	203	203	203	203	203	203	203	203	203	203

Tabelle 7.28

M <sub>y</sub>	Daten (Of31500) Ofner		Profile IPE 200				Lastfall F nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.108	1.022	1.027	1.021	1.039	1.068	1.011	1.006	1.048	0.968
arithm. s	0.061	0.026	0.015	0.013	0.024	0.021	0.060	0.011	0.019	0.030
ar. m - s	1.048	0.997	1.013	1.008	1.016	1.047	0.951	0.996	1.029	0.939
log. m	1.107	1.022	1.027	1.021	1.039	1.068	1.009	1.006	1.047	0.968
log m-k*s	1.011	0.981	1.003	0.999	1.001	1.033	0.917	0.989	1.017	0.921
Werte < 1.00	3	15	3	5	2	0	25	13	0	43
% Werte < 1.00	5.7	28.3	5.7	9.4	3.8	.0	47.2	24.5	.0	81.1
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	10	0	0	20
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53

Tabelle 7.29

M <sub>y</sub>	Daten (Of32500) Ofner		Profile IPE 500				Lastfall F nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.113	1.026	1.031	1.025	1.043	1.072	1.016	1.010	1.051	0.972
arithm. s	0.061	0.026	0.016	0.015	0.025	0.024	0.059	0.013	0.020	0.028
ar. m - s	1.052	1.000	1.015	1.010	1.018	1.048	0.957	0.998	1.031	0.943
log. m	1.111	1.026	1.031	1.025	1.043	1.071	1.014	1.010	1.051	0.971
log m-k*s	1.015	0.984	1.005	1.000	1.002	1.033	0.924	0.990	1.018	0.926
Werte < 1.00	3	14	2	4	1	0	24	10	0	41
% Werte < 1.00	5.8	26.9	3.8	7.7	1.9	.0	46.2	19.2	.0	78.8
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	6	0	0	16
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52

Tabelle 7.30

M <sub>y</sub>	Daten (OF33500) Ofner		Profile IPB 300				Lastfall F nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.102	1.016	1.022	1.016	1.024	1.059	0.993	1.002	1.042	0.977
arithm. s	0.054	0.029	0.012	0.012	0.017	0.022	0.046	0.011	0.014	0.027
ar. m - s	1.048	0.987	1.010	1.004	1.007	1.037	0.947	0.990	1.028	0.949
log. m	1.101	1.016	1.022	1.016	1.024	1.059	0.992	1.002	1.042	0.976
log m-k*s	1.016	0.969	1.002	0.997	0.996	1.023	0.920	0.983	1.018	0.933
Werte < 1.00	2	18	2	4	4	0	32	25	0	42
% Werte < 1.00	3.8	34.0	3.8	7.5	7.5	.0	60.4	47.2	.0	79.2
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	11	0	0	11
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53

Tabelle 7.31

M <sub>y</sub>	Daten (Of34500) Ofner		Profile RP 200/100/10				Lastfall F nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.118	1.043	1.048	1.043	1.072	1.103	1.073	1.027	1.069	0.944
arithm. s	0.053	0.021	0.029	0.031	0.037	0.033	0.061	0.028	0.033	0.035
ar. m - s	1.065	1.022	1.020	1.011	1.035	1.071	1.012	0.999	1.036	0.910
log. m	1.117	1.043	1.048	1.042	1.071	1.103	1.071	1.027	1.069	0.943
log m-k*s	1.031	1.008	1.002	0.992	1.012	1.049	0.975	0.982	1.016	0.888
Werte < 1.00	2	2	2	4	0	0	8	7	1	55
% Werte < 1.00	3.6	3.6	3.6	7.3	.0	.0	14.5	12.7	1.8	100.0
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	0	1	0	31
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Anzahl n	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55



Tabelle 7.32

M <sub>y</sub>	Daten (Of35500) Ofner		Profile IPE 200, IPE 500, IPB 300, RP 200/100/10				Lastfall F nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.109	1.027	1.032	1.027	1.046	1.078	1.028	1.012	1.053	0.961
arithm. s	0.057	0.027	0.021	0.022	0.032	0.032	0.064	0.020	0.025	0.036
ar. m - s	1.052	1.000	1.011	1.005	1.014	1.046	0.964	0.992	1.028	0.925
log. m	1.108	1.027	1.032	1.026	1.046	1.077	1.026	1.011	1.052	0.960
log m-k*s	1.018	0.983	0.998	0.991	0.995	1.027	0.927	0.979	1.013	0.902
Werte < 1.00	10	49	9	17	7	0	84	55	1	182
% Werte < 1.00	4.7	23.0	4.2	8.0	3.3	.0	39.4	25.8	.5	85.4
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	23	1	0	84
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
Anzahl n	213	213	213	213	213	213	213	213	213	213

Tabelle 7.33

M <sub>y</sub>	Daten (Of31600) Ofner		Profile IPE 200				Lastfall G nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.247	1.081	1.151	1.133	1.086	1.120	1.145	1.116	1.162	1.103
arithm. s	0.109	0.072	0.067	0.064	0.032	0.046	0.062	0.062	0.067	0.079
ar. m - s	1.138	1.009	1.084	1.069	1.054	1.074	1.084	1.054	1.095	1.024
log. m	1.243	1.079	1.149	1.131	1.086	1.119	1.144	1.115	1.160	1.100
log m-k*s	1.077	0.967	1.044	1.031	1.034	1.046	1.046	1.017	1.054	0.978
Werte < 1.00	0	14	0	1	0	0	0	1	0	6
% Werte < 1.00	.0	25.9	.0	1.9	.0	.0	.0	1.9	.0	11.1
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54

Tabelle 7.34

M <sub>y</sub>	Daten (Of32600) Ofner		Profile IPE 500				Lastfall G nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.256	1.087	1.157	1.138	1.093	1.127	1.154	1.122	1.168	1.108
arithm. s	0.110	0.072	0.068	0.066	0.035	0.047	0.062	0.064	0.069	0.079
ar. m - s	1.146	1.015	1.089	1.072	1.059	1.080	1.092	1.057	1.099	1.029
log. m	1.251	1.084	1.155	1.136	1.093	1.126	1.152	1.120	1.166	1.105
log m-k*s	1.084	0.972	1.048	1.033	1.037	1.050	1.054	1.019	1.058	0.983
Werte < 1.00	0	8	0	1	0	0	0	1	0	4
% Werte < 1.00	.0	15.1	.0	1.9	.0	.0	.0	1.9	.0	7.5
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53

Tabelle 7.35

M <sub>y</sub>	Daten (Of33600) Ofner		Profile IPB 300				Lastfall 6 F nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.233	1.069	1.139	1.120	1.068	1.109	1.120	1.104	1.149	1.107
arithm. s	0.108	0.081	0.072	0.071	0.022	0.044	0.049	0.070	0.073	0.079
ar. m - s	1.125	0.988	1.066	1.049	1.046	1.064	1.071	1.034	1.076	1.028
log. m	1.228	1.066	1.136	1.118	1.068	1.108	1.119	1.102	1.147	1.104
log m-k*s	1.065	0.941	1.023	1.007	1.032	1.037	1.041	0.992	1.033	0.981
Werte < 1.00	0	17	0	1	0	0	0	2	0	7
% Werte < 1.00	.0	34.0	.0	2.0	.0	.0	.0	4.0	.0	14.0
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

Tabelle 7.36

M <sub>y</sub>	Daten (Of34600) Ofner		Profile RP 200/100/10				Lastfall 6 F nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.261	1.104	1.178	1.158	1.129	1.165	1.217	1.141	1.189	1.081
arithm. s	0.104	0.070	0.067	0.068	0.047	0.057	0.076	0.065	0.070	0.082
ar. m - s	1.157	1.034	1.111	1.090	1.082	1.109	1.141	1.076	1.119	0.999
log. m	1.257	1.102	1.176	1.156	1.128	1.164	1.214	1.139	1.187	1.078
log m-k*s	1.097	0.992	1.069	1.047	1.053	1.073	1.093	1.035	1.076	0.954
Werte < 1.00	0	3	0	2	0	0	0	2	0	8
% Werte < 1.00	.0	5.4	.0	3.6	.0	.0	.0	3.6	.0	14.3
Werte < 0.95	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56

Tabelle 7.37

M <sub>y</sub>	Daten (Of35600) Ofner		Profile IPE 200, IPE 500, IPB 300, RP 200/100/10				Lastfall G nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.248	1.086	1.157	1.138	1.096	1.132	1.162	1.121	1.168	1.097
arithm. s	0.107	0.074	0.070	0.068	0.042	0.054	0.076	0.066	0.071	0.083
ar. m - s	1.141	1.011	1.087	1.070	1.054	1.078	1.086	1.055	1.097	1.014
log. m	1.244	1.083	1.155	1.136	1.095	1.131	1.159	1.119	1.166	1.093
log m-k*s	1.080	0.967	1.045	1.029	1.028	1.045	1.042	1.015	1.054	0.966
Werte < 1.00	0	42	0	5	0	0	0	6	0	27
% Werte < 1.00	.0	19.7	.0	2.3	.0	.0	.0	2.8	.0	12.7
Werte < 0.95	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	213	213	213	213	213	213	213	213	213	213

Tabelle 7.38

M <sub>y</sub>	Daten (Of31900) Ofner			Profile IPE 200			Lastfall A, B, D, E, F, G nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.141	1.034	1.092	1.063	1.063	1.088	1.074	1.049	1.089	1.059
arithm. s	0.102	0.063	0.093	0.056	0.054	0.058	0.100	0.055	0.078	0.154
ar. m - s	1.039	0.971	0.999	1.007	1.009	1.030	0.974	0.993	1.011	0.905
log. m	1.136	1.032	1.088	1.062	1.061	1.087	1.069	1.047	1.087	1.050
log m-k*s	0.985	0.938	0.954	0.976	0.978	0.997	0.918	0.963	0.972	0.847
Werte < 1.00	15	104	13	13	31	4	68	26	6	125
% Werte < 1.00	5.6	38.7	4.8	4.8	11.5	1.5	25.3	9.7	2.2	46.5
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	36	0	0	58
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Anzahl n	269	269	269	269	269	269	269	269	269	269

Tabelle 7.39

M <sub>y</sub>	Daten (Of32900) Ofner			Profile IPE 500			Lastfall A bis G nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.148	1.043	1.101	1.072	1.066	1.097	1.081	1.057	1.098	1.067
arithm. s	0.107	0.064	0.098	0.060	0.054	0.063	0.105	0.059	0.080	0.159
ar. m - s	1.042	0.979	1.003	1.012	1.013	1.034	0.976	0.998	1.018	0.908
log. m	1.144	1.041	1.097	1.070	1.065	1.096	1.076	1.056	1.095	1.057
log m-k*s	0.985	0.944	0.955	0.979	0.981	0.999	0.919	0.966	0.977	0.848
Werte < 1.00	14	82	11	11	27	2	66	23	5	118
% Werte < 1.00	5.3	30.8	4.1	4.1	10.2	.8	24.8	8.6	1.9	44.4
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	31	0	0	53
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Anzahl n	266	266	266	266	266	266	266	266	266	266

Tabelle 7.40

M <sub>y</sub>	Daten (Of33900) Ofner			Profile IPB 300			Lastfall A bis G nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.133	1.026	1.083	1.056	1.044	1.078	1.056	1.041	1.081	1.064
arithm. s	0.097	0.064	0.090	0.056	0.048	0.057	0.095	0.056	0.077	0.146
ar. m - s	1.036	0.963	0.993	1.000	0.996	1.021	0.961	0.986	1.005	0.918
log. m	1.129	1.025	1.080	1.055	1.043	1.077	1.051	1.040	1.079	1.055
log m-k*s	0.984	0.928	0.949	0.969	0.968	0.990	0.909	0.956	0.966	0.860
Werte < 1.00	15	110	10	13	39	6	81	55	6	117
% Werte < 1.00	5.7	42.0	3.8	5.0	14.9	2.3	30.9	21.0	2.3	44.7
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	39	0	0	43
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Anzahl n	262	262	262	262	262	262	262	262	262	262

Tabelle 7.41

M <sub>y</sub>	Daten (Of34900) Ofner		Profile RP 200/100/10				Lastfall A bis G nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.151	1.046	1.117	1.078	1.090	1.118	1.126	1.063	1.103	1.049
arithm. s	0.094	0.074	0.098	0.071	0.060	0.080	0.091	0.069	0.082	0.168
ar. m - s	1.056	0.971	1.018	1.007	1.030	1.038	1.036	0.994	1.021	0.882
log. m	1.147	1.043	1.113	1.076	1.088	1.115	1.123	1.061	1.100	1.038
log m-k*s	1.005	0.927	0.969	0.964	0.993	0.986	0.983	0.953	0.974	0.822
Werte < 1.00	8	54	10	22	24	13	28	30	11	151
% Werte < 1.00	2.7	18.1	3.4	7.4	8.1	4.4	9.4	10.1	3.7	50.7
Werte < 0.95	0	12	1	6	4	6	1	11	4	84
Werte < 0.90	0	7	0	5	0	5	0	5	4	27
Anzahl n	298	298	298	298	298	298	298	298	298	298

Tabelle 7.42

M <sub>y</sub>	Daten (Of35900) Ofner		Profile IPE 200, IPE 500, IPB 300, RP 200/100/10				Lastfall A bis G nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.143	1.037	1.099	1.068	1.081	1.096	1.086	1.053	1.093	1.060
arithm. s	0.100	0.067	0.095	0.062	0.057	0.067	0.101	0.061	0.079	0.157
ar. m - s	1.043	0.970	1.003	1.006	1.025	1.029	0.985	0.992	1.014	0.902
log. m	1.139	1.035	1.095	1.066	1.080	1.094	1.081	1.051	1.090	1.050
log m-k*s	0.990	0.933	0.956	0.971	0.992	0.989	0.928	0.958	0.972	0.843
Werte < 1.00	52	350	44	59	45	25	243	134	28	511
% Werte < 1.00	4.7	32.0	4.0	5.4	4.1	2.3	22.2	12.2	2.6	46.7
Werte < 0.95	0	12	1	6	4	6	107	11	4	238
Werte < 0.90	0	7	0	5	0	5	3	5	4	35
Anzahl n	1095	1095	1095	1095	1095	1095	1095	1095	1095	1095

Tabelle 7.43

M <sub>z</sub>	Daten (Of41100) Ofner		Profile IPE 200				Lastfall A nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.100	1.107	1.050	1.120	1.099	1.102	1.100	1.089	1.120	0.971
arithm. s	0.092	0.047	0.062	0.072	0.138	0.072	0.092	0.061	0.072	0.066
ar. m - s	1.008	1.024	0.989	1.048	0.961	1.029	1.008	1.028	1.048	0.905
log. m	1.096	1.070	1.049	1.118	1.092	1.099	1.096	1.088	1.118	0.969
log m-k*s	0.955	0.996	0.954	1.007	0.896	0.989	0.955	0.992	1.007	0.869
Werte < 1.00	9	2	9	1	14	2	9	2	1	34
% Werte < 1.00	17.6	3.9	17.6	2.0	27.5	3.9	17.6	3.9	2.0	66.7
Werte < 0.95	2	0	0	0	0	0	2	0	0	32
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Anzahl n	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51

Tabelle 7.44

M <sub>z</sub>	Daten (Of42100) Ofner		Profile IPE 500				Lastfall A nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.132	1.107	1.081	1.154	1.106	1.128	1.132	1.124	1.154	1.030
arithm. s	0.071	0.047	0.042	0.060	0.118	0.063	0.071	0.052	0.060	0.097
ar. m - s	1.061	1.061	1.039	1.094	0.989	1.065	1.061	1.072	1.094	0.933
log. m	1.130	1.106	1.080	1.152	1.101	1.126	1.130	1.123	1.152	1.025
log m-k*s	1.020	1.032	1.015	1.058	0.931	1.027	1.020	1.041	1.058	0.880
Werte < 1.00	0	0	0	0	8	2	0	0	0	25
% Werte < 1.00	0	0	0	0	15.1	3.8	0	0	0	47.2
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Anzahl n	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53

Tabelle 7.45

M <sub>z</sub>	Daten (Of43100) Ofner		Profile IPB 300				Lastfall A nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.076	1.053	1.028	1.098	1.067	1.072	1.076	1.069	1.098	0.976
arithm. s	0.083	0.043	0.050	0.061	0.133	0.057	0.083	0.053	0.061	0.066
ar. m - s	0.993	1.010	0.978	1.037	0.934	1.016	0.993	1.016	1.037	0.911
log. m	1.073	1.052	1.027	1.097	1.059	1.071	1.073	1.068	1.097	0.974
log m-k*s	0.943	0.983	0.948	1.000	0.872	0.983	0.943	0.984	1.000	0.875
Werte < 1.00	12	6	15	3	20	6	12	5	3	37
% Werte < 1.00	22.2	11.1	27.8	5.6	37.0	11.1	22.2	9.3	5.6	68.5
Werte < 0.95	5	0	0	0	11	0	5	0	0	28
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54

Tabelle 7.46

M <sub>z</sub>	Daten (Of44100) Ofner		Profile RP 200/100/10				Lastfall A nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.082	0.984	1.008	1.033	1.015	1.028	0.990	1.047	1.033	0.929
arithm. s	0.066	0.016	0.030	0.025	0.070	0.016	0.067	0.028	0.025	0.024
ar. m - s	1.016	0.968	0.978	1.007	0.944	1.012	0.922	1.020	1.007	0.904
log. m	1.080	0.984	1.007	1.032	1.012	1.028	0.987	1.047	1.032	0.928
log m-k*s	0.976	0.958	0.959	0.991	0.911	1.002	0.884	1.003	0.991	0.889
Werte < 1.00	9	45	26	7	28	4	30	1	7	54
% Werte < 1.00	16.7	83.3	48.1	13.0	51.9	7.4	55.6	1.9	13.0	100.0
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	22	0	0	44
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Anzahl n	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54

Tabelle 4.47

M <sub>z</sub>	Daten (Of45100) Ofner		Profile IPE 200, IPE 500, IPB 300, RP 200/100/10				Lastfall A nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.095	1.053	1.041	1.101	1.167	1.085	1.084	1.082	1.101	0.976
arithm. s	0.080	0.060	0.054	0.072	0.118	0.064	0.087	0.057	0.072	0.077
ar. m - s	1.015	0.993	0.987	1.029	1.049	1.021	0.997	1.025	1.029	0.900
log. m	1.092	1.052	1.040	1.098	1.161	1.083	1.080	1.081	1.098	0.974
log m-k*s	0.967	0.957	0.956	0.987	0.984	0.984	0.947	0.992	0.987	0.860
Werte < 1.00	30	53	50	11	17	11	42	8	11	150
% Werte < 1.00	14.2	25.0	23.6	5.2	8.0	5.2	19.8	3.8	5.2	70.8
Werte < 0.95	7	0	0	0	0	0	16	0	0	117
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Anzahl n	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212

Tabelle 4.48

M <sub>z</sub>	Daten (Of41200) Ofner		Profile IPE 200				Lastfall B nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.135	1.079	1.045	1.153	1.141	1.170	1.135	1.124	1.153	1.211
arithm. s	0.102	0.048	0.051	0.072	0.102	0.076	0.102	0.062	0.072	0.142
ar. m - s	1.033	1.031	0.994	1.082	1.040	1.094	1.033	1.062	1.082	1.069
log. m	1.131	1.078	1.044	1.151	1.137	1.167	1.131	1.122	1.151	1.203
log m-k*s	0.977	1.001	0.964	1.039	0.986	1.049	0.977	1.025	1.039	0.997
Werte < 1.00	5	3	9	0	0	0	5	0	0	1
% Werte < 1.00	10.6	6.4	19.1	.0	.0	.0	10.6	.0	.0	2.1
Werte < 0.95	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47

Tabelle 7.49

M <sub>z</sub>	Daten (Of42200) Ofner			Profile IPE 500			Lastfall B nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.187	1.131	1.097	1.209	1.183	1.223	1.187	1.178	1.209	1.284
arithm. s	0.088	0.053	0.040	0.066	0.092	0.067	0.088	0.058	0.066	0.177
ar. m - s	1.099	1.078	1.058	1.143	1.097	1.156	1.099	1.119	1.143	1.107
log. m	1.183	1.130	1.096	1.207	1.185	1.221	1.183	1.176	1.207	1.272
log m-k*s	1.049	1.046	1.032	1.102	1.047	1.114	1.049	1.083	1.102	1.016
Werte < 1.00	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
% Werte < 1.00	.0	.0	2.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46

Tabelle 7.50

M <sub>z</sub>	Daten (Of43200) Ofner			Profile IPB 300			Lastfall B nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.116	1.056	1.025	1.129	1.114	1.140	1.116	1.101	1.129	1.196
arithm. s	0.098	0.046	0.036	0.064	0.089	0.061	0.098	0.056	0.064	0.144
ar. m - s	1.018	1.010	0.989	1.066	1.025	1.078	1.018	1.045	1.066	1.053
log. m	1.112	1.055	1.024	1.128	1.111	1.138	1.112	1.099	1.128	1.188
log m-k*s	0.963	0.983	0.967	1.027	0.975	1.041	0.963	1.011	1.027	0.983
Werte < 1.00	7	5	16	0	5	0	7	1	0	1
% Werte < 1.00	13.7	9.8	31.4	.0	9.8	.0	13.7	2.0	.0	2.0
Werte < 0.95	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51

Tabelle 7.51

M <sub>z</sub>	Daten (Of44200) Ofner			Profile RP 200/100/10			Lastfall B nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.145	0.983	0.997	1.042	1.067	1.073	1.140	1.064	1.042	1.123
arithm. s	0.073	0.018	0.029	0.028	0.031	0.039	0.076	0.049	0.028	0.086
ar. m - s	1.071	0.964	0.968	1.014	1.037	1.035	1.064	1.015	1.014	1.037
log. m	1.143	0.983	0.997	1.042	1.067	1.073	1.138	1.063	1.042	1.120
log m-k*s	1.029	0.952	0.950	0.996	1.018	1.010	1.020	0.985	0.996	0.989
Werte < 1.00	0	40	31	2	0	2	0	7	2	0
% Werte < 1.00	.0	81.6	63.3	4.1	.0	4.1	.0	14.3	4.1	.0
Werte < 0.95	0	2	2	0	0	0	0	1	0	0
Werte < 0.90	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49

Tabelle 7.52

M <sub>z</sub>	Daten (Of45200) Ofner		Profile IPE 200, IPE 500, IPB 300, RP 200/100/10				Lastfall B nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.138	1.061	1.040	1.132	1.129	1.153	1.138	1.115	1.132	1.202
arithm. s	0.094	0.068	0.053	0.084	0.092	0.079	0.094	0.069	0.084	0.151
ar. m - s	1.044	0.993	0.986	1.048	1.038	1.074	1.044	1.046	1.048	1.052
log. m	1.134	1.059	1.038	1.129	1.126	1.151	1.134	1.113	1.129	1.193
log m-k*s	0.991	0.953	0.955	0.999	0.989	1.028	0.991	1.005	0.999	0.979
Werte < 1.00	12	48	57	2	5	1	12	8	2	2
% Werte < 1.00	6.2	24.9	29.5	1.0	2.6	.5	6.2	4.1	1.0	1.0
Werte < 0.95	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193

Tabelle 7.53

M <sub>z</sub>	Daten (Of41300) Ofner		Profile IPE 200				Lastfall D nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.068	1.225	1.188	1.167	1.155	1.216	1.079	1.148	1.167	1.540
arithm. s	0.089	0.100	0.069	0.068	0.064	0.163	0.083	0.063	0.068	0.313
ar. m - s	0.979	1.124	1.119	1.100	1.091	1.053	0.996	1.085	1.100	1.227
log. m	1.065	1.221	1.186	1.165	1.153	1.203	1.076	1.146	1.165	1.509
log m-k*s	0.933	1.064	1.077	1.058	1.052	0.932	0.952	1.046	1.058	1.072
Werte < 1.00	9	0	0	0	0	3	4	0	0	0
% Werte < 1.00	25.7	.0	.0	.0	.0	8.6	11.4	.0	.0	.0
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
Anzahl n	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35

Tabelle 7.54

M <sub>z</sub>	Daten (Of42300) Ofner		Profile IPE 500				Lastfall D nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.113	1.290	1.250	1.233	1.217	1.291	1.130	1.213	1.233	1.649
arithm. s	0.066	0.125	0.084	0.092	0.070	0.162	0.063	0.087	0.092	0.374
ar. m - s	1.047	1.165	1.166	1.142	1.147	1.129	1.067	1.126	1.142	1.275
log. m	1.111	1.284	1.248	1.230	1.215	1.280	1.128	1.210	1.230	1.606
log m-k*s	1.011	1.088	1.114	1.085	1.105	1.017	1.031	1.072	1.085	1.089
Werte < 1.00	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
% Werte < 1.00	.0	.0	.0	.0	.0	5.7	.0	.0	.0	.0
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Anzahl n	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35



Tabelle 7.55

M <sub>z</sub>	Daten (Of43300) Ofner		Profile IPB 300				Lastfall D nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.054	1.199	1.174	1.148	1.144	1.220	1.071	1.128	1.148	1.522
arithm. s	0.085	0.096	0.061	0.064	0.058	0.089	0.079	0.061	0.064	0.311
ar. m - s	0.969	1.103	1.113	1.084	1.087	1.131	0.991	1.067	1.084	1.211
log. m	1.051	1.195	1.172	1.146	1.143	1.216	1.068	1.126	1.146	1.492
log m-k*s	0.924	1.047	1.075	1.044	1.052	1.077	0.948	1.030	1.044	1.064
Werte < 1.00	15	0	0	0	0	0	8	0	0	0
% Werte < 1.00	38.5	.0	.0	.0	.0	.0	20.5	.0	.0	.0
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39

Tabelle 7.56

M <sub>z</sub>	Daten (Of44300) Ofner		Profile RP 200/100/10				Lastfall D nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.007	1.128	1.143	1.093	1.173	1.176	1.147	1.119	1.202	1.394
arithm. s	0.016	0.069	0.070	0.062	0.036	0.082	0.066	0.069	0.090	0.199
ar. m - s	0.991	1.059	1.173	1.031	1.038	1.094	1.081	1.051	1.112	1.194
log. m	1.007	1.126	1.261	1.092	1.135	1.173	1.145	1.117	1.199	1.380
log m-k*s	0.981	1.018	1.032	0.994	1.015	1.045	1.041	1.010	1.059	1.084
Werte < 1.00	5	0	0	2	1	0	0	2	0	0
% Werte < 1.00	20.0	.0	.0	8.0	4.0	.0	.0	8.0	.0	.0
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25

Tabelle 7.57

M <sub>z</sub>	Daten (Of45300) Ofner		Profile IPE 200, IPE 500, IPB 300, RP 200/100/10				Lastfall D nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.064	1.216	1.192	1.165	1.155	1.219	1.093	1.154	1.178	1.536
arithm. s	0.081	0.114	0.080	0.086	0.074	0.158	0.074	0.079	0.082	0.321
ar. m - s	0.984	1.102	1.112	1.079	1.081	1.061	1.019	1.075	1.096	1.215
log. m	1.061	1.211	1.189	1.162	1.153	1.207	1.090	1.151	1.175	1.503
log m-k*s	0.941	1.037	1.064	1.028	1.038	0.948	0.978	1.029	1.048	1.065
Werte < 1.00	29	0	0	2	0	9	12	0	0	0
% Werte < 1.00	21.6	.0	.0	1.5	.0	6.7	9.0	.0	.0	.0
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0
Anzahl n	134	134	134	134	134	134	134	134	134	134

Tabelle 7.58

M <sub>z</sub>	Daten (Of41400) Ofner			Profile IPE 200			Lastfall E nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.162	1.126	1.059	1.145	1.136	1.191	1.162	1.115	1.175	1.071
arithm. s	0.079	0.062	0.058	0.077	0.102	0.088	0.079	0.068	0.080	0.089
ar. m - s	1.083	1.064	1.002	1.068	1.034	1.103	1.083	1.047	1.095	0.982
log. m	1.160	1.125	1.058	1.143	1.132	1.187	1.160	1.113	1.172	1.067
log m-k*s	1.036	1.025	0.967	1.021	0.980	1.051	1.036	1.005	1.047	0.936
Werte < 1.00	1	2	8	2	2	0	1	3	0	10
% Werte < 1.00	1.8	3.6	14.3	3.6	3.6	.0	1.8	5.4	.0	17.9
Werte < 0.95	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56

Tabelle 7.59

M <sub>z</sub>	Daten (Of42400) Ofner			Profile IPE 500			Lastfall E nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.201	1.167	1.098	1.186	1.164	1.228	1.201	1.155	1.216	1.138
arithm. s	0.072	0.069	0.055	0.078	0.094	0.080	0.072	0.070	0.079	0.126
ar. m - s	1.129	1.098	1.043	1.108	1.070	1.148	1.129	1.085	1.137	1.012
log. m	1.199	1.165	1.097	1.183	1.161	1.226	1.199	1.153	1.214	1.131
log m-k*s	1.015	1.054	1.007	1.059	1.020	1.100	1.085	1.040	1.088	0.947
Werte < 1.00	0	1	3	2	0	0	0	2	0	7
% Werte < 1.00	.0	1.9	5.6	3.7	.0	.0	.0	3.7	.0	13.0
Werte < 0.95	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Anzahl n	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54

Tabelle 7.60

M <sub>z</sub>	Daten (Of43400) Ofner			Profile IPB 300			Lastfall E nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.142	1.107	1.043	1.126	1.104	1.165	1.142	1.097	1.155	1.084
arithm. s	0.073	0.058	0.041	0.065	0.090	0.072	0.073	0.057	0.070	0.097
ar. m - s	1.070	1.050	1.002	1.061	1.014	1.092	1.070	1.040	1.086	0.987
log. m	1.140	1.106	1.042	1.125	1.101	1.162	1.140	1.095	1.153	1.080
log m-k*s	1.024	1.015	0.977	1.021	0.965	1.049	1.024	1.004	1.043	0.936
Werte < 1.00	2	1	9	2	5	0	2	3	0	12
% Werte < 1.00	3.6	1.8	16.4	3.6	9.1	.0	3.6	5.5	.0	21.8
Werte < 0.95	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55

Tabelle 7.61

M <sub>z</sub>	Daten (Of44400) Ofner			Profile RP 200/100/10			Lastfall E nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.139	1.017	1.002	1.039	1.061	1.093	1.069	1.054	1.067	1.009
arithm. s	0.066	0.028	0.040	0.020	0.029	0.029	0.057	0.047	0.022	0.036
ar. m - s	1.072	0.989	0.962	1.020	1.032	1.064	1.011	1.007	1.044	0.972
log. m	1.137	1.016	1.001	1.039	1.060	1.093	1.067	1.053	1.066	1.008
log m-k*s	1.033	0.972	0.939	1.006	1.014	1.045	0.977	0.978	1.030	0.951
Werte < 1.00	0	21	35	2	2	0	8	9	0	27
% Werte < 1.00	.0	39.6	66.0	3.8	3.8	.0	15.1	17.0	.0	50.9
Werte < 0.95	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53

Tabelle 7.62

M <sub>z</sub>	Daten (Of45400) Ofner			Profile IPE 200, IPE 500, IPB 300, RP 200/100/10			Lastfall E nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.158	1.105	1.051	1.125	1.119	1.173	1.151	1.106	1.154	1.076
arithm. s	0.077	0.078	0.060	0.083	0.091	0.084	0.080	0.071	0.086	0.103
ar. m - s	1.081	1.027	0.991	1.041	1.029	1.089	1.071	1.035	1.068	0.973
log. m	1.155	1.102	1.049	1.122	1.116	1.170	1.148	1.103	1.151	1.071
log m-k*s	1.035	0.981	0.956	0.993	0.981	1.041	1.023	0.993	1.018	0.922
Werte < 1.00	3	25	55	8	7	0	7	17	0	56
% Werte < 1.00	1.4	11.5	25.2	3.7	3.2	.0	3.2	7.8	.0	25.7
Werte < 0.95	0	0	6	0	0	0	0	1	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218

Tabelle 7.63

M <sub>z</sub>	Daten (Of41500) Ofner			Profile IPE 200			Lastfall F nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.120	1.120	1.035	1.115	1.099	1.154	1.121	1.084	1.142	1.015
arithm. s	0.076	0.053	0.055	0.069	0.094	0.074	0.076	0.059	0.071	0.076
ar. m - s	1.044	1.067	0.981	1.046	1.005	1.080	1.045	1.025	1.071	0.939
log. m	1.117	1.119	1.034	1.112	1.095	1.151	1.118	1.083	1.140	1.012
log m-k*s	0.998	1.035	0.950	1.005	0.955	1.037	1.000	0.990	1.029	0.898
Werte < 1.00	5	0	13	2	3	0	4	4	0	35
% Werte < 1.00	9.4	.0	24.5	3.8	5.7	.0	7.5	7.5	.0	66.0
Werte < 0.95	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53

Tabelle 7.64

M <sub>z</sub>	Daten (Of42500) Ofner		Profile IPE 500				Lastfall F nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.154	1.155	1.068	1.148	1.122	1.182	1.154	1.118	1.177	1.074
arithm. s	0.064	0.054	0.047	0.066	0.085	0.069	0.064	0.058	0.066	0.109
ar. m - s	1.090	1.101	1.022	1.082	1.037	1.114	1.090	1.060	1.110	0.965
log. m	1.152	1.154	1.067	1.146	1.119	1.180	1.152	1.116	1.175	1.069
log m-k*s	1.051	1.067	0.993	1.041	0.991	1.072	1.051	1.023	1.070	0.907
Werte < 1.00	0	0	4	2	1	0	0	3	0	21
% Werte < 1.00	.0	.0	7.1	3.6	1.8	.0	.0	5.4	.0	37.5
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56

Tabelle 7.65

M <sub>z</sub>	Daten (Of43500) Ofner		Profile IPB 300				Lastfall F nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.092	1.096	1.012	1.089	1.061	1.118	1.092	1.061	1.116	1.020
arithm. s	0.069	0.053	0.040	0.059	0.078	0.060	0.069	0.051	0.063	0.075
ar. m - s	1.024	1.043	0.972	1.031	0.983	1.058	1.024	1.011	1.053	0.945
log. m	1.090	1.095	1.011	1.088	1.058	1.116	1.090	1.060	1.114	1.018
log m-k*s	0.981	1.011	0.949	0.995	0.940	1.022	0.981	0.979	1.016	0.905
Werte < 1.00	7	2	20	4	14	1	7	7	1	29
% Werte < 1.00	13.2	3.8	37.7	7.5	26.4	1.9	13.2	13.2	1.9	54.7
Werte < 0.95	1	0	0	0	0	0	1	0	0	8
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53

Tabelle 7.66

M <sub>z</sub>	Daten (Of44500) Ofner		Profile RP 200/100/10				Lastfall F nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.100	1.018	0.985	1.018	1.036	1.067	1.021	1.033	1.043	0.961
arithm. s	0.058	0.023	0.028	0.013	0.022	0.020	0.059	0.032	0.018	0.026
ar. m - s	1.042	0.995	0.957	1.005	1.015	1.047	0.962	1.000	1.026	0.935
log. m	1.098	1.018	0.984	1.018	1.036	1.067	1.019	1.032	1.043	0.961
log m-k*s	1.006	0.981	0.940	0.996	1.001	1.035	0.927	0.980	1.014	0.919
Werte < 1.00	4	18	38	7	3	0	24	15	2	47
% Werte < 1.00	7.4	33.3	70.4	13.0	5.6	.0	44.4	27.8	3.7	87.0
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	6	0	0	23
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54

Tabelle 7.67

M <sub>z</sub>	Daten (Of45500) Ofner		Profile IPE 200, IPE 500, IPB 300, RP 200/100/10				Lastfall F nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.114	1.098	1.025	1.093	1.082	1.134	1.105	1.074	1.120	1.018
arithm. s	0.071	0.069	0.053	0.074	0.080	0.071	0.076	0.060	0.076	0.087
ar. m - s	1.043	1.028	0.972	1.019	1.002	1.063	1.030	1.015	1.044	0.931
log. m	1.112	1.095	1.024	1.090	1.080	1.132	1.103	1.073	1.117	1.015
log m-k*s	1.001	0.987	0.942	0.977	0.960	1.022	0.985	0.979	1.000	0.887
Werte < 1.00	16	20	75	15	19	1	23	29	3	132
% Werte < 1.00	7.4	9.3	34.7	6.9	8.8	.5	10.6	13.4	1.4	61.1
Werte < 0.95	1	0	1	0	0	0	1	0	0	39
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216

Tabelle 7.68

M <sub>z</sub>	Daten (Of41600) Ofner		Profile IPE 200				Lastfall G nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.275	1.207	1.162	1.256	1.182	1.246	1.275	1.224	1.289	1.186
arithm. s	0.106	0.099	0.077	0.105	0.107	0.104	0.106	0.097	0.109	0.140
ar. m - s	1.169	1.108	1.084	1.151	1.075	1.142	1.170	1.126	1.180	1.047
log. m	1.270	1.203	1.159	1.252	1.177	1.242	1.271	1.220	1.284	1.179
log m-k*s	1.104	1.046	1.035	1.085	1.018	1.080	1.104	1.065	1.113	0.976
Werte < 1.00	0	1	2	1	0	0	0	1	0	0
% Werte < 1.00	.0	1.8	3.6	1.8	.0	.0	.0	1.8	.0	.0
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55

Tabelle 7.69

M <sub>z</sub>	Daten (Of42600) Ofner		Profile IPE 500				Lastfall G nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.315	1.245	1.201	1.296	1.215	1.287	1.315	1.263	1.330	1.253
arithm. s	0.111	0.118	0.092	0.119	0.099	0.102	0.111	0.112	0.121	0.184
ar. m - s	1.204	1.127	1.109	1.177	1.116	1.185	1.204	1.151	1.209	1.069
log. m	1.311	1.240	1.197	1.290	1.212	1.283	1.311	1.258	1.324	1.240
log m-k*s	1.136	1.055	1.050	1.101	1.062	1.123	1.136	1.080	1.133	0.977
Werte < 1.00	0	1	3	1	0	0	0	1	0	0
% Werte < 1.00	.0	1.8	5.4	1.8	.0	.0	.0	1.8	.0	.0
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56

Tabelle 7.70

M <sub>z</sub>	Daten (Of43600) Ofner			Profile IPB 300			Lastfall G nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.252	1.185	1.141	1.234	1.157	1.223	1.252	1.202	1.266	1.191
arithm. s	0.101	0.097	0.070	0.100	0.094	0.091	0.101	0.093	0.104	0.142
ar. m - s	1.150	1.088	1.072	1.134	1.063	1.132	1.150	1.109	1.162	1.049
log. m	1.248	1.181	1.139	1.230	1.154	1.219	1.248	1.198	1.262	1.183
log m-k*s	1.089	1.030	1.028	1.073	1.010	1.076	1.089	1.053	1.099	0.977
Werte < 1.00	0	1	3	0	1	0	0	1	0	0
% Werte < 1.00	.0	1.8	5.4	.0	1.8	.0	.0	1.8	.0	.0
Werte < 0.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56

Tabelle 7.71

M <sub>z</sub>	Daten (Of44600) Ofner			Profile RP 200/100/10			Lastfall G nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.232	1.076	1.088	1.127	1.082	1.118	1.152	1.148	1.156	1.093
arithm. s	0.105	0.070	0.084	0.063	0.027	0.044	0.062	0.094	0.065	0.071
ar. m - s	1.127	1.006	1.004	1.064	1.055	1.074	1.090	1.053	1.090	1.022
log. m	1.228	1.074	1.085	1.125	1.082	1.117	1.150	1.144	1.154	1.091
log m-k*s	1.068	0.964	0.956	1.026	1.037	1.047	1.053	0.997	1.051	0.980
Werte < 1.00	0	12	11	2	0	0	0	1	0	1
% Werte < 1.00	.0	23.5	21.6	3.9	.0	.0	.0	2.0	.0	2.0
Werte < 0.95	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51

Tabelle 7.72

M <sub>z</sub>	Daten (Of45600) Ofner			Profile IPE 200, IPE 500, IPB 300, RP 200/100/10			Lastfall G nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.266	1.181	1.149	1.230	1.163	1.224	1.258	1.210	1.262	1.183
arithm. s	0.111	0.115	0.090	0.117	0.099	0.105	0.111	0.107	0.120	0.151
ar. m - s	1.155	1.065	1.059	1.114	1.065	1.119	1.147	1.103	1.142	1.032
log. m	1.261	1.175	1.146	1.225	1.159	1.220	1.253	1.206	1.257	1.174
log m-k*s	1.089	0.999	1.005	1.046	1.013	1.058	1.082	1.030	1.073	0.959
Werte < 1.00	0	15	19	4	1	0	0	4	0	1
% Werte < 1.00	.0	6.9	8.7	1.8	.5	.0	.0	1.8	.0	.5
Werte < 0.95	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218

Tabelle 7.73

M <sub>z</sub>	Daten (Of41900) Ofner			Profile IPE 200			Lastfall A bis G nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.149	1.135	1.085	1.160	1.135	1.179	1.151	1.131	1.177	1.143
arithm. s	0.112	0.090	0.085	0.093	0.109	0.107	0.111	0.085	0.098	0.223
ar. m - s	1.037	1.045	1.000	1.067	1.026	1.072	1.040	1.045	1.078	0.919
log. m	1.144	1.131	1.082	1.156	1.130	1.174	1.146	1.127	1.173	1.124
log m-k*s	0.976	0.995	0.954	1.015	0.969	1.007	0.980	0.997	1.024	0.846
Werte < 1.00	29	8	41	6	19	5	23	10	1	80
% Werte < 1.00	9.8	2.7	13.8	2.0	6.4	1.7	7.7	3.4	3	26.9
Werte < 0.95	2	0	5	0	0	3	2	0	0	36
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	3	0	0	0	2
Anzahl n	297	297	297	297	297	297	297	297	297	297

Tabelle 7.74

M <sub>z</sub>	Daten (Of42900) Ofner			Profile IPE 500			Lastfall A bis G nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.189	1.178	1.126	1.203	1.166	1.219	1.191	1.173	1.220	1.210
arithm. s	0.105	0.101	0.089	0.097	0.104	0.107	0.103	0.092	0.101	0.260
ar. m - s	1.084	1.077	1.037	1.105	1.062	1.112	1.088	1.081	1.119	0.951
log. m	1.185	1.173	1.123	1.199	1.161	1.215	1.187	1.169	1.216	1.187
log m-k*s	1.028	1.022	0.989	1.050	1.005	1.049	1.032	1.029	1.062	0.867
Werte < 1.00	0	2	11	5	9	4	0	6	0	53
% Werte < 1.00	0	7	3.7	1.7	3.0	1.3	0	2.0	0	17.7
Werte < 0.95	0	0	1	0	0	2	0	0	0	17
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
Anzahl n	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300

Tabelle 7.75

M <sub>z</sub>	Daten (Of43900) Ofner			Profile IPB 300			Lastfall A bis G nach Tab. 4.2			
Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3	S/N 6.7.4
arithm. m	1.126	1.113	1.067	1.138	1.107	1.154	1.129	1.110	1.153	1.148
arithm. s	0.107	0.088	0.079	0.086	0.100	0.090	0.105	0.080	0.092	0.223
ar. m - s	1.019	1.026	0.988	1.052	1.006	1.064	1.023	1.030	1.062	0.925
log. m	1.121	1.110	1.064	1.135	1.102	1.150	1.124	1.107	1.150	1.130
log m-k*s	0.961	0.978	0.945	1.004	0.951	1.013	0.965	0.986	1.011	0.852
Werte < 1.00	43	15	63	9	45	7	36	17	4	79
% Werte < 1.00	14.0	4.9	20.5	2.9	14.6	2.3	11.7	5.5	1.3	25.6
Werte < 0.95	6	0	2	0	11	0	6	0	0	36
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl n	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308

**Tabelle 7.76**

M <sub>z</sub>	Daten (Of44900) Ofner		Profile RP 200/100/10				Lastfall A bis G nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.127	1.025	1.027	1.055	1.054	1.084	1.079	1.073	1.079	1.053
arithm. s	0.095	0.060	0.070	0.053	0.048	0.055	0.091	0.069	0.072	0.149
ar. m - s	1.032	0.965	0.956	1.001	1.006	1.029	0.988	1.004	1.008	0.904
log. m	1.123	1.024	1.024	1.054	1.053	1.083	1.075	1.071	1.077	1.044
log m-k*s	0.981	0.932	0.920	0.972	0.978	0.998	0.935	0.966	0.970	0.847
Werte < 1.00	18	136	141	22	35	6	62	33	11	129
% Werte < 1.00	6.3	47.6	49.3	7.7	12.2	2.1	21.7	11.5	3.8	45.1
Werte < 0.95	0	3	4	0	0	0	28	1	0	67
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Anzahl n	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286

**Tabelle 7.77**

M <sub>z</sub>	Daten (Of45900) Ofner		Profile IPE 200, IPE 500, IPB 300, RP 200/100/10				Lastfall A bis G nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.148	1.114	1.077	1.140	1.134	1.160	1.138	1.122	1.158	1.140
arithm. s	0.108	0.102	0.088	0.100	0.103	0.104	0.110	0.089	0.105	0.225
ar. m - s	1.040	1.011	0.988	1.040	1.031	1.056	1.028	1.033	1.054	0.915
log. m	1.143	1.109	1.073	1.135	1.130	1.155	1.133	1.118	1.154	1.121
log m-k*s	0.981	0.957	0.941	0.986	0.977	0.997	0.967	0.983	0.997	0.843
Werte < 1.00	90	161	256	42	54	22	121	66	16	341
% Werte < 1.00	7.6	13.7	11.2	3.6	10.3	1.8	10.2	6.4	1.4	28.6
Werte < 0.95	8	3	12	0	0	5	36	1	0	156
Werte < 0.90	0	5	0	0	0	5	0	0	0	8
Anzahl n	1191	1191	1191	1191	1191	1191	1191	1191	1191	1191

### 7.8 Traglastrechnungen für Doppelbiegung

Es wurden von Ofner wurden auch umfangreiche Traglastrechnungen für den Fall der doppelten Biegung

$$N + M_y + M_z$$

vorgenommen. Da dieser Fall bei offenen Profilen (wie I-Profilen) immer zum Biegedrillknicken führt, kommen für dieses Betrachtungen nur Untersuchungen an Hohlprofilen in Frage. Dafür wurde von Ofner das RH 200x100x10 mm gewählt. Auswertungen dieser Traglastrechnungen in bezug auf die Vorschläge 6.1 bis 6.7.4, die wegen des Umfangs hier nicht im Detail angegeben werden, bestätigen die Ergebnisse der Abschnitte 7.3 bis 7.7.



## **8. Auswertung der Versuchsergebnisse**

Wie bereits erwähnt, stehen für das Biegeknicken nur wenige verwertbare Versuchsergebnisse zur Verfügung. Aus der Gesamtmenge der durchgeführten Versuche sind diejenigen herausgesucht worden, bei denen rechnerisch kein Biegedrillknicken auftrat. Daraus ergab sich, daß jeweils nur wenige Versuche aus den jeweiligen Versuchsserien übrig blieben.

### *Versuche von ARBED für Biegeknicken um die y-Achse*

Eingabedaten und Einzelergebnisse sind der Anlage 5 zu entnehmen. Auf die nochmalige Wiedergabe der statistischen Auswertung wird verzichtet. Da nur 2 Versuche vorhanden sind, bei denen kein Biegedrillknicken auftrat und auch die Querschnittsinteraktion nicht maßgebend war, ist dies wenig aussagekräftig.

### *Versuche von LINDNER-KURTH für Biegeknicken um die y-Achse*

Eingabedaten und Einzelergebnisse sind der Anlage 6 zu entnehmen.

Auf die nochmalige Wiedergabe der statistischen Auswertung wird verzichtet. Da nur 8 Versuche vorhanden sind, bei denen kein Biegedrillknicken auftrat und auch die Querschnittsinteraktion nicht maßgebend war, ist dies wenig aussagekräftig.

### *Versuche von CAMPUS-MASSONET für Biegeknicken um die y-Achse*

Eingabedaten und Einzelergebnisse sind der Anlage 7 zu entnehmen. Auf die nochmalige Wiedergabe der statistischen Auswertung wird verzichtet. Es sind nur noch 7 Versuche vorhanden, bei denen kein Biegedrillknicken auftrat und auch die Querschnittsinteraktion nicht maßgebend war. Von diesen 7 Versuchen haben zudem 4 Versuche bezogene Schlankheitsgrade von 0,105 bzw 0,157, liegen also in einem Bereich, in dem in unseren Regelungen auf einen Stabilitätsnachweis sowieso verzichtet wird. Damit sind diese Ergebnisse wenig aussagekräftig.

### *Alle Versuche von CAMPUS-MASSONET, ARBED, LINDNER-KURTH für Biegeknicken um die y-Achse*

Eingabedaten und Einzelergebnisse sind der Anlage 8 zu entnehmen. Ohne die 4 Versuche von Campus-Massonet mit den sehr geringen Schlankheiten stehen insgesamt 13 Versuche zur Auswertung zur Verfügung.

Die statistische Auswertung ist der Tab. 8.1 zu entnehmen. Daraus ist zu entnehmen dass der Wert  $m-s$  beim Vorschlag 6.1 und 6.3  $> 1,0$  ist, bei den anderen Vorschlägen, die bei den Traglastberechnungen sich als günstig herausgestellt haben - Vorschläge 6.4, 6.6, 6.7.3 - liegt

dieser Wert geringfügig unter 1,0. Wegen der o.g. Einschränkungen sollte dies jedoch nicht zu stark gewertet werden.

Tabelle 8.1

M <sub>z</sub>	Daten (Of45900) Ofner		Profile IPE 200, IPE 500, IPB 300, RP 200/100/10				Lastfall A bis G nach Tab. 4.2			
	Vorschlag	18800 6.1	Greiner 6.2	Lindner 6.3	G/L 6.4	F/B 6.5	R/L 6.6	18800v 6.7.1	L/G-1 6.7.2	L/G-2 6.7.3
arithm. m	1.088	0.971	1.032	1.022	1.043	1.016	1.074	1.006	1.022	0.973
arithm. s	0.040	0.038	0.029	0.032	0.051	0.030	0.043	0.032	0.032	0.064
ar. m - s	1.048	0.933	1.003	0.990	0.992	0.986	1.031	0.974	0.990	0.909
log. m	1.088	0.970	1.031	1.022	1.042	1.016	1.073	1.005	1.022	0.971
log m-k*s	1.024	0.910	0.985	0.970	0.964	0.968	1.005	0.954	0.970	0.870
Werte < 1.00	0	11	2	3	2	6	0	6	3	7
% Werte < 1.00	.0	84.6	15.4	23.1	15.4	46.2	.0	46.2	23.1	53.8
Werte < 0.95	0	4	0	0	0	0	0	0	0	5
Werte < 0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Anzahl n	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13

*Versuche von ARBED für Biegeknicken um die z-Achse*

Eingabedaten und Einzelergebnisse sind der Anlage 9 zu entnehmen. Auf die nochmalige Wiedergabe der statistischen Auswertung wird verzichtet. Es erreichen alle Vorschläge bei m-s Werte > 1,0. Da jedoch nur 4 Versuche vorhanden sind, bei denen kein Biegedrillknicken auftrat und auch die Querschnittsinteraktion nicht maßgebend war, ist dies wenig aussagekräftig.

## 9. Zusammenfassung mit Wertung für die praktische Anwendung

Die generelle Beurteilung der untersuchten Bemessungs-Konzepte stützt sich überwiegend auf die Auswertung von ca. 2500 Traglastrechnungen. Diese decken den gesamten interessierenden Parameterbereich bezüglich Profilen, Längen (Schlankheiten) und Lastfällen ab und sind daher hier als wesentlich zuverlässiger anzusetzen, als die relativ wenigen verfügbaren Versuchsergebnisse.

Allgemein kann festgestellt werden, daß gute Übereinstimmung zwischen Vorschlag 6.4, dem daraus abgeleiteten Vorschlag 6.7.3 sowie Vorschlag 6.6 und den statistischen Auswertungen gegeben ist, wenn das Kriterium  $m - s > 1$  benutzt wird. Zusätzlich sollen nicht mehr als 5 % aller Ergebnisse unterhalb von 1,0 liegen, was erfüllt ist. Das Kriterium  $m - s$  statt des üblicherweise benutzten Kriteriums  $m - 1,645 \cdot s$  ist als ausreichend zu betrachten, da die Streckgrenze  $f_y$  in den Berechnungen als unterer garantierter Mindestwert nach Norm eingesetzt worden ist, so daß in bezug auf diesen wichtigen Parameter keine weitere Unsicherheit existiert, die statistisch abzusichern ist.

Die weiteren international diskutierten Vorschläge F/B (Vorschlag 6.5) und S/N (Vorschlag 6.7.4) weisen ein deutlich niedrigeres Sicherheitsniveau auf, sind von der praktischen Handhabung aufwendiger und sollten daher nicht näher in Betracht gezogen werden.

Der z. Z. vorhandene Vorschlag 6.1 in Eurocode 3 [1] und DIN 18 800-2 [2] für die Interaktionsgleichungen ist weder für Biegeknicken um die y-Achse ( $N + M_y$ ), noch für Biegeknicken um die z-Achse ( $N + M_z$ ) unsicher, er weist jeweils einen relativ großen Mittelwert auf und liegt in einigen Fällen stärker auf der sicheren Seite. Da dort aber die Interaktionsfaktoren  $k_y$  und  $k_z$  nicht von gleicher Güte wie beim Vorschlag 6.4 sind, sollte er langfristig durch den Vorschlag 6.4 ersetzt werden.

Dem Projectteam von CEN/TC250/SC3 zur Überführung der ENV in eine EN liegt der Vorschlag 6.4 mit der Änderung 6.7.3 vor, eine Einarbeitung in den draft zur EN steht in Aussicht.



Univ.-Prof. Dr.-Ing. J. Lindner



Dipl.-Ing. A. Rusch

**10. Literatur**

- [1] DIN V ENV 1993-1-1:1992 - Eurocode 3, Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten.
- [2] DIN 18 800-2: Stahlbauten, Stabilitätsfälle, Knicken von Stäben und Stabwerken (10.90).
- [3] French Remarks to eurocode 3 - Part 1.1, 25.4.95, Paper N499 CEN/TC250/SC3.
- [4] Brozetti, J.: Identification of main problems with the actual version of ENV 1993-1-1, 3.11.95, CEN/TC250/SC3.
- [5] Guggenberger, W. und Ofner, R.: Interactive effects of uniaxial bending about the major axis on the flexural buckling of steel beams about the minor axis. In : Proceedings of the CIMS '96, Lüttich/Liege, 1996.
- [6] Lindner, J. und Gietzelt, R.: Zweiachsige Biegung und Längskraft - ein ergänzter Bemessungsvorschlag. Stahlbau 54(1985), S. 265-271.
- [7] Roik, K. und Kuhlmann, U.: Beitrag zur Bemessung von Stäben für zweiachsige Biegung mit Druckkraft. Stahlbau 54(1985), S. 271-280.
- [8] Roik, K. u.a.: Forschungsvorhaben IV 1-5-407/84 des Instituts für Bautechnik: Entwicklung eines vereinfachten Bemessungsverfahrens knickgefährdeter Stäbe.
- [9] Lindner, J. und Gietzelt, R.: Discussion of interaction equations for members in compression and bending. 3. Intern. Colloquium on stability, Paris 1983.
- [10] Massonet, Ch. und Anslin, R.: New tests on steel I beam-columns in mild steel, subjected to thrust and biaxial bending. In: Festschrift O.Jungbluth 60 Jahre, TH Darmstadt 1978.
- [11] Matthey, P.A.: Preliminary report on the biaxial beam-column tests. Ecole Polyt. Federal de Lausanne, 1982.
- [12] Lindner, J.: LIDUR - EDV-Programm zur Berechnung der Traglast gerader Stäbe, TU Berlin 1984/1993.
- [13] Lindner, J.: Design of steel beams and beam columns, Engineering Structures, Vol 19, No. 5, pp.378-384, 1997.
- [14] Chantrain, Ph. und Schleich J.B.: Interaction diagrams between axial load N and bending moment M for columns submitted to buckling: improvement of methods proposed in standards and codes, Final report EUR 14546 EN, Luxemburg 1993.
- [15] Greiner: Review of rules for members in bending and compression. ECCS validation group, May 1998.

## Univ.-Prof. Dr.-Ing. J. Lindner

Blatt 72  
zum Forschungsvorhaben VR 2135  
vom 10. 06. 1999

- [16] Greiner R.; Ofner, R.; Salzgeber, G.: Review of rules for members in bending and compression. ECCS validation group, 2. report, July 1998.
- [17] Greiner R.; Ofner, R.; Salzgeber, G.: Review of rules for members in bending and compression. ECCS validation group, 3. report, October 1998.
- [18] Lindner, J.; Gietzelt, R.: Design equations for biaxially loaded steel beam - Columns, Bericht VR 2041/4 E. Institut für Baukonstruktionen und Festigkeit der TU Berlin, 1984.
- [19] Lindner, J.: Vergleich verschiedener Nachweise für Druck und einachsige Biegung. Bericht 2059A Institut für Baukonstruktionen und Festigkeit der TU Berlin, 1984.
- [20] Lindner, J.; Gregull, T.: Biaxially loaded beam columns, comparisons of design equations and ultimate load calculations by Matthey. Bericht VR 2075 Institut für Baukonstruktionen und Festigkeit der TU Berlin, 1986.
- [21] Ofner, R.: Traglasten von Stäben aus Stahl bei Druck und Biegung. Institut für Stahlbau, Holzbau und Flächentragwerke, TU Graz, Heft 9, 1997.
- [22] Lindner, J, Rusch, A., Heyde. S.: Evaluation of different design concepts for flexural buckling with regard to test results and ultimate load calculations. Report 2131E, TU Berlin, Fachgebiet Stahlbau, Nov. 1998.
- [23] Greiner, R., Lindner, J.: Review of rules for members in bending and compression - flexural buckling of beam-columns, 4. report, TU Graz/TU Berlin, Febr. 1999.
- [24] Lindner, J., Rusch, A.: New European Design Concepts for Beam Columns subjected to Compression and Bending. Proceedings of Intern. conference, Kunming, 1999.
- [25] Lindner, J.; Scheer, J.; Schmidt, J. (Herausg.): Stahlbauten, Erläuterungen zu DIN 18800 Teil 1 bis Teil 4, 3. Auflage, Ernst & Sohn/Beuth, Berlin, 1998.
- [26] ENV 1999-1-1: Eurocode 9: Design of aluminium structures.
- [27] Sedlacek, G.: Proposals for the interaction formulae, "starter draft" for the conversion of ENV to EN, Aachen, Fassung 14.6.1999.

































