

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Lehrstuhl für Massivbau

Verformungsanalyse von ein- und zweiachsig gespannten
Mehrfeldplatten bei verschiedenen Lagerungsbedingungen

Dipl.-Ing. Wolf Jeromin

Vollständiger Abdruck der von der Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt
der Technischen Universität München zur Erlangung des
akademischen Grades eines
Doktor-Ingenieurs (Dr.- Ing.)
genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Josef Zimmermann

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E.h. Konrad Zilch (i.R.)
2. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Oliver Fischer
3. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Manfred Keuser
Universität der Bundeswehr München

Die Dissertation wurde am 16.05.2013 bei der Technischen
Universität München eingereicht und durch die Ingenieur fakultät
Bau Geo Umwelt am 10.02.2014 angenommen.

Inhalt

	Vorwort.....	1
1	Einleitung.....	2
2	Grundlagen der Verformungsgrenzen.....	3
2.1	Historische Entwicklung	3
2.2	Begrenzung der Verformung durch Biegeschlankheiten	5
3	Betrachtete Plattensysteme	8
3.1	Allgemeine Feststellungen zur Ersatzstützweite	8
3.2	Darstellung der betrachteten Systeme	11
3.2.1	Zweiachsig gespannte Systeme.....	14
3.2.1.1	Systeme im 5 x 5 - Raster	14
3.2.1.2	Momentennullpunktabstände im 5 x 5 - Raster mit feldweise unterschiedlichen Deckendicken.....	16
3.2.1.3	Momentennullpunktabstände im 5 x 5 - Raster mit Berücksichtigung der Schubverzerrung	16
3.2.1.4	Systeme im 2 x 5 - Raster	16
3.2.1.5	Systeme im 1 x 5 - Raster	17
3.2.1.6	Systeme im 4 x 4 - , 3 x 3 - und 2 x 2 - Raster	17
3.2.1.7	Zweiachsig gespannte Einfeldplatten.....	17
3.2.2	Einachsig gespannte Systeme	18
3.2.2.1	Momentennullpunktabstände bei einachsig gespannten Durchlaufplatten	18
3.2.2.2	Momentennullpunktabstände bei einachsig gespannten vollingespannten Platten	18
4	Verwendetes Rechenprogramm.....	19
4.1	Anforderungen und Diskretisierung.....	19
4.2	Lagerungsbedingungen	20
4.3	Eingaben für die linear elastische Berechnung	21
5	Momentennullpunktabstände verschiedener Plattenraster	22
5.1	Grundlagen der Berechnung	22
5.2	Gruppen zweiachsig gespannter Systeme	22
5.2.1	5 x 5 - Raster	22

5.2.1.1	Starre Linienlagerung.....	22
5.2.1.2	Elastische Linienlagerung.....	23
5.1.2.3	Punktstützung.....	23
5.2.2	4 x 4 - Raster, S16, sonst wie 5.2.1.1.2 (Gruppe 5), $\nu = 0$	23
5.2.3	3 x 3 - Raster, S9, sonst wie 5.2.1.1.2 (Gruppe 5), $\nu = 0$	23
5.2.4	2 x 2 - Raster, S4, sonst wie 5.2.1.1.2 (Gruppe 5), $\nu = 0$	23
5.2.5	2 x 5 - Raster, $\nu = 0$	23
5.2.6	1 x 5 - Raster, $\nu = 0$	23
5.3	Darstellung der Ergebnisse.....	24
5.3.1	Momentennullpunktabstände 5 x 5 - Raster (Beispiele).....	25
5.3.1.1	Starre Linienlagerung, $\nu = 0$	25
5.3.1.2	Elastische Linienlagerung, $\nu = 0$	26
5.3.1.3	Punktstützung, $\nu = 0$	27
5.3.2	Momentennullp. 4 x 4 - Raster starre Lagerung $\nu = 0$	28
5.3.3	Momentennullp. 3 x 3 - Raster starre Lagerung $\nu = 0$	29
5.3.4	Momentennullp. 2 x 2 - Raster starre Lagerung $\nu = 0$	30
5.3.5	Momentennullp. 2 x 5 - Raster $\nu = 0$	31
5.3.5.1	starre Lagerung.....	31
5.3.5.2	elastische Lagerung.....	31
5.3.5.3	Punktstützung.....	32
5.3.6	Momentennullp. 1 x 5 - Raster $\nu = 0$	33
5.3.6.1	Starre Linienlagerung.....	33
5.3.6.2	Elastische Linienlagerung.....	33
5.3.6.3	Punktstützung.....	33
5.4	Vergleich der Abstände der Momentennullpunkte bei feldweise unterschiedlichen Deckendicken.....	34
5.5	Der Einfluß der Schubverzerrung.....	34
6	Auswertung der erm. Momentennullpunktabstände.....	35
6.1	Allgemeines.....	35
6.2	Abminderungsfaktoren im 5 x 5 - Raster.....	36
6.2.1	Liniengelagerte Platten.....	36
6.2.2	Punktgestützte Platten.....	38
6.3	Abminderungsfaktoren im 4 x 4 -, 3 x 3- und 2 x 2 - Raster.....	39
6.4	Abminderungsfaktoren im 2 x 5 - Raster.....	39
6.5	Abminderungsfaktoren im 1 x 5 - Raster.....	40
6.6	Abminderungsfaktoren bei zweiachsig volleingespannten Einfeldplatten.....	42
6.7	Abminderungsfaktoren bei einachsig gespannten Durchlaufplatten.....	42
6.8	Abminderungsfaktoren bei volleingespannten Einfeldplatten.....	43
6.9	Zusammenfassung.....	44

7	Berechnungsverfahren zur Durchbiegung.....	47
7.1	Allgemeines	48
7.2	Berechnung der Durchbiegungen.....	48
7.2.1	Tragverhalten von Stahlbetonbauteilen.....	48
7.2.2	Materialmodell für Beton.....	49
7.2.2.1	Einachsiges Kurzzeitverhalten	49
7.2.2.1.1	Zugfestigkeit	50
7.2.2.1.2	Einaxiale Druckbeanspruchung	50
7.2.2.1.3	Querdehnungszahl.....	52
7.2.2.2	Einachsiges Langzeitverhalten.....	52
7.2.2.2.1	Kriechen.....	52
7.2.2.2.2	Schwinden.....	56
7.2.2.3	Zweiachsiges Kurzzeitverhalten	57
7.2.2.4	Zweiachsiges Langzeitverhalten	58
7.2.2.4.1	Kriechen.....	59
7.2.2.4.2	Schwinden.....	59
7.2.3	Materialmodell für den Betonstahl.....	59
7.3	Vereinfachtes Berechnungsverfahren	59
7.4	Rechenannahmen und Voraussetzungen.....	65
7.5	Untersuchte Systeme.....	66
8	Nutzhöhen und Schlankheiten für Platten mit starrer	
	Linienlagerung	68
8.1	Randbedingungen	68
8.2	Einachsige gespannte Platten.....	69
8.2.1	Einfeldplatte beidseits gelenkig gelagert	69
8.2.1.1	Modell DIN 1045-1.....	69
8.2.1.2	Modell EC2.....	69
8.2.1.3	Modell Zilch/Donaubauer	70
8.2.1.4	Modell Krüger/Mertzsch.....	70
8.2.1.5	Nutzhöhe d bei statisch erforderlicher Bewehrung	70
8.2.1.6	Nutzhöhe d bei durchgehender (ungestaffelter) Bewehrung.....	71
8.2.1.7	Nutzhöhe d für C25/30.....	71
8.2.1.8	Nutzhöhe d für C30/37.....	72
8.2.1.9	Nutzhöhe d wie 8.2.1.6, $\nu = 0,2$	72
8.2.2	Mehrfeldplatte, einseitig eingespannt	72
8.2.2.1	Modell DIN 1045-1.....	72
8.2.2.2	Modell EC2.....	73
8.2.2.3	Nutzhöhe d bei einseitiger Volleinspannung	73
8.2.2.4	Nutzhöhen d bei einseitiger Einspannung am Durchlauf- system	73
8.2.3	Mehrfeldplatte, zweiseitig eingespannt.....	73
8.2.3.1	Modell DIN 1045-1.....	74
8.2.3.2	Modell EC2.....	74
8.2.3.3	Nutzhöhe d bei zweiseitiger Volleinspannung.....	74

8.2.3.4	Nutzhöhen d bei zweiseitiger Einspannung am Durchlaufsystem.....	74
8.3	Zweiachsig gespannte Platten	74
8.3.1	Einfeldplatte allseits gelenkig gelagert (Platte 1).....	75
8.3.1.1	Modell DIN 1045-1.....	75
8.3.1.2	Modell EC2.....	75
8.3.1.3	Modell Zilch/Donaubauer	75
8.3.1.4	Modell Krüger/Mertzsch	76
8.3.1.5	Nutzhöhe d für Platte 1	76
8.3.1.5.1	Gleichungen für $l_y/l_x = 1,0$	76
8.3.1.5.2	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,9$	76
8.3.1.5.3	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,8$	77
8.3.1.5.4	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,7$	77
8.3.1.5.5	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,6$	77
8.3.1.5.6	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,5$	78
8.3.1.5.7	Nutzhöhe d bei $l_y/l_x = 1,0$ und $v = 0,2$	78
8.3.2	Mehrfeldplatte einseitig eingespannt, drei Seiten gelenkig gelagert (Platte 2).....	78
8.3.2.1	Modell DIN 1045-1.....	78
8.3.2.2	Modell EC2.....	78
8.3.2.3	Nutzhöhe d für Platte 2 bei Volleinspannung einer Seite	79
8.3.2.4	Nutzhöhen d für Platte 2 am Durchlaufsystem	79
8.3.2.4.1	Gleichungen für $l_y/l_x = 1,0$	79
8.3.2.4.2	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,7$	79
8.3.2.4.3	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,5$	80
8.3.2.4.4	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,6$	80
8.3.3	Mehrfeldplatte zweiseitig eingespannt, sonst gelenkig gelagert (Platte 3)	80
8.3.3.1	Modell DIN 1045-1.....	80
8.3.3.2	Modell EC2.....	80
8.3.3.3	Nutzhöhe d Platte 3, Volleinspannung zweier Seiten	80
8.3.3.4	Nutzhöhen d , Platte 3 am Durchlaufsystem	81
8.3.3.4.1	Gleichungen für $l_y/l_x = 1,0$	81
8.3.3.4.2	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,7$	81
8.3.3.4.3	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,5$	81
8.3.3.4.4	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,6$	82
8.3.4	Mehrfeldplatte zweiseitig über Eck eingespannt (Platte 4)	
8.3.4.1	Modell DIN 1045-1.....	82
8.3.4.2	Modell EC2.....	82
8.3.4.3	Nutzhöhe d Platte 4 bei Volleinspannung über Eck.....	82
8.3.4.4	Nutzhöhen d Platte 4 am Durchlaufsystem	82
8.3.4.4.1	Gleichungen für $l_y/l_x = 1,0$	82
8.3.4.4.2	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,7$	83
8.3.4.4.3	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,6$	83
8.3.5	Mehrfeldplatte dreiseitig eingespannt (Platte 5)	83
8.3.5.1	Modell DIN 1045-1.....	83

8.3.5.2	Modell EC2.....	83
8.3.5.3	Nutzhöhe d Platte 5 bei dreiseitiger Volleinspannung	83
8.3.5.4	Nutzhöhen d Platte 5 am Durchlaufsystem	83
8.3.5.4.1	Gleichungen für $l_y/l_x = 1,0$	84
8.3.5.2.2	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,7$	84
8.3.5.2.3	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,5$	84
8.3.5.2.4	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,6$	84
8.3.6	Mehrfeldplatte vierseitig eingespannt (Platte 6)	85
8.3.6.1	Modell DIN 1045-1.....	85
8.3.6.2	Modell EC2.....	85
8.3.6.3	Nutzhöhe d Platte 6 bei allseitiger Volleinspannung	85
8.3.6.4	Nutzhöhen d Platte 6 am Durchlaufsystem.....	85
8.3.6.4.1	Gleichungen für $l_y/l_x = 1,0$	85
8.3.6.4.2	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,7$	85
8.3.6.4.3	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,5$	86
8.4	Darstellung und Bewertung der Ergebnisse	86
8.4.1	Allgemeines und Diagramme.....	86
8.4.2	Einachsig gespannte Systeme	107
8.4.3	Zweiachsig gespannte Systeme.....	107
9	Nutzhöhen und Schlankheiten für Platten mit elastischer Linienlagerung	110
9.1	Randbedingungen	110
9.2	Stützweitenbezug und Schlankheit	110
9.3	Balkenhöhe und Lasteintrag.....	111
9.4	Mittragende Plattenbreite.....	113
9.5	Nutzhöhen einachsig gespannter Platten.....	114
9.5.1	Einfeldplatte beidseits gelenkig gelagert	114
9.5.1.1	Gleichungen für $b/l = 1,0$	114
9.5.1.2	Gleichungen für $b/l = 0,5$	114
9.5.2	Mehrfeldplatte einseitig eingespannt am Durchlaufsystem	114
9.5.2.1	Gleichungen für $b/l = 1,0$	114
9.5.2.2	Gleichungen für $b/l = 0,5$	115
9.5.3	Mehrfeldplatte zweiseitig eingespannt am Durchlaufsystem.....	115
9.5.3.1	Gleichungen für $b/l = 1,0$	115
9.5.3.2	Gleichungen für $b/l = 0,5$	115
9.6	Nutzhöhen zweiachsig gespannter Platten	115
9.6.1	Einfeldplatte allseits gelenkig gelagert (Platte 1).....	115
9.6.1.1	Gleichungen für $l_y/l_x = 1,0$	115
9.6.1.2	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,5$	116
9.6.2	Mehrfeldplatte einseitig eingespannt, sonst gelenkig gelagert (Platte 2), am Durchlaufsystem.....	116
9.6.2.1	Gleichungen für $l_y/l_x = 1,0$	116
9.6.2.2	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,5$	116
9.6.2.3	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,6$	116

9.6.3	Mehrfeldplatte zweiseitig eingespannt, sonst gelenkig gelagert (Platte 3), am Durchlaufsystem	116
9.6.3.1	Gleichungen für $l_y/l_x = 1,0$	116
9.6.3.2	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,5$	117
9.6.3.3	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,6$	117
9.6.4	Mehrfeldplatte über Eck eingespannt, sonst gelenkig gelagert (Platte 4), am Durchlaufsystem	117
9.6.4.1	Gleichungen für $l_y/l_x = 1,0$	117
9.6.4.2	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,5$	117
9.6.5	Mehrfeldplatte dreiseitig eingespannt, sonst gelenkig gelagert (Platte 5), am Durchlaufsystem	117
9.6.5.1	Gleichungen für $l_y/l_x = 1,0$	117
9.6.5.2	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,5$	118
9.6.5.3	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,6$	118
9.6.6	Mehrfeldplatte vierseitig eingespannt (Platte 6), am Durchlaufsystem	118
9.6.6.1	Gleichungen für $l_y/l_x = 1,0$	118
9.6.6.2	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,5$	118
9.7	Darstellung und Bewertung der Ergebnisse mit Diagrammen	118
9.7.1	Allgemeines	118
9.7.2	Einachsig gespannte Systeme	119
9.7.3	Zweiachsig gespannte Systeme	119
10	Nutzhöhen und Schlankheiten für Platten mit Punktstützung	139
10.1	Randbedingungen	139
10.2	Einfeldplatte	140
10.2.1	Gleichungen für $l_y/l_x = 1,0$	140
10.2.2	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,5$	140
10.3	Mehrfeldplatte bei eins. Einspannung am Durchlaufsystem	141
10.3.1	Gleichungen für $l_y/l_x = 1,0$	141
10.3.2	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,5$	141
10.4	Mehrfeldplatte bei zweis. Einspannung am Durchlaufsystem	141
10.4.1	Gleichungen für $l_y/l_x = 1,0$	141
10.4.2	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,5$	142
10.5	Mehrfeldplatte bei Einsp. über Eck am Durchlaufsystem	142
10.5.1	Gleichungen für $l_y/l_x = 1,0$	142
10.5.2	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,5$	142
10.6	Mehrfeldplatte bei dreis. Einspannung am Durchlaufsystem	142
10.6.1	Gleichungen für $l_y/l_x = 1,0$	142
10.6.2	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,5$	143
10.7	Mehrfeldplatte bei viers. Einspannung am Durchlaufsystem	143
10.7.1	Gleichungen für $l_y/l_x = 1,0$	143
10.7.2	Gleichungen für $l_y/l_x = 0,5$	143
10.8	Darstellung und Bewertung der Ergebnisse mit Diagrammen	143

11	Rechenbeispiele	157
11.1	Vorbemerkungen.....	157
11.2	Beispiel aus [8]	157
11.2.1	Zweifeldplatte einachsig gespannt	157
11.2.2	Zweifeldplatte zweiachsig gespannt	158
11.2.3	Punktgestütztes Durchlaufsystem	158
11.2.3.1	Eckfeld	158
11.2.3.2	Randfeld.....	159
11.2.3.3	Innenfeld	159
11.3	Einfeldplatte aus [38].....	159
11.4	Einfeldplatte aus [30].....	160
11.5	Beispiel aus [16]	162
11.5.1	Einfeldplatte einachsig, $l = 4,50$ m	162
11.5.2	Einfeldplatte einachsig, $l = 6,50$ m	162
11.5.3	Mehrfeldplatte einachsig.....	162
11.6	Einfeldplatte aus [19].....	163
12	Zusammenfassung und Ausblick.....	164
12.1	Ergebnisse	164
12.2	Ausblick	165
	Literaturverzeichnis	184
	Bildverzeichnis	188
	Tabellenverzeichnis.....	189
	Tafelverzeichnis.....	189
	Anlagenverzeichnis und Anlagen	193

Bezeichnungen

Indizes

R	Bauteilwiderstand
b	Verbund
c	Beton Kriechen
cs	Schwinden
d	design
eff	effektiv
el	elastisch
k	Charakteristischer Wert, Laufvariable
m	Mittelwert
s	Betonstahl
t	Zug
a	Bruchzustand
I	Zustand I (keine Rissbildung)
II	Zustand II (unter Rissbildung)
0	Kurzzeit, Zeitbeginn

Geometrische Größen

A	Querschnittsfläche
S	Flächenmoment der Bewehrung
b	Breite
h	Gesamthöhe
h_e	effektive Bauteilhöhe
d	statische Nutzhöhe
f	Verformung
w	Durchbiegung
d	statische Nutzhöhe
z	Hebelarm
l	Spannweite
s_r	Rissabstand

Materialkenngrößen

E_c	Elastizitätsmodul des Betons
E_s	Elastizitätsmodul des Betonstahles

EI_{eff}	Effektive Biegesteifigkeit
f_{cd}	Betondruckfestigkeit
f_{ct}	Betonzugfestigkeit
f_{yd}	Streckgrenze des Betonstahles

Einwirkungen, Schnittgrößen

M	Biegemoment
N	Normalkraft
P	Einzelkraft
g	ständige Einwirkungen (Eigengewicht)
q	veränderliche Einwirkungen

Griechische Bezeichnungen

α	Abminderungsfaktor
β	Beiwert
δ	Verschiebung
ε	Dehnung
ε_{cc}	Kriechdehnung
ε_{cs}	Schwindmaßdehnung
ε	Längsdehnung der Schwereachse
ϕ	Durchmesser
φ	Kriechzahl
ψ	Kombinationsbeiwert
η	Ausnutzungsgrad
ν	Querdehnzahl
κ	Verkrümmung
μ	Arithmetisch gemittelter Bewehrungsgrad aus zwei Richtungen
σ	Spannung
τ	Verbundspannung
ω	Mechanischer Bewehrungsgrad
ξ	Verhältnisbeiwert
ζ	Verhältnisbeiwert

Vorwort

Während meiner langjährigen Tätigkeit als Prüfenieur für Baustatik hat mich das Problem der wirklichkeitsnahen Ermittlung von Durchbiegungen im Stahlbetonbau beschäftigt.

Die Ermittlung der Durchbiegungen von Stahlbetonbauteilen ist schwierig. Dies liegt zum einen an eingeschränkten Möglichkeiten zur Schnittkraftermittlung ohne Verwendung geeigneter Rechenprogramme und zum anderen am Aufwand bei der Berechnung der Durchbiegung im Zustand II unter Einbezug von Schwinden und Kriechen.

Entwickelte Schlankheitskriterien ohne rechnerischen Nachweis basieren im nationalen Bereich auf Analysen von Schadenfällen und stehen nicht im Einklang mit dem Entwurf auf europäischer Ebene. Erschwerend kommt hinzu, dass zwei weitere Parameter als Grenzwerte für die Durchbiegung $l/250$ und $l/500$ existieren.

Ziel dieser Arbeit ist, die verschiedenen Entwürfe zur Ermittlung ohne rechnerischen Nachweis zu bewerten und eine zutreffende Lösung zu erarbeiten.

Ermutigt zu diesem Vorhaben hat mich Herr Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E.h. Konrad Zilch (i.R.), dem mein besonderer Dank für seine Bereitschaft gilt, die Betreuung meiner Arbeit durch Ratschläge und Unterstützung zu übernehmen. Für die Berichterstattung danke ich Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch. Ing. Oliver Fischer und Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Manfred Keuser ebenso wie Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Josef Zimmermann für die Übernahme des Vorsitzes der Prüfungskommission.

Köln, im November 2012

Wolf Jeromin

1 Einleitung

Als Biegeschlankheit wird das Verhältnis von Stützweite zu statischer Höhe bezeichnet. Bei Einspannungen werden Ersatzstützweiten definiert. Sowohl *DIN 1045-1* [10], *DIN 1045* [9] als auch *Eurocode 2* [13] geben Grenzwerte für zulässige Biegeschlankheiten ohne direkte Berechnung an. Diese sind für einachsig gespannte Balken und Platten, gelenkig gelagerte oder ein- und zweiseitig volleingespannte Systeme sowie für Kragarme festgelegt. Es ist zulässig, die gleichen Werte für zweiachsig gespannte Platten mit starrer Linienlagerung und bei geringfügig abweichenden Faktoren, auch bei punktgestützten Platten zu benutzen. Die zweiachsige Lastabtragung wird durch Betrachtung der kürzeren Stützweite berücksichtigt.

Mit dieser Vorgehensweise wird die erforderliche statische Mindestnutzhöhe ermittelt.

In dieser Arbeit wird untersucht, inwieweit diese Methode bei ein- und zweiachsig gespannten Durchlaufplatten verschiedener Lagerung Gültigkeit hat. Platten werden in den Stahlbetonvorschriften bisher starr gelagert oder punktgestützt betrachtet.

Neuere Untersuchungen von *Zilch/Donaubauer* [47], *Krüger/Mertzsch* [30] und *Hegger et al.* [21] bleiben bei starrer Unterstützung.

Berechnet werden zunächst Ersatzstützweiten an Durchlaufsystemen verschiedener Lagerung (starr, elastisch, punktgestützt) nach der Elastizitätstheorie über Momentennullpunktabstände für ein- und zweiachsig gespannte Systeme (Abschn. 3, 5, 6) und mit den vorgegebenen Werten verglichen. Im Anschluß daran wird das Verformungsverhalten im Zustand II untersucht und die zeitliche Veränderung der Durchbiegung durch Schwinden und Kriechen erfaßt. Dabei wird mit dem gleichen Programm (Abschn. 4) die Bemessung im Zustand II im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) und die Berechnung der Durchbiegung (Abschn. 7-10) im Grenzzustand der Gebrauchsfähigkeit (GZG) vorgenommen. Rechenbeispiele in Abschn. 11 zeigen die Veränderungen gegenüber [10] und [13]. In Abschn. 12 werden die Ergebnisse der unterschiedlichen Plattenlagerungen verglichen.

Eine Untersuchung in der erläuterten Form ist bisher nicht unternommen worden.

2 Grundlagen der Verformungsgrenzen

2.1 Historische Entwicklung

Bei Stahlbetonplatten wird durch Begrenzung der Bauteildurchbiegung die statische Mindestnutzhöhe bestimmt. Dies ist notwendig, um im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit zu große Durchbiegungen zu vermeiden, denn diese

- führen zu Schäden an darüber liegenden Bauteilen (z. B. leichte Trennwände),
- verringern die Dauerhaftigkeit (Wassersackbildung bei Dächern) infolge der Stahlkorrosion,
- beeinträchtigen die ordnungsgemäße Funktion von Bauteilen (Genauigkeit im Maschinenbau),
- verändern den optischen Eindruck einer Konstruktion (Durchhängen),
- können im dynamischen Bereich zu unzulässigen Schwingungsamplituden führen.

Die Begrenzung der Biegeschlankheit ist in Deutschland erst ab 1961 in die Betonvorschriften eingegangen. Der Übersicht halber ist die Entwicklung in Tafel 2.1 zusammengestellt.

Die Durchbiegung von Stahlbetonbauteilen wurde von *Mayer / Rüsck* [35] systematisch durch Analyse von Schadenfällen bereits ausgeführter Bauwerke untersucht. Dabei zeigte sich, dass die Durchbiegung im Allgemeinen $l/300$ nicht überschritt. Zielwerte für die zulässige Verformung zur Begrenzung des Bauteildurchhangs sind $l/250$, bei Einbau verformungsempfindlicher Bauteile oder von Trennwänden wird die Durchbiegung auf $l/500$ begrenzt. Die Systemlänge l ist l_{eff} .

Tafel 2.1: Schlankheitskriterien für Platten in Stahlbetonvorschriften

Datum	Bezeichnung	Abschnitt	Inhalt
26.3.1904	Vorl. Leits. für d. Vorbereitung, Ausf. u. Prüf. von Eisenbeton	-	-
24.5.1907	Ausf. u. Konstr. aus Eisenbeton bei Hochbauten	§14, Ziff. 8	Mindestdicke 8 cm
1916-01	Best. f. Ausf. v. Bauw. aus Eisenbeton	§16, Ziff. 12	Mindestdicke 8 cm

Datum	Bezeichnung	Abschnitt	Inhalt
1925-09	Dt. Best. f. Ausf. von Eisenbeton- u. Betonbauwerken	§14, Ziff. 7	$h_{\min} \geq 1/27$; l = Abstand der Momentennullpunkte oder $4/5$ der Stützweite, bei kreuzw. Platten $1/30$, bei durchl. oder eingesp. Platten $1/30$ des Abstands der Momentennullp., mind. $1/40$; $d_{\min} = 8$ cm
1932-05	Best. d. Dt. Ausschuss. für Eisenbeton	§22, Ziff. 8 §23, Ziff. 1 §26	$d_{\min} = 7$ cm, $h_{\min} = 1/35$, bzw. wie 1925-09 §14, Ziff. 7 $h_u \leq 1/50$, durchl. od. eingesp. $1/60$ von l_{\min} „Piltdecken“ $d_{\min} \geq 15$ cm
DIN 1045: 1943-03	Best. d. Dt. A.. für Stahlbeton, Teil A	§22, Ziff. 2 §23, Ziff. 1 §26, Ziff. 2	wie 1925-09 wie 1932-05 wie 1932-05
DIN 1045: 1952-07	Bauwerke aus Stahlbeton	wie 1943-03	wie 1943-03
DIN 1045: 1959-11	Bauwerke aus Stahlbeton	wie 1943-03	wie 1943-03
1961	Vorl. Best. ü. d. Beschr. der Durchbieg. von Stahlbetonbaut. nach DIN 1045	§1 §2 §3-5	$l_i/h = 35$ nach Tabelle 1 für Balken α_i bei $l \leq 4,50$ m bei $l > 4,5$ m Tabelle 2 ab $l = 8,00$ m, dazwischen interpolieren Hinweis auf schädliche Auswirkungen
DIN 1045: 1972-01	Beton- u. Stahlbetonbau, Bem. u. Ausf.	§17, Ziff. 7 Abschnitt 2 §20, Ziff. 1 Absch. 2 §22, Ziff. 2	$l_i/h < 35$, bei Einfl. v. Trennw. $l_i/h \leq 150/l_i$ Ersatzstützweiten nach Tabelle 18 Plattendicke ≥ 7 cm, bei Schwerverkehr 10-12 cm $h_{\min} \geq 15$ cm
DIN 1045: 1978-12	Beton- u. Stahlbetonbau, Bem. u. Ausf.	§17, Ziff. 7 Abschnitt 2 §20, Ziff. 1 Abschn. 2 §22, Ziff. 2	wie 1972, im übrigen Heft 240 DAfStb, Abschnitt 6 wie 1972 wie 1972

Datum	Bezeichnung	Abschnitt	Inhalt
DIN 1045: 1988-07	Beton- u. Stahlbeton- bau, Bem. u. Ausf.	§4, Ziff. 3	$l_i/h \leq 35$ bzw. $l_i/h \leq 150/l_i$ für Durchbiegung $< 1/250$ bis $1/500$ Tabelle 22 für l_i
DIN 1045-1: 2008-08	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton Teil 1: Bem. u. Konstr.	§11, Ziff. 3 11.3, 1+2	wie DIN 1045:1988-07
EUROCODE 2 dt. F. ENV1992-1- 1:1991	Planung von Stahlbeton- und Spannbetonbauwerken Teil 1 Hochbau	§4, Ziff. 4.3 Abschnitt 1 und 2	Durchbiegung unter quasiständiger Lastkomb. $\leq 1/250$, im Falle zur Schadenbegr. $\leq 1/500$ vereinfacht nach §4.4.3.2 und Tabelle 4.14
DIN EN 1992-1-1: 2005-10 (D)	Bemessung u. Konstr. v. Stahlbeton- und Spannbetonbauw. Teil-1-1 Allg. Bem. Regeln und Regeln f. d. Hochbau Deutsche F. EN 1992-1-1: 2004	§7, Ziff. 7.4.1 u. 7.4.2	wie vor, maßgebend Tabelle 7.4.N

2.2 Begrenzungen der Verformung durch Biegeschlankheiten

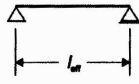
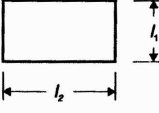

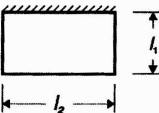
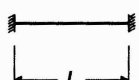
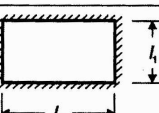
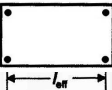
Allgemein wird auf der Grundlage von [35] in *DIN 1045* [9] die zulässige Biegeschlankheit für Stahlbetonbauteile auf $l_i/d \leq 35$ und für Stahlbetonbauteile, die rissgefährdete Trennwände zu tragen haben mit $l_i/d < 150 / l_i < 35$ festgelegt, sofern andere Maßnahmen störende Risse in diesen Trennwänden, bzw. Ablösen von der Decke nicht vermeiden. Die Grenزشlankheit zweiachsig gespannter Platten wird denen einachsig gespannter gleichgestellt und unter Zugrundelegung einer Ersatzstützweite $l_i = \alpha_i \cdot l_0$ entsprechend [9] berechnet.

In Abhängigkeit vom statischen System, von der Beanspruchungshöhe der Betondruckzone im Bauteil (in Abhängigkeit vom Bewehrungsgrad) sind in

Eurocode 2 [13] die Grenzwerte für die Beschränkung der Durchbiegung als zulässige Biegeschlankheiten angegeben. Diese aus Berechnungen ermittelten Werte basieren auf angegebenen Grenzwerten nach *ISO 4356* [25].

In Bild 2.1 sind die Werte nach *Eurocode* den zulässigen Werten nach *DIN 1045* gegenübergestellt. In Bild 2.2 sind die entsprechend ermittelten statischen Nutzhöhen für eine Einfeldplatte und ein volleingespanntes Randfeld in Abhängigkeit von der vorhandenen Stützweite aufgetragen. Im Ergebnis sind die zulässigen Biegeschlankheiten nach *Eurocode 2* [13] ungünstiger. Der Einfluss der Durchlaufwirkung und auch das Biegeverhalten zweiachsig gespannter Platten sind nicht beschrieben.

Neben den Regelungen zur Beschränkung der Durchbiegung werden in *DIN 1045-1* [10] Grenzwerte der zulässigen Verformung angegeben. Unter quasi-ständiger Einwirkungskombination wird der Durchhang (vertikale Bauteilendverformung bezogen auf die Verbindungslinie der Unterstützungspunkte) auf $1/250$, mit $1/500$ wird die Durchbiegung bei Verwendung verformungsempfindlicher Bauteile oder von Trennwänden nach dem Ausbau begrenzt (Differenzverformung). Alle weiteren Regelungen sind aus *DIN 1045* [9] unverändert übernommen.

System		zul (l/d)		
		Eurocode 2		DIN 1045
Stabtragwerk	Platte	$\mu=1,5\%$	$\mu=0,5\%$	DIN 1045-1
		14	20	35
		18	26	44
		20	30	58
		17	24	50* Innenf. 39* Randf.

* ab C30/37 zul (l/d) 58/44

Bild 2.1: Grenzwerte der zulässigen Biegeschlankheit l/d Eurocode 2 [13] sowie DIN 1045 [9] und DIN 1045-1 [10]

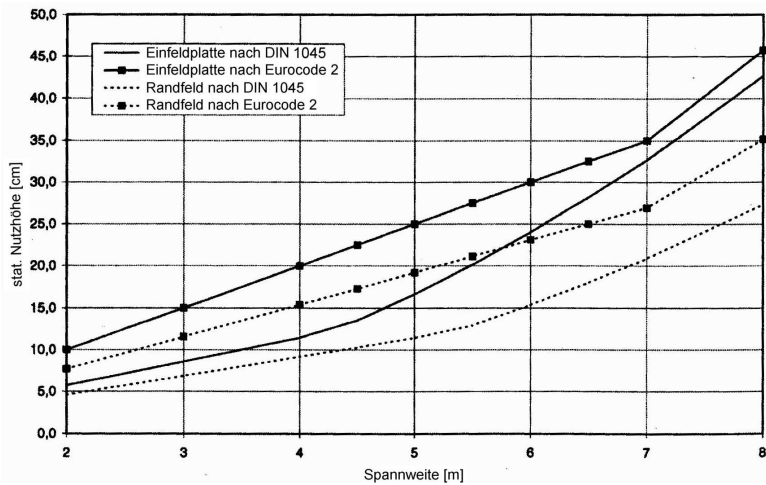


Bild 2.2: Erforderliche statische Nutzhöhe in Abhängigkeit von der Spannweite und dem statischen System nach Eurocode 2 [13] sowie DIN 1045 [9] und DIN 1045-1 [10] (nach [47])

3 Betrachtete Plattensysteme

3.1 Allgemeine Feststellungen zur Ersatzstützweite

Die in [9], [10], [13] und [25] angegebenen Grenzwerte zur Begrenzung der Verformung mittels Biegeschlankheiten werden durch die Ersatzstützweite l_i gesteuert. Sie beziehen sich einschränkend auf einachsig gespannte Platten und Balken, wobei vereinfachend für zweiachsig gespannte Platten mit kontinuierlicher Unterstützung die kleinere, bei Flachdecken die größere Stützweite maßgebend ist. Bei einachsig gespannten Mehrfeldplatten wird dann die Stützweite der Einfeldplatte für End- und Innenfeld mit Abminderungsfaktoren versehen, die auch für zweiachsig gespannte Mehrfeldplatten gelten. Nachfolgend werden die Abminderungsfaktoren für zweiseitig bzw. einseitig voll eingespannte Balken abgeleitet und gezeigt, dass die in der Norm bekannten Werte von $\alpha_i \geq 0,6$ für beidseitig eingespannte und $\alpha_i < 0,8$ für einseitig eingespannte Einfeldplatten gelten.

Die Abminderungsfaktoren α_i sind das Verhältnis der Abstände der Momentennullpunkte für ein- oder zweiseitig voll eingespannte Einfeldsysteme zum gelenkig gelagerten Einfeldsystem:

Für den Festpunktabstand x_1 gilt bei $l = 5,00$ m; $q = 10$ kN/m² wie folgt:

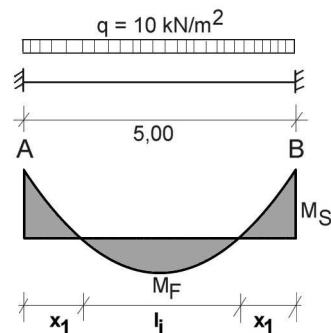


Bild 3.1: Zweiseitig eingespanntes System

$$A = B = 10 \cdot 5 \cdot 0,5 = 25 \text{ kN/m}$$

$$M_S = -\frac{q \cdot l^2}{12} = -20,83 \text{ kNm/m}$$

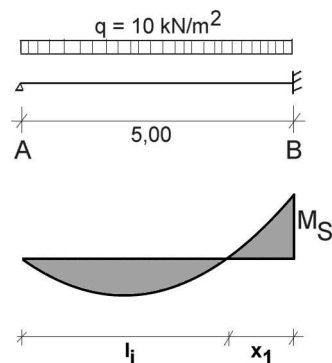
$$M_F = \frac{q \cdot l^2}{8} + M_S = 10,42 \text{ kNm/m}$$

$$x_1 = \frac{q \cdot l}{2 \cdot q} \pm \sqrt{\frac{2 \cdot M_F}{q}}$$

$$= 2,50 \pm 1,45 = 3,95 \text{ m} / 1,05 \text{ m}$$

$$l_i = 5,00 - 2 \cdot 1,05 = 2,90 \text{ m}$$

$$l_i/l = \frac{2,90}{5,00} \sim 0,58 < 0,60$$



$$M_S = -\frac{q \cdot l^2}{8} = -31,25 \text{ kNm/m}$$

$$x_1 = \frac{2 \cdot M_S}{q \cdot l} = 1,25 \text{ m}$$

$$l_i = 3,75 \text{ m}$$

$$l_i/l = \frac{3,75}{5,00} = 0,75 < 0,80$$

Bild 3.2: Einseitig eingespanntes System

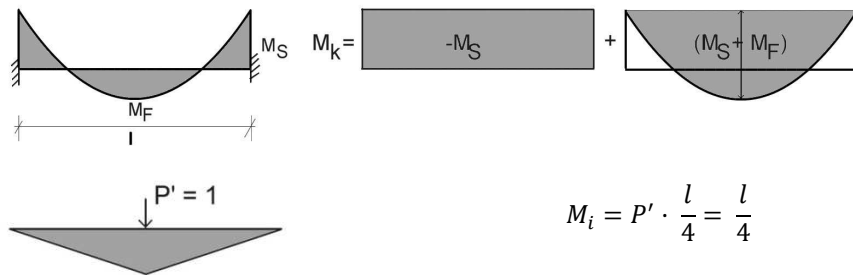
Für Zweifeld- bis Fünffeldträger mit gleichen Stützweiten schwanken die α_i -Werte im ersten Innenfeld zwischen 0,75 und 0,80; im zweiten Innenfeld zwischen 0,536 und 0,552; lediglich im Mittelfeld des Fünffeldträgers liegt $\alpha_i = 0,608 > 0,6$.

Da bei liniengelagerten zweiachsig gespannten Platten die kürzere Stützweite für den zutreffenden Abminderungsfaktor α_i als maßgebend angesehen wird, muß geprüft werden, wie bei verschiedenen eingespannten Rändern und gleichen Plattenstützweiten verfahren werden muß.

Dies geschieht am einfachsten durch Ermittlung der Formänderungsintegrale in y- bzw. x-Richtung im jeweiligen Plattenmittelschnitt mit Hilfe des Arbeitssatzes. In allgemeiner Form lautet dieser:

$$E \cdot I \cdot w_{ik} = \int_0^l M_i \cdot M_k \cdot dx' \quad (3.1.1)$$

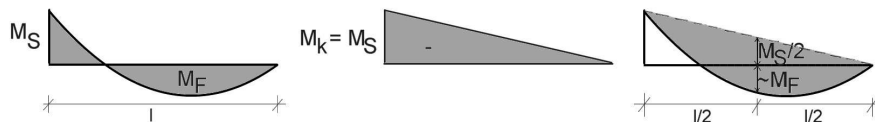
Für ein zweiseitig eingespanntes System ist unter Gleichlast in Feldmitte:



Damit wird

$$E \cdot I \cdot w = -\frac{1}{2} \cdot \frac{l}{4} \cdot M_S \cdot l + \frac{5}{12} \cdot \frac{l}{4} \cdot (M_S + M_F) \cdot l \quad (3.1.2)$$

Für ein einseitig eingespanntes System gilt sinngemäß:



$$E \cdot I \cdot w = -\frac{1}{4} \cdot \frac{l}{4} \cdot M_S \cdot l + \frac{5}{12} \cdot \frac{l}{4} \cdot \left(\frac{M_S}{2} + M_F\right) \cdot l \quad (3.1.3)$$

Zur Vergleichbarkeit werden die Formänderungen in Feldmitte benötigt. Die Momentenwerte für die Platten sind *Löser/Hirschfeld* [23] entnommen. Sie gehen auf *Marcus* [34] zurück.

Es wird in Anlage 1 dargestellt, dass bei Anwendung des Arbeitssatzes das Momentenbild im jeweiligen Mittenschnitt bei der kürzeren Stützweite in Abhängigkeit vom Lagerzustand (eingespannt oder gelenkig) zum größeren Flächeninhalt, d.h. also zu größeren Durchbiegungen führt. Dies gilt für Stützweitenverhältnisse von $l_y/l_x \leq 1,0$. Bei symmetrischen Einspannungs- und Stützweitenverhältnissen von $l_y/l_x = 1,0$ ist das Arbeitsintegral richtungsunabhängig. Ändert sich das Plattenverhältnis auf Werte, die von $l_y/l_x = 1,0$ abweichen, ergibt sich entsprechend Anlage 1.1 – 1.4 unter Anwendung der gleichen Methode, dass dann in Einzelfällen die größere Stützweite maßgebend werden kann.

Ein Hinweis hierfür findet sich ansatzweise bei *Grasser/Thielen* [18]. Für punktförmig gestützte Platten gilt grundsätzlich wegen der geringeren Steifigkeit in den Stützenachsen gegenüber linienförmig gestützten Platten stets die größere Stützweite.

3.2 Darstellung der betrachteten Systeme

Aus diesen Überlegungen folgend werden Plattensysteme ein- und zweiachsig gespannter Platten, die über mehrere Felder durchlaufen, für starre Linienlagerung (S), für elastische Linienlagerung (durch Balken unter den Platten) (E) und für Punktstützung (P) untersucht.

Zunächst werden die Berechnungen für den elastischen Bereich (Zustand I) durchgeführt. Dabei wird sowohl in die Wirkungen ohne Querdehnungszahl $\nu = 0$ und mit Querdehnungszahl $\nu = 0,2$ unterschieden. *Laermann* erläutert in [32] und [33], dass der Einfluss der Querdehnung nicht vernachlässigbar ist. Auch durch *Rombach* wird diese Tatsache in [42] und [43] hervorgehoben. Dies gilt für die Schnittkräfte; bei der Bemessung und für die Verformung verändert Zustand II die Verhältnisse.

Untersucht werden Plattensysteme von zunächst 5 x 5 Feldern mit jeweils starrer und elastischer Linienlagerung der Ränder sowie punktgestützt. Eine erste Berechnung geht dabei für zweiachsig gespannte Systeme vom Stützweitenverhältnis $l_y/l_x = 1$ aus. Untersucht werden weiterhin im gleichen Raster unter Beibehaltung der vorgenannten Randbedingungen Stützweitenverhältnisse l_y/l_x zwischen 1,0 bis 0,5 in jeweils einer Richtung variiert. Gleichzeitig werden auch die Feldlängen im Durchlaufsystem im Stützweitenverhältnis $1,25 > l_y/l_x > 0,80$ verändert.

Danach wird ein Raster von 2 x 5 Feldern (2 Felder in y-Richtung) in der gleichen Weise berechnet.

Ein weiteres Raster bezieht sich auf 1 x 5 Felder.

Ergänzend werden alle zweiachsig gespannten Platten als Einfeldsysteme untersucht.

Darüber hinaus werden im 5 x 5 - Raster unterschiedliche Deckendicken im Außen- und Innenfeldbereich entsprechend den unterschiedlichen α_i gewählt:

- $h = 18,0/15,0$ cm für starre und elastische Lagerung;
- $h = 16,5/13,0$ cm für starre Lagerung;
- $h = 20,0/18,0$ cm für Punktstützung.

Damit sind die unterschiedlichen Anforderungen an die Deckendicken in Abhängigkeit von α_i modellhaft abgedeckt.

Weiterhin wird im 5 x 5 - Raster beim ungünstigsten Stützweitenverhältnis für starre, elastische und Punktstützung und $\nu = 0$ sowie $\nu = 0,2$ mit Schubverzerrung gerechnet, um zu prüfen, ob bei einem Dicken-/Stützweitenverhältnis von $0,23/3,60 = 0,064 > 0,05$ ein nennenswerter Einfluss entsteht (Ziff. 5.1.1.5; 5.1.2.4; 5.1.3.5).

Zur Kontrolle für die zu erwartende relative Konstanz der Momentennullpunktabstände werden Felder im 4 x 4-, 3 x 3- und 2 x 2- Raster bei $I_y/I_x = 1,0$ und $\nu = 0$ und starrer Linienlagerung berechnet.

Schlanke Durchlaufplatten ($b/l < 0,5$) – einachsig gespannt – werden zum Vergleich der Momentennullpunktabstände zweiachsig gespannter Durchlaufplatten ebenfalls betrachtet.

Einachsig gespannte Einfeldplatten werden für Volleinspannung ebenso untersucht.

Alle Stahlbetonplatten haben eine Grundstützweite l_{eff} von 6,0 m und eine Deckendicke von $h = 0,23$ m. Die Verkehrslast beträgt $5,0 \text{ kN/m}^2$.

Für die elastische Linienlagerung wird ein baupraktisch üblicher Balken von 0,30 m Breite und 0,37 m Höhe unter der Decke angenommen ($h = 0,60$ m). Bei elastischer und bei Punktstützung betragen die Stützenabmessungen 0,30 x 0,30 m. Unterstützungen werden als Wände S und Stützen P starr (nicht zusammendrückbar) angesetzt.

Alle Platten sind drillsteif gelagert.

Die Deckendicke von 0,23 m ist für alle Stützweiten und Plattenverhältnisse gleich. Für das Schlankheitskriterium wird eine erhöhte Anforderung unterstellt. Das ergibt für Punktstützung als ungünstigste Größe nach *DIN 1045* [9]:

$$l_{\text{imax}} = 0,9 \cdot 6,00 \text{ m} = 5,40 \text{ m} \quad (3.2.1)$$

$$d = \frac{5,4^2}{150} = 0,1941 \text{ m} \quad (3.2.2)$$

$$h = 19,41 + \frac{1,0}{2} + 3,0 = 22,91 \text{ cm} < 23 \text{ cm} \quad (3.2.3)$$

Die nachfolgend aufgeführten Plattensysteme werden zunächst mit Wechsellast berechnet und für den Lastfall quasi-ständig (mit auf 60 % abgeminderter Verkehrslast) für $\nu = 0$ und $\nu = 0,2$ berechnet, um die Abstände der Momentennullpunkte zu erhalten (Anlage 3.1 – 3.7). Die Größe der Belastung selbst spielt keine Rolle, sondern nur die Steifigkeit der Felder untereinander, denn 60 % Verkehrslast entspricht einer quasi-ständigen Belastung.

Die in Tabellenform (Anlage 3.1 – 3.6) zusammengestellten Werte werden grafisch aufbereitet (Anlage 3.7), weiterhin werden die Ergebnisse der einzelnen Raster und Deckendicken miteinander verglichen (Anlage 4).

Ebenso wird für die Abstände der Momentennullpunkte der Einfluss der Schubverzerrung dargestellt (Anlage 5).

Die verwendeten Plattensysteme werden in Gruppen geordnet und im Dateiverzeichnis abgelegt. Exemplarisch sind einzelne Systeme in Teilen auszugsweise mit Momentennullpunktabständen im Abschnitt 5 abgedruckt.

Für zweiachsig gespannte Platten werden bearbeitet:

- Gruppe 1 Momentennullpunktabstände l_i (S), (E), (P) im 5 x 5 - Raster
- Gruppe 2 l_i (S), (E), (P) im 2 x 5 - Raster
- Gruppe 3 l_i (S), (E), (P) im 1 x 5 - Raster
- Gruppe 4 l_i (S), (E), (P) bei Einfeldplatten
- Gruppe 5 l_i (S) im 4 x 4 -, 3 x 3 -, 2 x 2 - Raster
- Gruppe 6 l_i (S), (E), (P) im 5 x 5 - Raster bei feldw. untersch. Deckendicken
- Gruppe 7 l_i (S), (E), (P) im 5 x 5 - Raster bei Schubverzerrung

Für einachsig gespannte Platten wird bearbeitet:

- Gruppe 8 l_i bei einachsig gespannten Durchlaufsystemen (S), (E), (P)

Die einzelnen Systeme enthalten für unterschiedliche Stützweiten- und Plattenverhältnisse sowohl $\nu = 0,2$ als auch $\nu = 0$.

Die Stützweitenkombinationen für x- und y-Richtung werden auf die Grundstützweite $l_0 = 6,0$ m bezogen, Ziffer 1 bedeutet 6,0 m; Ziffer 5: $0,5 \times 6 = 3,00$ m usw. Die Symmetriebedingungen werden ausgenutzt. Die Aufbereitung der notwendigen Dateien und ihre Bezeichnungen werden im Folgenden dargestellt.

3.2.1 Zweiachsig gespannte Systeme

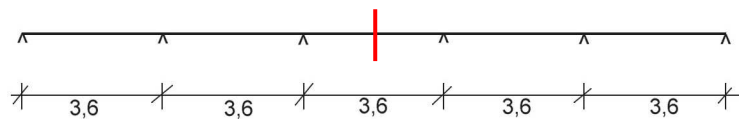
3.2.1.1 Systeme im 5 x 5 - Raster

Außer der Bezeichnung S, E oder P für starre sowie elastische Linienlagerung und Punktstützung stehen für die Dateibezeichnung die ersten 3 Ziffern für die x-Richtung, die nächsten drei Ziffern für die y – Richtung, gefolgt von einer Ziffer 6 für 60 % Verkehrslast, darauf Ziffer 0 für $v = 0$, N für Nullstellendatei und die Richtung der Momente für x – oder y – Richtung. Fehlt die Ziffer 0, wird mit $v = 0,2$ gerechnet.

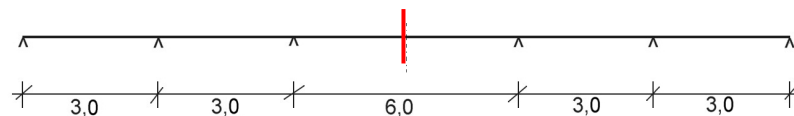
$$1 \triangleq l_0 = 6,0 \text{ m}$$

$$6 \triangleq l_0 = 0,6 \cdot 6,0 = 3,6 \text{ m}$$

In der Reihenfolge der Durchlaufelder in x-Richtung: 666



Mit Bezug auf die Symmetrieachse in y-Richtung: 551



Tafel 3.1 enthält die berechneten Plattensysteme des 5 x 5 – Rasters

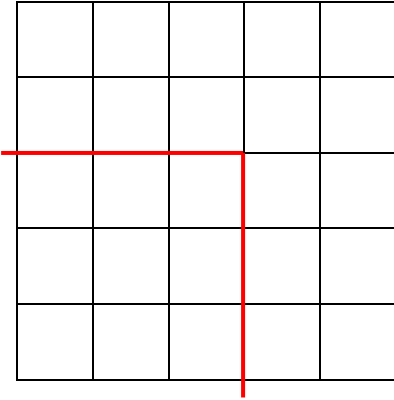
Die Ergebnisse der Berechnung sind in Anlagen zusammengefasst. Sie werden in Abschnitt 5 und 6 exemplarisch dargestellt und diskutiert.

Tafel 3.1: Berechnete Plattensysteme im 5 x 5 - Raster (S, E, P)

„Komb.“ 1	„Komb.“ 2	„Komb.“ 3	„Komb.“ 4	„Komb.“ 5
111111	661111	771111	881111	991111
111555	661666	771666	881666	991666
111666	661777	771777	881777	991777
111777	661888	771888	881888	991888
111888	661999	771999	881999	991999
111999				

„Komb.“ bedeutet Stützweitenkombination

A1	B1	C1	D1	E1
A2	B2	C2	D2	E2
A3	B3	C3	D3	E3
A4	B4	C4	D4	E4
A5	B5	C5	D5	E5


Bild 3.3: Plattenbezeichnungen und verwendeter Ausschnitt

Es bedeutet also beispielsweise:

S1115556NX starre Lagerung (S); x-Richtung: 5 x 6,0 m; y-Richtung: 5 x 3,0 m; 60% (6) Verkehrslast; $v = 0,2$; N = Nullstellendatei, Momentennullpunktabstände in x-Richtung oder

P89198160NY: Punktstützung (P); x-Richtung: 4,80 m – 5,40 m – 6,00 m – 5,40 m – 4,80 m; y-Richtung: 5,40 m – 4,80 m – 6,00 m – 4,80 m – 5,40 m; 60% (6) Verkehrslast; $v = 0$; N = Nullstellendatei, Momentennullpunktabstände in y – Richtung.

3.2.1.2 Momentennullpunktabstände im 5 x 5 – Raster mit feldweise unterschiedlichen Deckendicken

Untersucht werden S, E, P – Systeme für 5 x 6,0 m in x- und y-Richtung bei $\nu = 0$. Zusätzlich wird zur Orientierung die Endziffer der Deckendicke benutzt. Dabei haben die Außenfelder größere Dicken als die Innenfelder:

S111111-63-60NX, NY: 16 cm außen, 13 cm innen
 S111111-85-60NX, NY: 18 cm außen, 15 cm innen
 E111111-85-60NX, NY: 18 cm außen, 15 cm innen
 P111111-85-60NX, NY: 18 cm außen, 15 cm innen
 P111111-28-60NX, NY: 22 cm außen, 18 cm innen

3.2.1.3 Momentennullpunktabstände im 5 x 5 - Raster mit Berücksichtigung der Schubverzerrung

In der Plattenbezeichnung wird vor den Ort von „v“ ein Q für Schubverzerrung eingefügt. Abgearbeitet wird für die S-, E-, P- Systeme das Raster 6616666QNX (hier also bei $\nu = 0,2$) für $\nu = 0,2$ und $\nu = 0$ mit dem stärksten Unterschied in den Stützweiten.

3.2.1.4 Systeme im 2 x 5 - Raster

In der gleichen Weise wie bei Ziff. 3.2.1.1 wird das 2 x 5 - Raster geordnet: In x-Richtung 3 Ziffern von 1 bis 5 unter Ausnutzung der Symmetrie, in y-Richtung mit 2 Ziffern für die Stützweite:

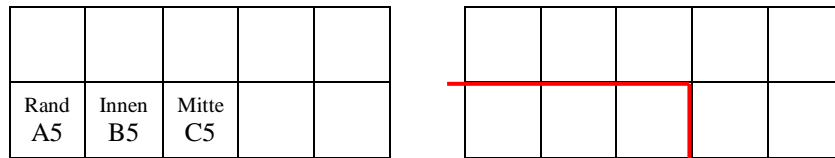


Bild 3.4: Plattenbezeichnungen und verwendeter Ausschnitt

Beispielhaft E1111160NY: elastische Stützung (E); x-Richtung: 5 x 6,0 m; y-Richtung: 2 x 6,0 m; 60% (6) Verkehrslast; $\nu = 0$; N = Nullstellendatei, Momentennullpunktabstände in y-Richtung.

3.2.1.5 Systeme im 1 x 5 - Raster

Entsprechend Bild 3.5 wird die Ziffernfolge kürzer:

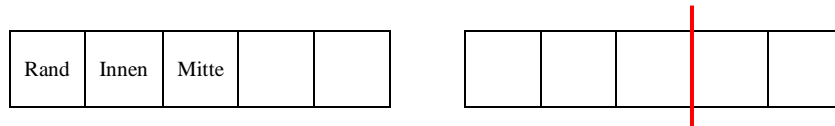


Bild 3.5: Plattenbezeichnungen und verwendeter Ausschnitt

Da in y -Richtung nur eine Feldweite existiert, entsteht beispielsweise unter Symmetriebedingung P77116NX also: Punktstützung (P); x -Richtung: 4,20 – 4,20 – 6,00 – 4,20 – 4,20; y -Richtung 6,0 m; 60% (6) Verkehrslast, $\nu = 0,2$; N = Nullstellendatei, Momentennullpunktabstände in x -Richtung.

3.2.1.6 Systeme im 4 x 4 -, 3 x 3 - und 2 x 2 - Raster

Ermittelt wird für starre Lagerung und $\nu = 0$. Da es sich um nur wenige Vergleichssysteme handelt, genügt als Bezeichnung die Anzahl der Felder:

- 4 x 4 – Raster S1660NX, NY
- 3 x 3 – Raster S960NX, NY
- 2 x 2 – Raster S460NX, NY

3.2.1.7 Zweiachsig gespannte Einfeldplatten

Die Lagerungsbedingungen bei Einfeldplatten unterscheiden sich hinsichtlich ihres eingespannten Randes. Die Bezeichnung der Platten erfolgt wie in Anlage 1 und der Ort der Volleinspannung in der Reihenfolge rechts-links-unten-oben (G = gelenkig, E = eingespannt).

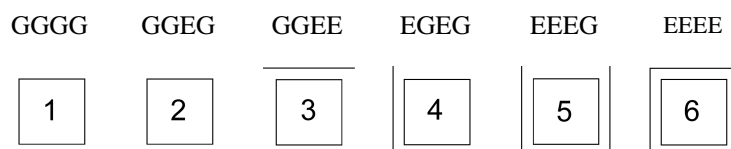


Bild 3.6: Benennung der Einfeldplatten

Für die Feldlängen steht die erste Ziffer für die x-, die zweite für die y-Richtung: S15EGEG6NY: starre Lagerung (S); x-Richtung: 6,0 m; y-Richtung: 3,0 m; Platte 4, 60% (6) Verkehrslast, N = Nullstellendatei, Momentennullpunktabstände in y-Richtung. Für Platte 1 (GGG) beträgt $\alpha_i = 1,0$.

3.2.2 Einachsig gespannte Systeme

3.2.2.1 Momentennullpunktabstände bei einachsig gespannten Durchlaufplatten

Zum Vergleich der bisherigen Berechnungen zweiachsig gespannter durchlaufender Platten werden einachsig gespannte durchlaufende und volleingespannte Systeme untersucht. Dabei sind Plattenränder parallel zur Spannrichtung ohne Unterstützung.

Unter Ausnutzung der Symmetriebedingungen folgt die Bezeichnung der Systeme der vorausgegangenen Beschreibung. Die Verkehrslast wird hierbei jedoch zu 100% = R (Lastfall rare = R) angesetzt. Damit lautet die Bezeichnung beispielsweise S6615X-R0NX starre Lagerung (S); x-Richtung: 3,6 – 3,6 - 6,0 – 3,6 – 3,6; y-Richtung: 3,0 m; Vollast (R); $v = 0$, N = Nullstellendatei, Momente in x-Richtung.

3.2.2.2 Momentennullpunktabstände bei einachsig gespannten volleingespannten Platten

Hier werden die Momentennullpunktabstände für $b/l < 0,5$ und $< 0,4$ sowie bei Ausschluß eines Zuglagers am gelenkigen Rand nur bei starrer Linienlagerung untersucht.

4 Verwendetes Rechenprogramm

4.1 Anforderungen und Diskretisierung

Die Berechnung von Schnittkräften und Verformungen für die verschiedenen Plattensysteme wird mit Hilfe eines Programms, das Finite Elemente verwendet, durchgeführt. Mit diesem Programm werden die Momente linear elastisch für die Berechnung der Momentennullpunktabstände ebenso ermittelt wie die Bemessung für Zustand II im GZT und die darauffolgende Durchbiegungsberechnung im GZG durchgeführt.

Neben der Forderung nach Konvergenz gegen strenge Lösungen der Theorie dünner Platten nach *Kirchhoff* [26] wird auch die Theorie von *Reissner/Mindlin* [37], [41] erfüllt. Die grundsätzlichen Voraussetzungen der *Mindlinschen* Plattentheorie (Schubverzerrungstheorie I. Ordnung) können folgendermaßen definiert werden [2]:

- Die Querverschiebungen der Platte sind klein.
- Die Querschnitte, die vor der Deformation senkrecht zur Mittelfläche stehen, bleiben eben, stehen aber im Allgemeinen danach nicht mehr senkrecht zur deformierten Mittelfläche.
- Die Spannungen normal zur Mittelfläche sind vernachlässigbar.

Das zum Einsatz kommende Programm *MicroFe* ist in seinen Grundlagen von *Barth* und *Lutzkanov* in [1], [2], [3] erläutert.

Üblicherweise wird davon ausgegangen, dass der Gültigkeitsbereich der *Kirchhoff*-Theorie dünner Platten beim Verhältnis Plattendicke/charakteristischer Länge $< 0,05$ beträgt. Es wird in Anlage 5 gezeigt, dass der Einfluss von Schubverzerrungen auf die Plattenschnittkräfte im Allgemeinen vernachlässigbar ist. Wichtig für die Genauigkeit der Ergebnisse ist neben der Leistungsfähigkeit die lokale Verdichtungsmöglichkeit des Elementnetzes. Dabei wird hier von quadratischen Elementen ausgegangen, deren Kantenlänge 0,5 m nicht überschreitet. Schnittkräfte und Durchbiegung werden in den Elementknoten ermittelt angegeben.

Schaper et al. vergleicht in [44] verschiedene Finite Elementprogramme. Es zeigt sich dabei, dass das Programm *MicroFe* [18] die genannten Vorbedingungen am besten erfüllt. Die Momente werden in diesem Vergleich mit Hilfe von 64 quadratischen Elementen pro Platte am Elementknoten angegeben.

Im Ergebnis werden mit dem hier verwendeten Programm *MicroFe* die Erkenntnisse aus der Studie [44] berücksichtigt:

- Das Verhältnis der Seitenlängen eines Elements und das Längenverhältnis der durchlaufenden Kanten aneinander grenzender Elemente dürfen nicht größer sein als 1 zu 2.
- Quadratische Elemente sind viereckigen Elementen vorzuziehen.
- Für Durchbiegungen sollen die Elementlängen kleiner als 50 cm und höchstens ein Viertel der kleineren Stützweite sein.
- Für die Momente m_x und m_y in Bereichen wenig veränderlicher Momente (im Feld) Elementlängen kleiner als 50 cm, höchstens ein Viertel der kleineren Stützweite. In [44] werden Elementlängen von $1/8$ bis $1/4$ der kleineren Stützweite empfohlen. In [36] wird als Elementlänge die doppelte Plattendicke empfohlen.

4.2 Lagerungsbedingungen

Die untersuchten Platten sind unterschiedlich gestützt: liniengelagert starr (S) oder elastisch (E) sowie punktgestützt (P). Bei Linienlagerung (S) ist zwischen frei drehbarer (gelenkig) – mit einer Knotenreihe in der Systemachse – und bei Durchlaufsystemen einspannender Wirkung zu unterscheiden.

Bei elastischer Lagerung (E) erfolgt die Unterstützung der Ränder durch Balken. Für die Ermittlung des Trägheitsmoments werden die Eigenträgheitsmomente elementweise und der Steiner-Anteil des Balkens unter der Platte verwendet. Die Stützungen der Balken werden wie bei Punktstützung (P) vorgenommen. Sie sind axial unter den Balken angeordnet.

Mittragende Plattenbreiten werden nicht benötigt, da die Balkenelemente unter der Platte mit $b = 0,30$ m Breite kleiner sind als die Plattenelementbreite von 0,50 m und die Verträglichkeit über gleiche Krümmung an den Elementkanten gewährleistet ist.

Die bei zweiachsig gespannten Einfeldplatten und bei Endfeldern von Durchlaufsystemen auftretenden Eckkräfte werden durch entsprechende Zuglager aufgenommen, um Drillmomentenfreiheit zu unterbinden.

Bei Punktstützung (P) werden Stützen $0,30$ m x $0,30$ m als $0,10$ m hohe Elemente eingeführt, um den Einfluss der Verkürzung unter Last zu eliminieren. Sie liegen bei Einfeldplatten und bei Endfeldern von Durchlaufsystemen in den Plattenecken, im Übrigen axial. Momente in den Stützen, wie beispielsweise bei *Rom-*

bach [42], [43] beschrieben, können wegen der eingegebenen Koppelfederelemente nicht auftreten.

Die Linienlagerung starr (S) und elastisch (E) wird über den Auflagern unverschieblich Knoten für Knoten in der Auflagerachse modelliert [42]. Die Elementierung wird so aufgebaut, dass bei Elementlänge = Auflagerbreite in üblicher Weise Biegemomente ermittelt werden.

Für Punktlagerung (P) wird die in [42] als weniger günstig beschriebene unverschiebliche Lagerung aller Knoten auf der Stütze gewählt. Wegen der axial-symmetrischen Anordnung bleiben statt 9 nur 3 bzw. 6 Knoten wirksam, sodass nur geringe Zwängungen in der Platte entstehen. Lediglich beim 5 x 5 – Raster wirken 9 Knoten auf den Innenstützen. Der Effekt ist auch hier beim Verhältnis Plattendicke / Stützenabmessung für die Durchbiegung in Feldmitte bei Stützweiten ab 4,0 m vernachlässigbar.

4.3 Eingaben für die linear elastische Berechnung

Für die Berechnung der Momentennullpunktabstände werden neben variierenden Stützweiten folgende Daten fest vorgegeben:

Eigengewicht	g₁	0,23 x 25 = 5,75 kN/m²
Ausbaulast	g₂	0,04 x 25 = 1,00 kN/m²
Verkehrslast	q	= 5,00 kN/m²

Kombinationsbeiwerte entsprechend [11], Tab. A2

$$\Psi_{2A,B} = 0,3$$

$$\Psi_{2F} = 0,6$$

Nachweisparameter für die Verformungsberechnung sind in Abschnitt 7.2.2.2.1 und 7.2.2.2.2 angegeben.

5 Momentennullpunktabstände verschiedener Plattenraster

5.1 Grundlagen der Berechnung

Mit dem in Abschnitt 4 vorgestellten Programm *MicroFe* werden Momente nach der Elastizitätstheorie und Momentennullpunktabstände ermittelt

Neben dem beispielhaften Abdruck der beschriebenen Plattensysteme entsprechend Abschnitt 3.2 für Platten mit $I_y/I_x = 1,0$ und Stützweiten $l_y = l_x = 6,0$ m bei $\nu = 0$ und $\nu = 0,2$ wird für starre (S), elastische (E) und Punktstützung (P) in diesem Abschnitt das 5 x 5 - Raster mit einem 4 x 4 -, 3 x 3 - und 2 x 2 - Raster verglichen. Außerdem werden im 5 x 5 - Raster die Deckendicken variiert. Um den Einfluss der Schubverzerrung zu zeigen, wird im 5 x 5 - Raster die Kombination 661666 in x- und y-Richtung für $\nu = 0$ und $\nu = 0,2$ gewählt, da bei $h/l = 0,23/3,60 = 0,064 > 0,05$ das ungünstigste Verhältnis entsteht.

5.2 Gruppen zweiachsig gespannter Systeme:

5.2.1 5 x 5 – Raster

5.2.1.1 Starre Linienlagerung

5.2.1.1.1 S, h = 23 cm (Gruppe 1)

5.2.1.1.1.1 Untergruppe $\nu = 0,2$

5.2.1.1.1.2 Untergruppe $\nu = 0$

5.2.1.1.2 S111111-85-60NX, h = 18 cm im Rand - und h = 15 cm im Innenbereich (Gruppe 6)

5.2.1.1.3 wie 5.1.1.2, jedoch h = 16,5 cm / h = 13 cm (Gruppe 6), (Variante)

5.2.1.1.4 S666166, h = 23 cm (Gruppe 1)

5.2.1.1.4.1 Untergruppe $\nu = 0,2$

5.2.1.1.4.2 Untergruppe $\nu = 0$

5.2.1.1.5 S wie 5.1.1.4 mit Schubverzerrung (Gruppe 7)

5.2.1.1.5.1 Untergruppe $\nu = 0,2$

5.2.1.1.5.2 Untergruppe $\nu = 0$

5.2.1.2 Elastische Linienlagerung

- 5.2.1.2.1 E, $h = 23$ cm (Gruppe 1)
 - 5.2.1.2.1.1 Untergruppe $v = 0,2$
 - 5.2.1.2.1.2 Untergruppe $v = 0$
- 5.2.1.2.2 E wie 5.2.1.1.2 (Gruppe 6)
- 5.2.1.2.3 E wie 5.2.1.1.4 (Gruppe 1)
 - 5.2.1.2.3.1 Untergruppe $v = 0,2$
 - 5.2.1.2.3.2 Untergruppe $v = 0$
- 5.2.1.2.4 E wie 5.2.1.1.5 mit Schubverzerrung (Gruppe 7)
 - 5.2.1.2.4.1 Untergruppe $v = 0,2$
 - 5.2.1.2.4.2 Untergruppe $v = 0$

5.2.1.3 Punktstützung

- 5.2.1.3.1 P, $h = 23$ cm (Gruppe 1)
 - 5.2.1.3.1.1 Untergruppe $v = 0,2$
 - 5.2.1.3.1.2 Untergruppe $v = 0$
- 5.2.1.3.2 P wie 5.2.1.1.2 (Gruppe 6)
- 5.2.1.3.3 P wie 5.2.1.1.2 jedoch $h = 22$ cm / $h = 18$ cm (Gruppe 6), (Variante)
- 5.2.1.3.4 P wie 5.2.1.1.4 (Gruppe 1)
 - 5.2.1.3.4.1 Untergruppe $v = 0,2$
 - 5.2.1.3.4.2 Untergruppe $v = 0$
- 5.2.1.3.5 P wie 5.2.1.1.5 mit Schubverzerrung (Gruppe 7)
 - 5.2.1.3.5.1 Untergruppe $v = 0,2$
 - 5.2.1.3.5.2 Untergruppe $v = 0$

5.2.2 4 x 4 - Raster

S 16, sonst wie 5.2.1.1.1.2 (Gruppe 5)

5.2.3 3 x 3 - Raster

S 9, sonst wie 5.2.1.1.1.2 (Gruppe 5)

5.2.4 2 x 2 - Raster

S 4, sonst wie 5.2.1.1.1.2 (Gruppe 5)

5.2.5 2 x 5 - Raster

Systeme entsprechend Gruppe 2, exemplarische Darstellung für S, E, P und $v = 0$

5.2.6 1 x 5 - Raster

Systeme entsprechend Gruppe 3, sonst wie Abschnitt 5.2.5

Die einachsige gespannten Durchlaufsysteme entsprechend Gruppe 8 (Anlage 2) werden nicht abgedruckt, da ihre Stützweiten Gruppe 1 (Anlage 2) entsprechen.

5.3 Darstellung der Ergebnisse

Es werden zu Ziff. 5.2.1 exemplarisch Plattensysteme S, E, P für x- und y- Richtung sowie für $\nu = 0$ grafisch dargestellt. Alle Kombinationen sind im Dateiverzeichnis Gruppe 1 – 8 (Anlage 2) abgelegt.

Die in Abschnitt 5.3.1.1 bis 5.3.1.3 beispielhaft dargestellten Plattensysteme zeigen zwischen starrer und elastischer Linienlagerung nur geringe Unterschiede bei den Momentennullpunktabständen im 5×5 – Raster. Für die Punktstützung werden im Gegensatz dazu die Werte geringfügig kleiner, da die Stützenmomente im Vergleich zur Linienlagerung größer werden. In Abschnitt 5.3.2 bis 5.3.6 sind die Verhältnisse bei den übrigen gewählten Rastern ähnlich.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Anlage 3.1 – 3.6 tabellarisch aufbereitet und in Anlage 3.7 grafisch dargestellt. Diejenigen Plattensysteme, die auszugsweise abgedruckt wurden, sind in den Tabellen 3.1 – 3.4 von Anlage 3 fett gekennzeichnet.

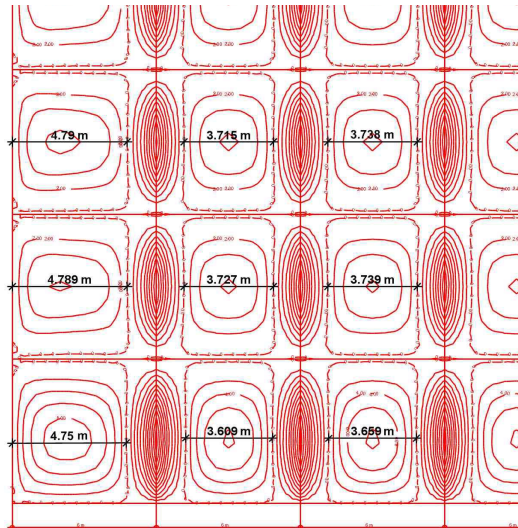
Es fällt in Anlage 3.7 auf, dass die Maximalwerte der Momentennullpunktabstände überwiegend in der Stützweitenkombination 1 (entsprechend Tafel 3.1) in der Nähe von $l_y/l_x = 1,0$ bzw. $b/l = 1,0$ auftreten.

5.3.1 Momentennullpunktabstände 5 x 5 - Raster

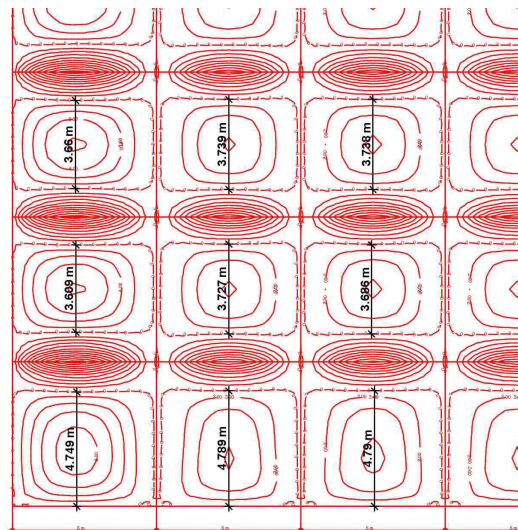
5.3.1.1 Starre Linienlagerung

(S) $h = 23 \text{ cm}$, Untergruppe Ziff. 5.2.1.1.1.2, $\nu = 0$

Dateiverzeichnis Gruppe 1 Ziff. 1.1.2



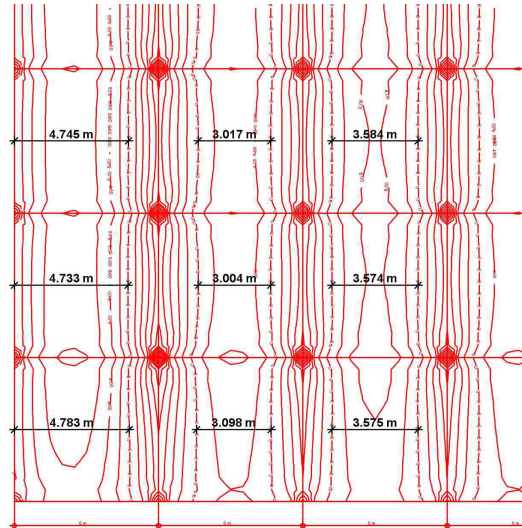
System S11111160NX; $l_x=l_y=6,0 \text{ m}$; 60% q; Nullstellend. ; x-Richtung



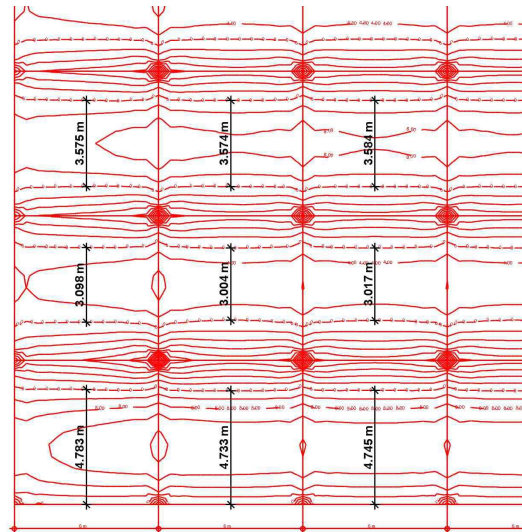
System S11111160NY; $l_x=l_y=6,0 \text{ m}$; 60% q; Nullstellend. ; y-Richtung

5.3.1.2 Elastische Linienlagerung (E) $h = 23$ cm, Untergruppe Ziff. 5.2.1.2.1.2, $\nu = 0$

Dateiverzeichnis Gruppe 1 Ziff. 1.2.2



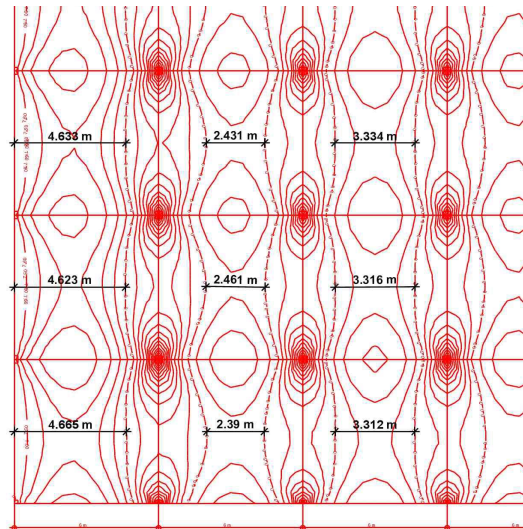
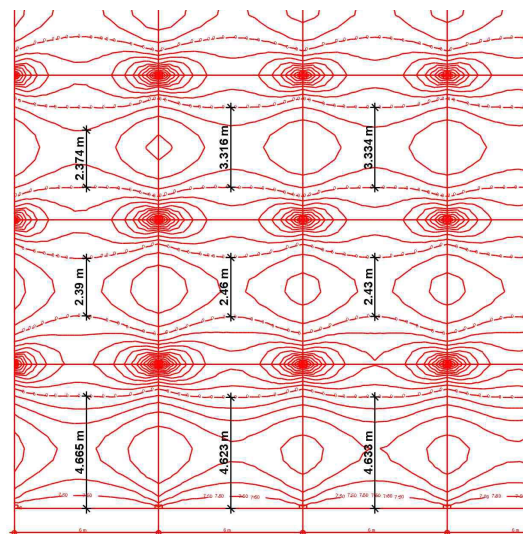
System E11111160NX; $l_x=l_y=6,0$ m; 60% q; Nullstellend. ; x-Richtung



System E11111160NY; $l_x=l_y=6,0$ m; 60% q; Nullstellend. ; y-Richtung

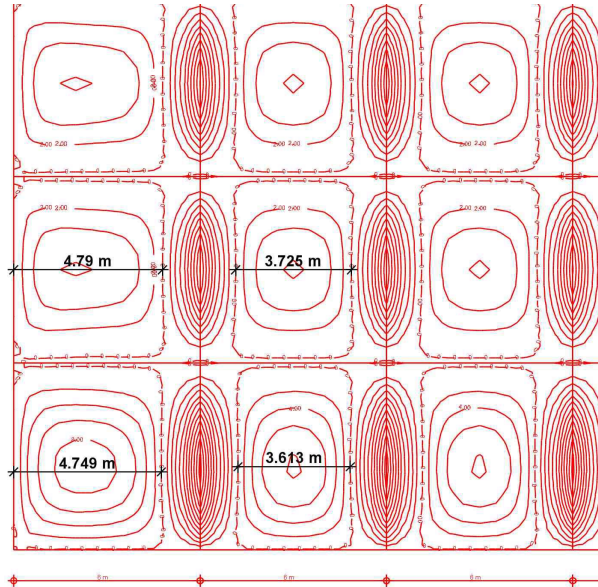
5.3.1.3 Punktstützung (P), $h = 23$ cm, Untergr. Ziff. 5.2.1.3.1.2, $\nu = 0$

Dateiverzeichnis Gruppe 1 Ziff. 1.3.2

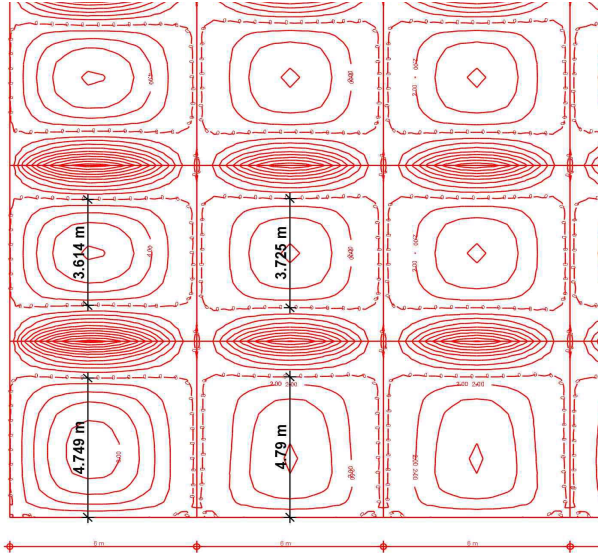
System P11111160NX; $l_x=l_y=6,0$ m; 60% q; Nullstellend. ; x-RichtungSystem P11111160NY; $l_x=l_y=6,0$ m; 60% q; Nullstellend. ; y-Richtung

5.3.2 Starre Linienlagerung 4 x 4 –Raster, S16, $v = 0$

Dateiverzeichnis Gruppe 5 Ziff. 5.1



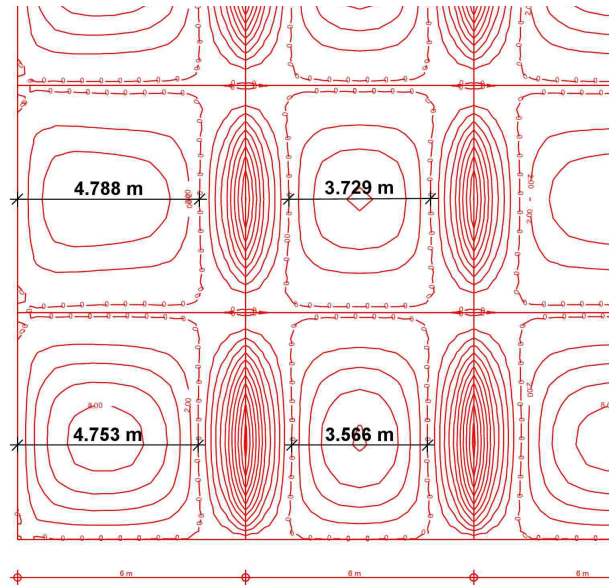
System S1611111160NX; $l_x=l_y=6,0$ m; 60% q; Nullstellend. ; x-Richtung



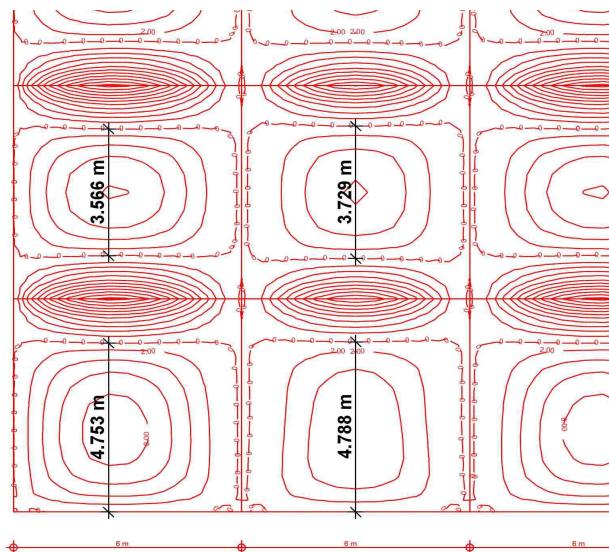
System S1611111160NY; $l_x=l_y=6,0$ m; 60% q; Nullstellend. ; y-Richtung

5.3.3 Starre Linienlageung 3 x 3 - Raster, S9, $v = 0$

Dateiverzeichnis Gruppe 5 Ziff. 5.2



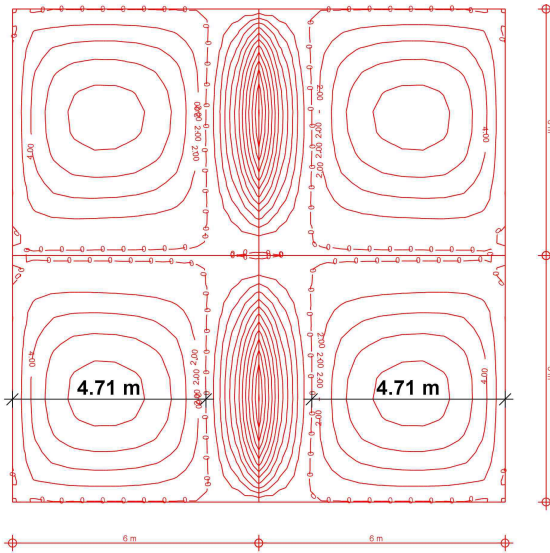
System S911111160NX; $l_x=l_y=6,0$ m; 60% q; Nullstellend. ; x-Richtung



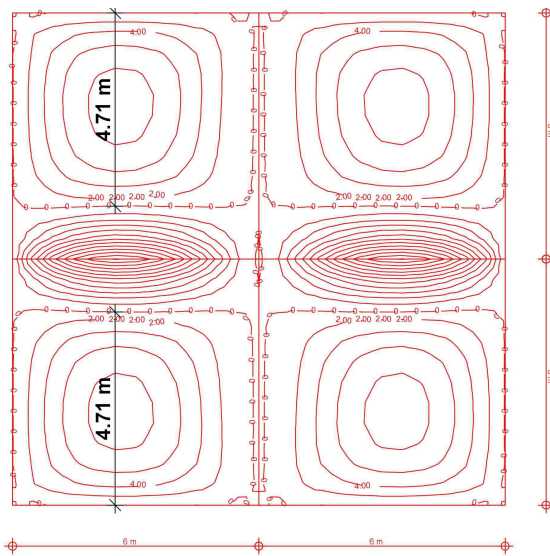
System S911111160NY; $l_x=l_y=6,0$ m; 60% q; Nullstellend. ; y-Richtung

5.3.4 Starre Linienlagerung 2 x 2 - Raster, S4, $v = 0$

Dateiverzeichnis Gruppe 5 Ziff. 5.3



System S4111160NX; $l_x=l_y=6,0$ m; 60% q; Nullstellend. ; x-Richtung

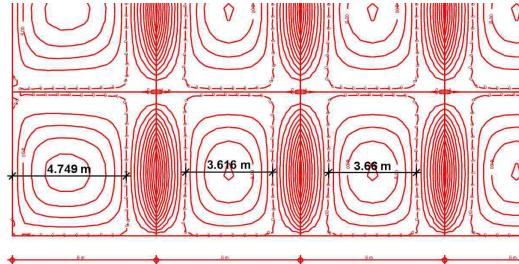


System S4111160NY; $l_x=l_y=6,0$ m; 60% q; Nullstellend. ; y-Richtung

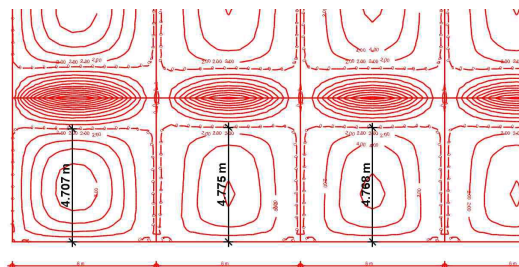
5.3.5 Momentennullpunktabstände 2 x 5 – Raster, $\nu = 0$

5.3.5.1 Starre Linienlagerung

Dateiverzeichnis Gruppe 2, Ziff. 2.1.2 starr (S), $\nu = 0$



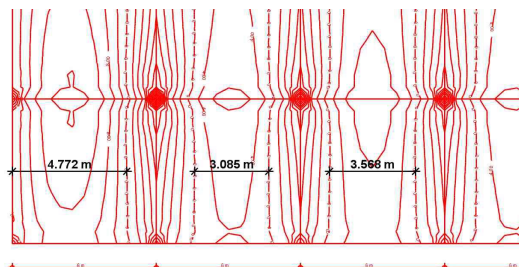
System S1111160NX; $l_x=l_y=6,0$ m; 60% q; Nullstellend. ; x-Richtung



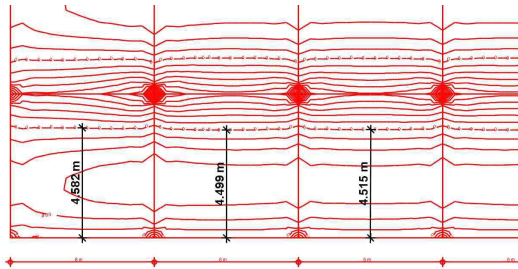
System S1111160NY; $l_x=l_y=6,0$ m; 60% q; Nullstellend. ; y-Richtung

5.3.5.2 Elastische Linienlagerung

Dateiverzeichnis Gruppe 2, Ziff. 2.2.2 elastisch (E), $\nu = 0$



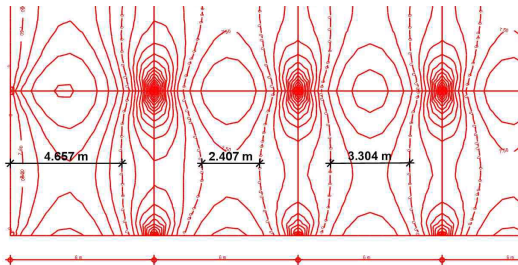
System E1111160NX; $l_x=l_y=6,0$ m; 60% q; Nullstellend. ; x-Richtung



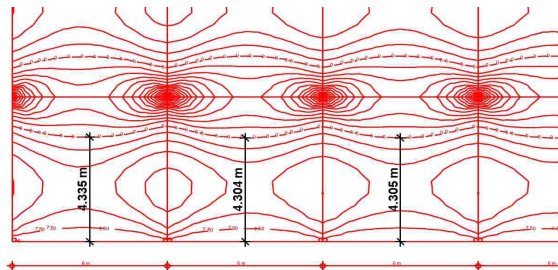
System E1111160NY; $l_x=l_y=6,0$ m; 60% q; Nullstellend. ; y-Richtung

5.3.5.3 Punktstützung

Dateiverzeichnis Gruppe 2, Ziff. 2.3.2 punktgestützt (P), $v = 0$



System P1111160NX; $l_x=l_y=6,0$ m; 60% q; Nullstellend. ; x-Richtung

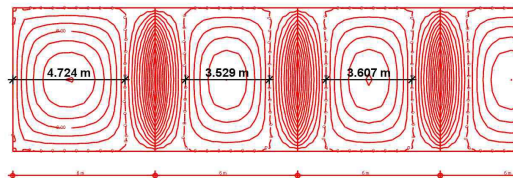


System P1111160NY; $l_x=l_y=6,0$ m; 60% q; Nullstellend. ; y-Richtung

5.3.6 Momentennullpunktabstände 1 x 5 – Raster, $\nu = 0$

5.3.6.1 Starre Linienlagerung

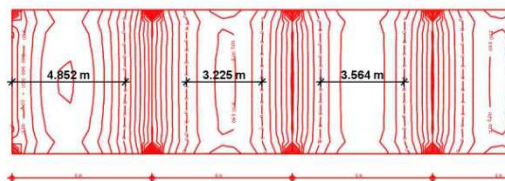
Dateiverzeichnis Gruppe 3, Ziff. 3.1.2 starr (S), $\nu = 0$



System S111160NX; $l_x=l_y=6,0$ m; 60% q; Nullstellend. ; x-Richtung

5.3.6.2 Elastische Linienlagerung

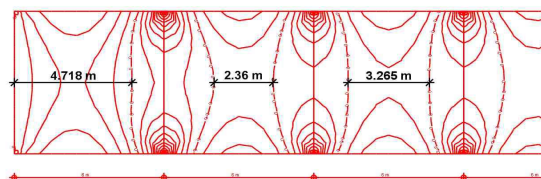
Dateiverzeichnis Gruppe 3, Ziff. 3.2.2 elastisch (E), $\nu = 0$



System E111160NX; $l_x=l_y=6,0$ m; 60% q; Nullstellend. ; x-Richtung

5.3.6.3 Punktstützung

Dateiverzeichnis Gruppe 3, Ziff. 3.3.2 punktgestützt (P), $\nu = 0$



System P111160NX; $l_x=l_y=6,0$ m; 60% q; Nullstellend. ; x-Richtung

5.4 Vergleich der Abstände der Momentennullpunkte bei feldweise unterschiedlichen Deckendicken

In Anlage 4 sind die Abstände der Momentennullpunkte bei den vorgestellten Plattensystemen aufgelistet und Unterschiede, die 1 % überschreiten, dokumentiert worden. Sie ergeben sich aus dem Modell in Abschnitt 5.2.1.1.1 bis 5.2.1.1.3, 5.2.2 bis 5.2.4 (S), 5.2.1.2.1 – 5.2.1.2.2 (E), 5.2.1.3.1 – 5.2.1.3.3 (P).

In Anlage 4.1 weichen bei starrer Stützung die Abstände im Einzelfall bis 1,4 % ab, in Anlage 4.2 (elastische Stützung) sind die Verhältnisse ähnlich. Es gibt jedoch im Übergang vom Randfeld zum ersten Innenfeld (Deckendicken 15 cm bzw. 18 cm im Verhältnis zu 23 cm) einzelne Abweichungen bis zu 10 %. Allerdings ergeben sich die Unterschiede bei Momentennullpunktabständen von ca. 3,00 m zu 3,30 m. Der Einfluß auf die Deckendicke ist im Hinblick auf $\alpha_i < 0,6$ unerheblich.

In Anlage 4.3 ist bei Punktstützung und geringeren Unterschieden der betrachteten Deckendicken nur in einem Feld eine Abweichung von 6,3 % im Übergang, im Übrigen variieren die Werte zwischen 1 % und 2,5 %.

Insgesamt gilt bei der Vielzahl der ermittelten Werte, dass der Einfluß der Durchbiegungen an Modellen mit feldweise unterschiedlichen Dicken im Verhältnis zu konstanten Dicken sehr gering ist. Die errechneten Abminderungsfaktoren am Grundmodell haben damit Bestand; die konstanten Deckendicken lassen in der weiteren Berechnung bessere Vergleichbarkeit zu.

5.5 Der Einfluss der Schubverzerrung

In Anlage 5 sind die Ergebnisse ebenfalls aus den Modellen Abschnitt 5.2.1.1.4 – 5.2.1.1.5 (S), 5.2.1.2.3 – 5.2.1.2.4 (E), 5.2.1.3.4 – 5.2.1.3.5 (P) zusammengestellt. Es werden nur Abweichungen über 1 % gekennzeichnet.

In Anlage 5.1 liegen die Abweichungen bei max. 2,3 %, bei Berücksichtigung der Schubverzerrung werden die Abstände also geringfügig kleiner. In Anlage 5.2 sind die Abweichungen bei elastischer Stützung im Allgemeinen < 1 %, in 2 Fällen bis 5,5 %. Bei Punktstützung entsprechend Anlage 5.3 sind die Verhältnisse ähnlich bis 5,2 % Abweichung (einzelner Fall).

Die Berücksichtigung der Schubverzerrung bedeutet in Einzelfällen eine vernachlässigbare Verringerung der Momentennullpunktabstände. Für die weitere Betrachtung darf dieser Einfluss unberücksichtigt bleiben.

6 Auswertung der ermittelten Momentennullpunktabstände

6.1 Allgemeines

Zur Bestimmung der Biegeschlankheit für konstante Deckendicke und ohne Schubverzerrung sind entsprechend Abschnitt 2.2 die Momentennullpunkte unter quasi-ständiger Belastung für die nach Abschnitt 3.2 dargestellten Plattensysteme berechnet worden. Die einzelnen Systeme wurden so angelegt, dass für zweiachsig gespannte (kreuzweise) Platten nicht nur die verschiedenen Lagerungsbedingungen, sondern auch die unterschiedlichen Einspannungsverhältnisse bei Durchlaufsystemen mit unterschiedlichen Stützweiten und Seitenverhältnissen l_y/l_x erfasst werden.

Die Ergebnisse werden nachfolgend im Einzelnen vorgestellt. Grundsätzlich ergeben sich Abweichungen zu Tab. 22, Abschnitt 11.3.2 *DIN 1045-1* [10]. Sie betreffen zum einen den Unterschied durch die Verwendung der Querkontraktionszahl $\nu = 0$ und $\nu = 0,2$ und zum anderen die Größe des Abminderungsfaktors α_i in Abhängigkeit vom Plattenverhältnis. Man kann sagen, dass bei schlanken Platten für $l_y/l_x \leq 0,7$ und $\nu = 0$ die Werte von Tabelle 22 zutreffen. Für gedrungene Platten ab $l_y/l_x \geq 0,7$ sind zum Teil erhebliche Abweichungen von α_i festzustellen. Die Abweichungen werden dann als bedeutend angesehen, wenn sie mit der Länge l_i beim Schlankheitskriterium rechnerisch mehr als 1 cm Erhöhung der Betondicke verursachen.

Beispielsweise nach *DIN 1045-1* [10]

$$l_i/h = \frac{0,60 \cdot 6,0}{35} = 0,102 \text{ m} \quad (6.1)$$

$$l_i/h = \frac{0,65 \cdot 6,0}{35} = 0,111 \text{ m} \quad (6.2)$$

bzw.

$$l_i/h = \frac{0,80 \cdot 6,0}{35} = 0,137 \text{ m} \quad (6.3)$$

$$l_i/h = \frac{0,85 \cdot 6,0}{35} = 0,146 \text{ m} \quad (6.4)$$

Bei erhöhter Anforderung

$$l_i/h = \frac{(0,60 \cdot 6,0)^2}{150} = 0,086 \text{ m} \quad (6.5)$$

$$l_i/h = \frac{(0,65 \cdot 6,0)^2}{150} = 0,101 \text{ m} \quad (6.6)$$

bzw.

$$l_i/h = \frac{(0,80 \cdot 6,0)^2}{150} = 0,154 \text{ m} \quad (6.7)$$

$$l_i/h = \frac{(0,85 \cdot 6,0)^2}{150} = 0,173 \text{ m} \quad (6.8)$$

Sowohl bei der kürzeren als auch bei der längeren Stützweite kann für die ideale Länge die x-Richtung oder die y-Richtung maßgebend werden.

Ausgewählt werden alle diejenigen (unterschiedlich großen) α_i , die das genannte Erhöhungskriterium erfüllen. Es wird in $l_y/l_x < 0,7$ und $> 1,4$ sowie für $0,7 < l_y/l_x < 1,4$ unterschieden.

6.2 Abminderungsfaktoren im 5 x 5 – Raster

6.2.1 Liniengelagerte Platten

Entsprechend Abschnitt 3.2 Bild 3.3 werden die Felder A3 bis A5, B3 bis B5, C3 bis C5 aus Symmetriegründen ausgewählt.

Die Maximalwerte sind aus Anlage 3.1 und Anlage 3.7, Tafel S1 – S11, E1 – E11 entnommen und in Tabelle 6.1 gerundet zusammengefasst. Es zeigt sich, dass die α_i -Werte teilweise über den Werten von *DIN 1045-1* [10] Tabelle 22 liegen, so dass zweiachsig gespannte Durchlaufplatten über die Biegeschlankheit nicht zutreffend dimensioniert werden können, da sie im Prinzip nicht dünner würden als einachsig gespannte Systeme. Dazu wird für 1/250 bzw. 1/500 die Durchbiegung im Zustand II als Korrektiv notwendig.

Die Abweichungen sind bei $\nu = 0,2$ ausgeprägter als bei $\nu = 0$. Dabei fallen die Werte elastisch gelagerter Platten noch stärker ins Gewicht.

Tabelle 6.1: Abminderungsfaktoren S, E im 5 x 5 - Raster

y Typ x	Lagerung	v = 0			v = 0,2		
		$\alpha_{i\ vorh}$	$\alpha_{i\ Norm}$	$\alpha_{i\ gew}$	$\alpha_{i\ vorh}$	$\alpha_{i\ Norm}$	$\alpha_{i\ gew}$
B3, B4 C3, C4 6	$S_{x=y}$	0,625	0,6	0,65	0,646	0,6	0,65
	$E_{x=y}$	0,61	0,6	0,61	0,74	0,6	0,74
A3, A4 5	S_x	$\leq 0,80$	0,8	0,80	0,81	0,8	0,81
	S_y	0,61	0,6	0,61	0,625	0,6	0,63
	E_x	0,85	0,8	0,85	0,89	0,8	0,89
	E_y	$\leq 0,60$	0,6	0,60	0,83	0,6	0,83
B5 5	S_x	$\leq 0,60$	0,6	0,60	$\leq 0,60$	0,6	0,60
	S_y	$\leq 0,80$	0,8	0,80	0,811	0,8	0,82
	E_x	$\leq 0,60$	0,6	0,60	0,648	0,6	0,65
	E_y	0,835	0,8	0,84	0,885	0,8	0,89
C5 5	S_x	$\leq 0,60$	0,6	0,60	$\leq 0,60$	0,6	0,60
	S_y	$\leq 0,80$	0,8	0,80	0,811	0,8	0,82
	E_x	$\leq 0,60$	0,6	0,60	$\leq 0,60$	0,6	0,60
	E_y	0,835	0,8	0,84	0,885	0,8	0,89
A5 4	$S_{x=y}$	$\leq 0,80$	0,8	0,80	$\leq 0,80$	0,8	0,80
	E_x	0,86	0,8	0,86	0,91	0,8	0,91
	E_y	0,85	0,8	0,85	0,96	0,8	0,96

6.2.2 Punktgestützte Platten

Die Maximalwerte sind aus Anlage 3.2 und Anlage 3.7 Tafel P1 – P8 entnommen und in Tabelle 6.2 gerundet zusammengefasst.

Tabelle 6.2: Abminderungsfaktoren P im 5 x 5 - Raster

y Typ x	Lagerung	v = 0			v = 0,2		
		$\alpha_{i\ vorh}$	$\alpha_{i\ Norm}$	$\alpha_{i\ gew}$	$\alpha_{i\ vorh}$	$\alpha_{i\ Norm}$	$\alpha_{i\ gew}$
B3, B4 C4 6	P_x	$\leq 0,70$	0,7	0,70	0,70	0,7	0,70
	P_y	$\leq 0,70$	0,7	0,70	0,70	0,7	0,70
C3 6	P_x	$\leq 0,70$	0,7	0,70	0,81	0,7	0,81
	P_y	$\leq 0,70$	0,7	0,70	0,81	0,7	0,81
A3, A4 5	P_x	0,805	0,9	0,80	0,87	0,9	0,90
	P_y	0,78	0,7	0,80	0,84	0,7	0,84
B5 5	P_x	$\leq 0,70$	0,7	0,70	$\leq 0,70$	0,7	0,70
	P_y	0,805	0,9	0,81	0,845	0,9	0,85
C5 5	P_x	$\leq 0,70$	0,7	0,70	0,70	0,7	0,70
	P_y	$\leq 0,90$	0,9	0,90	$\leq 0,90$	0,9	0,90
A5 4	P_x	$\leq 0,80$	0,9	0,80	0,88	0,9	0,88
	P_y	$\leq 0,80$	0,9	0,80	0,87	0,9	0,87

Die α_i -Werte entsprechen weitgehend den Normwerten von *DIN 1045-1* [10], Tabelle 22 für C20/25, sie weichen für $v = 0,2$ teilweise ab.

6.3 Abminderungsfaktoren im 4 x 4 -, 3 x 3 - und 2 x 2 - Raster

Die Momentennullpunktabstände wurden zum Vergleich nur bei starrer Lagerung und für $I_y/I_x = 1,0$ ermittelt. Die Abminderungsfaktoren sind aus Abschnitt 5.2 – 5.4 direkt entnommen und in Tabelle 6.3 für die Platten 4 – 6 zusammengestellt. Sie wurden nicht in die Anlage 3 aufgenommen. Im Ergebnis zeigt sich, dass die Werte von Tabelle 6.1 bzw. 6.4 verwendet werden können.

Tabelle 6.3: Abminderungsfaktoren im 4 x 4 -, 3 x 3 - und 2 x 2 - Raster

Raster	Platte	x – Ri.	y – Ri.	Vergleich
4 x 4	4	0,792	0,792	Tab. 6.4
3 x 3		0,792	0,792	
2 x 2		0,785	0,785	
4 x 4	5	0,602	0,798	Tab. 6.4
3 x 3		0,594	0,798	
4 x 4	5	0,798	0,602	Tab. 6.4
3 x 3		0,798	0,594	
4 x 4	6	0,821	0,621	Tab. 6.1
3 x 3		0,622	0,622	

6.4 Abminderungsfaktoren im 2 x 5 - Raster

Die Maximalwerte sind Anlage 3.3 und Anlage 3.7 Tafeln S, E, P entnommen und in Tabelle 6.4 gerundet zusammengefaßt.

Tabelle 6.4: Abminderungsfaktoren im 2 x 5 - Raster S, E

y Typ x	Lag.	v = 0			v = 0,2		
		$\alpha_{i\ vorh}$	$\alpha_{i\ Norm}$	$\alpha_{i\ gew}$	$\alpha_{i\ vorh}$	$\alpha_{i\ Norm}$	$\alpha_{i\ gew}$
A5 4	S_x	$\leq 0,80$	0,8	0,80	$\leq 0,80$	0,8	0,80
	S_y	$\leq 0,80$	0,8	0,80	$\leq 0,80$	0,8	0,80
	E_x	0,86	0,8	0,86	0,91	0,8	0,91
	E_y	0,83	0,8	0,83	0,90	0,8	0,90
B5 5	S_x	0,62	0,6	0,62	0,62	0,6	0,62
	S_y	$\leq 0,80$	0,8	0,80	0,82	0,8	0,82
	E_x	0,83	0,6	0,83	0,60	0,6	0,60
	E_y	0,885	0,8	0,90	0,925	0,8	0,93
C5 5	S_x	$\leq 0,60$	0,6	0,60	0,63	0,6	0,63
	S_y	$\leq 0,80$	0,8	0,80	0,82	0,8	0,82
	E_x	$\leq 0,60$	0,6	0,60	$\leq 0,60$	0,6	0,60
	E_y	$\leq 0,825$	0,8	0,83	0,885	0,8	0,90
Abminderungsfaktoren im 2 x 5 – Raster P							
A5	P_x	$\leq 0,90$	0,9	0,90	0,866	0,9	0,90
	P_y	$\leq 0,90$	0,9	0,90	0,833	0,9	0,90
B5	P_x	$\leq 0,70$	0,7	0,70	$\leq 0,70$	0,7	0,70
	P_y	$\leq 0,90$	0,9	0,90	$\leq 0,90$	0,9	0,90
C5	P_x	$\leq 0,70$	0,7	0,70	0,848	0,7	0,85
	P_y	$\leq 0,90$	0,9	0,90	$\leq 0,90$	0,9	0,90

Die α_i -Werte weichen nicht stärker ab als im Abschnitt 6.1.

6.5 Abminderungsfaktoren im 1 x 5 - Raster

Die Maximalwerte sind Anlage 3.4 und Anlage 3.7 Tafeln S, E, P entnommen und in Tabelle 6.5 gerundet zusammengefaßt.

Tabelle 6.5: Abminderungsfaktoren S, E im 1 x 5 - Raster

y ↑ Typ → x	Lag.	v = 0			v = 0,2		
		$\alpha_{i\ vorh}$	$\alpha_{i\ Norm}$	$\alpha_{i\ gew}$	$\alpha_{i\ vorh}$	$\alpha_{i\ Norm}$	$\alpha_{i\ gew}$
„Außen“ 2	S_x	$\leq 0,80$	0,8	0,80	$\leq 0,80$	0,8	0,80
	S_y	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	E_x	0,86	0,8	0,86	0,97	0,8	0,97
	E_y	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
„Rand“ 3	S_x	$\leq 0,60$	0,6	0,60	0,65	0,6	0,65
	S_y	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	E_x	$\leq 0,60$	0,6	0,60	0,78	0,6	0,78
	E_y	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
„Innen“ 3	S_x	$\leq 0,60$	0,6	0,60	0,65	0,6	0,65
	S_y	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	E_x	$\leq 0,60$	0,6	0,60	0,60	0,6	0,60
	E_y	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Abminderungsfaktoren P im 1 x 5 – Raster							
„Außen“ A5 2	P_x	0,80	0,9	0,90	0,90	0,9	0,90
	P_y	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
„Rand“ B5 3	P_x	$\leq 0,70$	0,7	0,70	$\leq 0,70$	0,7	0,70
	P_y	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
„Innen“ C5 3	P_x	$\leq 0,70$	0,7	0,70	0,70	0,7	0,70
	P_y	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

6.6 Abminderungsfaktoren bei zweiachsig vollingespannten Einfeldplatten

Die Maximalwerte sind Anlage 3.5 und Anlage 3.7 Tafeln S, E, P entnommen und in Tabelle 6.6 gerundet zusammengefaßt.

Tabelle 6.6: Abminderungsfaktoren S, E Einfeldplatten

y Typ ↑ x →	Lagerung	v = 0			v = 0,2		
		$\alpha_{i\ vorh}$	$\alpha_{i\ Norm}$	$\alpha_{i\ gew}$	$\alpha_{i\ vorh}$	$\alpha_{i\ Norm}$	$\alpha_{i\ gew}$
6	S_x	$\leq 0,60$	0,6	0,65	$\leq 0,60$	0,6	0,65
	S_y	0,624	0,6	0,65	0,644	0,6	0,65
	E_x	$\leq 0,60$	0,6	0,60	0,656	0,6	0,65
	E_y	$< 0,60$	0,6	0,60	$\leq 0,60$	0,6	0,65
5	S_x	$\leq 0,60$	0,6	0,60	$\leq 0,60$	0,6	0,60
	S_y	$\leq 0,80$	0,8	0,80	$\leq 0,80$	0,8	0,80
	E_x	$\leq 0,60$	0,6	0,60	$\leq 0,60$	0,6	0,60
	E_y	$\leq 0,80$	0,8	0,80	$\leq 0,80$	0,8	0,80
4	$S_{x=y}$	$\leq 0,80$	0,8	0,80	$\leq 0,80$	0,8	0,80
	$E_{x=y}$	$\leq 0,80$	0,8	0,80	0,805	0,8	0,80
3	S_x	$\leq 0,60$	0,6	0,60	$\leq 0,60$	0,6	0,60
	S_y	$\leq 0,60$	0,6	0,60	0,65	0,6	0,65
	E_x	$\leq 0,60$	0,6	0,60	0,80	0,6	0,80
	E_y	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
2	S_x	$\leq 0,80$	0,8	0,80	0,863	0,8	0,85
	E_x	0,815	0,8	0,82	0,915	0,8	0,92
	$S_y = E_y$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Für P liegen alle Werte unter $\alpha_i = 0,7/0,9$

6.7 Abminderungsfaktoren bei einachsig gespannten Durchlaufplatten

Die Maximalwerte sind Anlage 3.6 und Anlage 3.7 Tafeln S, E, P entnommen und in Tabelle 6.7 gerundet zusammengefaßt.

Die Berechnung ist im Dateiverzeichnis Gruppe 8 (Anlage 2) abgelegt und wird hier nicht ausgedruckt.

Tabelle 6.7: Abminderungsfaktoren S, E, P einachsiger gespannter Durchlaufsysteme

y Typ x	Lagerung	v = 0			v = 0,2		
		$\alpha_{i\ vorh}$	$\alpha_{i\ Norm}$	$\alpha_{i\ gew}$	$\alpha_{i\ vorh}$	$\alpha_{i\ Norm}$	$\alpha_{i\ gew}$
Randfeld	S	0,85	0,8	0,85	0,85	0,8	0,85
	E	0,85	0,8	0,85	0,90	0,8	0,90
	P	0,87	0,9	0,90	0,95	0,9	0,95
Mittelfeld	S	0,67	0,6	0,67	0,67	0,6	0,67
	E	0,67	0,6	0,67	0,75	0,6	0,75
	P	0,70	0,7	0,7	0,95	0,7	0,95

Die Abminderungsfaktoren liegen größtenteils über den Werten von *DIN 1045-1* [10].

6.8 Abminderungsfaktoren bei volleingespannten Einfeldplatten

Die Werte werden in Tabelle 6.8 zusammen- und in Anlage 6 grafisch dargestellt. Die Berechnung ist im Dateiverzeichnis Gruppe 14 (Anlage 2) abgelegt.

Tabelle 6.8: Abminderungsfaktoren l_i/l von Einfeldplatten

Einseitige Einspannung $\alpha_i = 0,8$					Zweiseitige Einspannung $\alpha_i = 0,6$				
b/l_x	v = 0,2		v = 0		b/l_x	v = 0,2		v = 0	
0,4	SGE2	0,748	SGE20	0,748	0,4	SEE2	0,579	SEE20	0,577
0,5	SGE	0,748	SGE0	0,748	0,5	SEE	0,578	SEE0	0,577
0,5*	SGEZ	0,748	SGEZ0	0,748	0,5*	SEEZ	0,577	SEEZ0	0,577

Es bedeuten beispielhaft für $v = 0,2$ und einseitige Volleinspannung:

- SGE2 starre Lagerung, links gelenkig, rechts volleingespannt, $b/l = 0,4$
- SGE wie vor, $b/l = 0,5$
- SGEZ wie SGE ohne Zuglager in den gelenkig gelagerten Ecken

Die sich sinngemäß für $v = 0$ und für zweiseitige Einspannung ergebenden Bezeichnungen sind Gruppe 14 (Anlage 2) zu entnehmen.

6.9 Zusammenfassung

In Abschnitt 5.4 konnte gezeigt werden, dass trotz unterschiedlicher Deckendicken im Raster die Abstände der Momentennullpunkte nur geringfügig von denen mit konstanter Dicke abweichen, so dass die am Grundmodell errechneten Abminderungsfaktoren gültig bleiben. Ebenso zeigt Abschnitt 5.5, dass im Rahmen üblicher Deckendicken der Einfluß der Schubverzerrung unerheblich ist.

Die α_i -Werte der Norm beziehen sich auf den einseitig bzw. zweiseitig starr gelagert volleingespannten Einfeldbalken mit Linienlagerung. Für schlanke Einfeldplatten ($l_y/l_x \leq 0,5$ bzw. $0,6$) entspr. Tab. 6.8 sind die Werte ebenfalls gültig.

Bei starr liniengelagerten zweiachsig gespannten Einfeldplatten gelten die bisherigen Faktoren nicht durchgängig, für elastisch gelagerte teilweise. Die Angaben von Tabelle 22 *DIN 1045-1* [10] gelten streng genommen nur für den Plattentyp 2 und 3 bei starrer Lagerung, für die Typen 4 - 6 nur sinngemäß, bei Gültigkeit der kürzeren Stützweite. Bei Einspannungen gilt der Volleinspannzustand.

Für punktgestützte Einfeldplatten liegen die Werte teilweise unter $\alpha_i = 0,7/0,9$ (Tab. 6.6).

Unter diesen Randbedingungen erschien es sinnvoll, zweiachsig gespannte Mehrfeldplatten unterschiedlicher Platten- und Stützweitenverhältnisse in Abhängigkeit vom Auflagerungszustand (starr, elastisch, punktgestützt) näher zu betrachten. Im Ergebnis zeigen sich überwiegend größere α_i -Werte als vergleichbare in den Normen. Die neuesten Fassungen von [10] und [13] ändern dieses Ergebnis nur geringfügig.

Auch der Unterschied im Tragverhalten bei verschiedenen Querkontraktionszahlen ν spiegelt sich in den Abminderungsfaktoren wieder. Dabei sind Momentenunterschiede bei unterschiedlichen Querkontraktionszahlen so deutlich wie bei *Laermann* [32], [33] und *Rombach* [42], [43] erläutert. Inwiefern diese Unterschiede bei der Berechnung und Bemessung im Zustand II weiterhin voll gültig sind, wird in Abschnitt 8 bis 10 untersucht und beschrieben.

Letzlich soll der Vergleich für einachsig gespannte Mehrfeldplatten bei gleichen Voraussetzungen die Größenordnung der α_i -Werte absichern.

Es zeigt sich also abschließend, dass für die Bestimmung der Deckenschlankheit ohne Berechnung die Abminderungsfaktoren für zweiachsig gespannte Platten zu große Deckendicken ergeben. Eine sinnvolle Korrektur bezogen auf $1/250$ bzw. $1/500$ kann mit den erhaltenen Faktoren nicht erreicht werden. Diese kann nur über die Berechnung der Durchbiegung im

Zustand II für die gesamte Lastgeschichte, also unter Einfluß von Schwinden und Kriechen erfolgen.

Die ermittelten Abminderungsfaktoren für die Deckenschlankheit zum Zeitpunkt $t = 0$ sind für einachsig gespannte Mehrfeldplatten in Tabelle 6.7, diejenigen für zweiachsig gespannte in Tabelle 6.9 zur Orientierung zusammengefaßt.

Tabelle 6.9: Vergleich der ermittelten Abminderungsfaktoren für $0,7 < \frac{v}{l_x} < 1,4$

x	starr gelagert				elastisch gelagert				punktgestützt C20/25																
	α_{i0}	$\frac{l_i}{d}$	$\frac{l_i}{d}$	$\frac{l_i}{d}$	α_{i0}	$\frac{l_i}{d}$	$\frac{l_i}{d}$	$\frac{l_i}{d}$	α_{i0}	$\frac{l_i}{d}$	$\frac{l_i}{d}$	$\frac{l_i}{d}$	$\frac{l_i}{d}$	$\alpha_{i0,2}$	$\frac{l_i}{d}$	$\frac{l_i}{d}$	$\frac{l_i}{d}$								
6	X	0,65	0,6	54	58	0,65	0,6	54	58	0,61	0,6	57	58	0,74	0,6	47	58	0,70	0,7	50	50	0,85	0,7	41	50
	Y	0,63	0,6	56	58	0,65	0,6	50	54	0,61	0,6	50	58	0,74	0,6	50	58	0,70	0,7	44	50	0,81	0,7	43	50
5	X	0,62	0,6	56	58	0,63	0,6	50	56	0,85	0,6	41	58	0,76	0,6	46	58	0,78	0,7	45	50	0,84	0,7	42	50
	Y	<0,8	0,8	41	44	0,82	0,8	41	43	0,90	0,8	39	44	0,93	0,8	38	44	0,81	0,9	39	39	0,87	0,9	39	39
4	X	0,8	0,8	44	44	0,81	0,8	44	43	0,86	0,8	41	44	0,91	0,8	38	44	0,8	0,9	39	39	0,88	0,9	39	39
	Y	0,8	0,8	44	44	0,81	0,8	44	43	0,85	0,8	41	44	0,96	0,8	36	44	0,8	0,9	39	39	0,87	0,9	39	39
3	X	0,6	0,6	58	58	0,65	0,6	50	54	0,80	0,6	44	58	0,80	0,6	44	58	0,7	0,7	58	50	0,90	0,7	39	50
	Y	1,0	1,0	35	35	1,0	1,0	35	35	1,0	1,0	35	35	1,0	1,0	35	35	1,0	1,0	35	35	1,0	1,0	35	35
2	X	0,80	0,8	44	44	0,85	0,8	41	44	0,86	0,8	41	44	0,92	0,8	38	44	0,8	0,9	50	39	0,95	0,9	37	39
	Y	1,0	1,0	35	35	1,0	1,0	35	35	1,0	1,0	35	35	1,0	1,0	35	35	1,0	1,0	35	35	1,0	1,0	35	35
1	X	1,0	1	35	35	1,0	1	35	35	1,0	1	35	35	1	1	35	35	1	1	35	35	1	1	35	35
	Y	1,0	1	35	35	1,0	1	35	35	1,0	1	35	35	1	1	35	35	1	1	35	35	1	1	35	35

Die Platten 3-5 sind in [10] wie einachsrig gespannte vorgegeben

7 Berechnung der Durchbiegungen

7.1 Allgemeines

Der Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ist die maßgebende Zustandsgröße für die Berechnung. Die wahrscheinlich auftretende Durchbiegung von überwiegend auf Biegung beanspruchten Stahlbetonbauteilen hängt von vielen Parametern – sowohl von anfänglichen als auch von zeitlich abhängigen – ab. Eine Begrenzung der Verformung ist im Hinblick auf die in Abschnitt 1 genannten Bedingungen notwendig. In *DIN 1045* [9], *EC 2* [13] und *ISO 4356* [25] sowie *Model Code 90* [5] werden Grenzwerte definiert, die für Gebrauchstauglichkeit und Erscheinungsbild unter quasi-ständiger Einwirkungskombination als Bauteildurchhang $l_{\text{eff}}/250$ und zur Vermeidung von Schäden an angrenzenden Bauteilen, z.B. Trennwänden, nach Einbau $l_{\text{eff}}/500$ betragen müssen. Diese Forderung steht im Widerspruch zu den Schlankheitskriterien entsprechend Bild 2.1.

Betonqualität, Elastizitätsmodul, Zugfestigkeit, Stahlsorte und Größe von Betonkriechen und -schwinden beeinflussen die Durchbiegung ebenso wie die in den Abschnitten 3, 5 und 6 formulierten geometrischen Bedingungen sowie die Belastung.

Die angeführten Parameter streuen zum Teil auch innerhalb eines Bauteils erheblich. Die auftretenden Verformungen können deshalb nicht exakt, sondern im Rahmen getroffener Annahmen für Zustand II nur näherungsweise ermittelt werden. Die bisher über Biegeschlankheitskriterien in [35] ermittelten Dicken von Stahlbetonplatten sind bei mittleren Stützweiten weitgehend schadenfrei geblieben, weil Materialüberfestigkeiten, tatsächliche Verkehrslasten und unberücksichtigte Einspannungen im Hochbau zusätzliche Sicherheiten ergeben, die in normativen Überlegungen keine Berücksichtigung finden können.

Anhand der in Abschnitt 3 vorgestellten Plattensysteme werden für verschiedene Bauteildicken und Stützweiten Durchbiegungen ermittelt, die zu modifizierten Biegeschlankheiten führen. Damit wird nicht nur der Unterschied der Biegeschlankheiten von *EC 2* und *DIN 1045* aufgehoben, sondern auch in das Tragverhalten von einachsig und zweiachsig gespannten durchlaufenden Platten bei verschiedener Lagerung – starr, elastisch, punktgestützt – unterschieden.

7.2 Rechnerische Ermittlung der Verformungen

Die maßgebenden Betoneigenschaften zur Berechnung der Verformung sind

- Zugfestigkeit,
- Elastizitätsmodul,
- Rissbildung.

Zusätzlich zu diesen im Allgemeinen streuenden Größen können folgende Einflussgrößen für die Verformungsberechnung von Bedeutung sein:

- Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen (tension stiffening),
- Auswirkungen von Schwinden und Kriechen,
- Einfluss von Zwangsbeanspruchung (z.B. Temperatur),
- Rissbildung infolge vorheriger Belastung,
- Belastungsart statisch oder dynamisch,
- Schubverformung.

Durch Berechnung wenig beeinflussbar sind bautechnische Belange:

- kurze Ausschulfristen,
- Nachbehandlung des Betons,
- Baustellenlasten auf jungen Bauteilen.

Eine Möglichkeit der Berechnung der zu erwartenden Verformung wird in *EC 2* Teil 1-1 [13] angegeben. Dieses Verfahren beruht auf der Interpolation der Krümmung in maßgebenden Querschnitten und der anschließenden Berechnung der Verformung durch eine abschnittsweise Integration über die Bauteillänge unter Einbezug von Kriechen und Schwinden des Betons.

Zum Verständnis der Zusammenhänge werden Grundlagen aus [7] und [47] herangezogen und zitiert.

7.2.1 Tragverhalten von Betonbauteilen

In Bild 7.1 ist die typische Lastverformungskurve eines Stahlbetonbauteils unter Gleichstreckenbelastung abgebildet. Diese Lastverformungskurve ist charakterisiert durch einen linear-elastischen Anfangsbereich mit ungerissenem Beton, der beginnenden Rissbildung mit deutlichem Verformungszuwachs, den fortschreitenden Riss im Bauteil und schließlich die Bildung von Fließgelenken bei Annäherung an die Traglast.

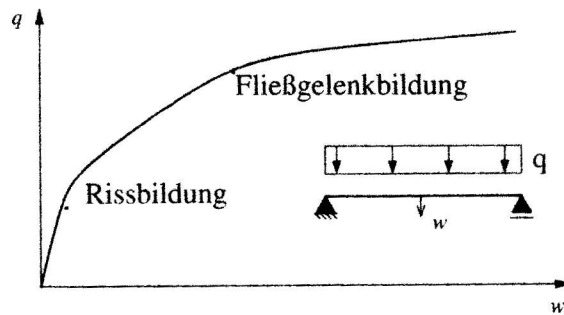


Bild 7.1: Last - Verformungs - Linie eines Stahlbetonbauteils [7]

In vielen Fällen des üblichen Hochbaus liegen die Lasten im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit in der Nähe oder geringfügig über der Risslast. Deswegen wirken sich die Größe der Zugfestigkeit und das Verhalten beim Übergang vom ungerissenen zum gerissenen Beton stark auf die Verformungen aus. Durch das Kriechen des Betons unter Langzeitbelastung nehmen die Verformungen zu. Da die Zugfestigkeit unter Langzeitlast nur etwa bei 70 % der Kurzzeitfestigkeit liegt (*Kordina*) [27], kann es auch unter konstanter Langzeitbelastung zum Fortschreiten der Rissbildung kommen.

Schwinden führt zu einer Längenänderung infolge Austrocknung und infolge der Lage der Tragbewehrung (nicht mittig im Querschnitt) ebenfalls zu einer Verkrümmung des Querschnitts.

7.2.2 Materialmodell für den Beton

Wegen der einachsigen bzw. zweiachsigen Tragwirkung unter Einfluss von Schwinden und Kriechen wird in einachsiges bzw. zweiachsiges Kurzzeit- und Langzeitverhalten unterschieden.

7.2.2.1 Einachsiges Kurzzeitverhalten

In [24] und [47] sind ausführliche Darlegungen zum Materialverhalten enthalten. Hier wird zum Verständnis der Berechnungsgrundlagen auszugsweise zitiert.

7.2.2.1.1 Zugfestigkeit

Im Bereich der üblicherweise bei Stahlbetonplatten verwendeten Betongütern bis $f_{ck} = 50 \text{ MN/m}^2$ stimmen die angegebenen Ansätze von *Model Code 90* [5], *CEB Bulletin 228* [6], *DIN 1045* [9] und *König/Grimm* [28] zur Bestimmung der Betonzugfestigkeit gut überein. Nur der Ansatz von [28] weicht stärker von den anderen Ansätzen ab. Da dieser Ansatz jedoch für höherfeste und nicht für normalfeste Betone entwickelt wurde, ist die Abweichung nicht relevant. Der Ansatz nach [5] liefert für normalfeste Betongüter wirklichkeitsnahe Ergebnisse und wurde in [9] für Betonfestigkeitsklassen bis C50/60 aufgenommen.

Für übliche Stahlbetonplatten wurden nur normalfeste Betone (Betongüte < C50/60) verwendet, so dass ausreichend genau der Ansatz nach [5] benutzt werden kann. Der Mittelwert ergibt sich dabei nach Gleichung

$$f_{ctm} = 1,4 \cdot \left(\frac{f_{ck}}{10}\right)^{2/3} \cong 0,3 \cdot (f_{ck})^{2/3} \quad (7.1)$$

7.2.2.1.2 Einaxiale Druckbeanspruchung

Als rechnerische Spannungs-Dehnungsbeziehung für Beton unter einaxialem Druck wird in [9] eine quadratische Parabel verwendet. Die Betonspannungen errechnen sich dabei nach Gleichung

$$\sigma_c = -\frac{k \cdot \eta - \eta^2}{1 + (k - 2) \cdot \eta} f_c \quad (7.2)$$

Hierbei sind

$$\eta = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{c1}}$$

$$k = -1,1 \cdot E_c \frac{\varepsilon_{c1}}{f_c}$$

Dieser Ansatz entspricht den Ermittlungen von *Grasser* [17].

In Bild 7.3 ist die sich nach Gleichung 7.2 ergebende wirklichkeitsnahe Spannungs-Dehnungsbeziehung schematisch dargestellt. Es wird dabei deutlich, dass das Verformungsverhalten bis ca. 40 % der Betondruckfestigkeit mit Hilfe des beanspruchungsunabhängigen E-Moduls ausreichend genau erfasst wird.

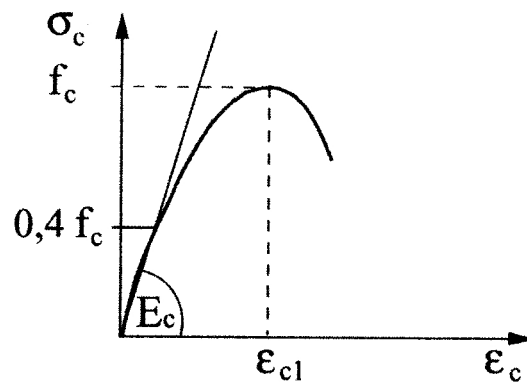


Bild 7.2: Spannungs-Dehnungs-Beziehung für Beton unter Druckbel. [47]

Diese Vereinfachung ist auch nach [9] bis $0,4 f_{cm}$ zulässig. Da bei den untersuchten Platten unter Gebrauchslasten die maximalen Betondruckspannungen immer deutlich unterhalb $0,4 f_{cm}$ bleiben, wird für diese Berechnung ebenfalls von dieser Vereinfachung ausgegangen und das Verformungsverhalten von Beton unter Druckbelastung nur mit dem beanspruchungsunabhängigen E-Modul E_{cm} beschrieben.

Für die Referenzbetongüte C20/25 wird mit $E_{cm} = 24900 \text{ MN/m}^2$ gerechnet.

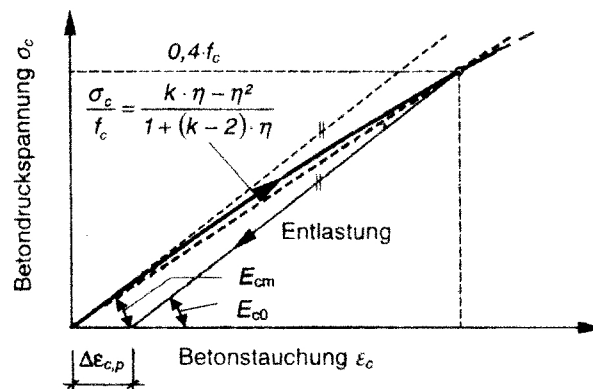


Bild 7.3: Sekantenmodul E_{cm} und Tangentenmodul E_{c0} [13]

Bis ca. 90 % der Zugfestigkeit ist der Elastizitätsmodul des Betons für Zug- und Druckspannungen gleich. Daher kann dieser auch für Beton unter Zugspannungen angesetzt werden [22].

7.2.2.1.3 Querdehnungszahl

Die Querdehnungszahl von Beton ν_c unter einachsiger Beanspruchung ist von der Betonzusammensetzung und -festigkeit, vom Betonalter und vom Feuchtezustand des Betons und von der Belastungshöhe abhängig. Im Bereich der Gebrauchslasten variiert die Querdehnungszahl von Beton etwa zwischen 0,15 und 0,22 und hängt nur von der Betondruckfestigkeit ab. Mit steigender Betondruckfestigkeit nimmt die Querdehnungszahl zu. Bis ca. 80 % der Druckfestigkeit bleibt die Querdehnungszahl praktisch konstant [4]. Infolge der Mikrorissbildung bei Druckbeanspruchung wächst die Querdehnungszahl bei größeren Spannungen bis auf Werte von $\nu_c = 0,4$ an. Da die Betondruckspannungen unter Gebrauchslasten deutlich unter $0,8 f_{cm}$ bleiben, kann der Anstieg der Querdehnungszahl im Rahmen dieser Arbeit vernachlässigt werden. Für die Berechnung kann die Querdehnungszahl mit $\nu_c = 0,2$ entsprechend [9] und [13] berücksichtigt werden. Auf den Einfluß bei Bemessung und Durchbiegung wurde in Abschnitt 3.2 hingewiesen.

7.2.2.2 Einachsiges Langzeitverhalten

Die Eigenschaften von Beton ändern sich über die Zeit. So nehmen sowohl die Druckfestigkeit als auch der Elastizitätsmodul von Beton mit steigendem Betonalter zu. Diese zeitliche Entwicklung kann mit Hilfe der in [5] angegebenen Gleichung abgeschätzt werden. Der Anstieg der Druckfestigkeit und des Elastizitätsmoduls ist jedoch für einen Belastungsbeginn nach 28 Tagen gering und für die hier durchgeführten Durchbiegungsberechnungen ohne Einfluss auf das Ergebnis und wird deswegen bei der Modellierung des Werkstoffverhaltens von Beton nicht berücksichtigt.

Demgegenüber sind die zeitliche Entwicklung der Zugfestigkeit und die Dauerstandfestigkeit des Betons unter einer konstanten Zugspannung wesentlich für das Verformungsverhalten von Stahlbetonplatten. Bei der Beobachtung von Versuchskörpern über einen längeren Zeitraum lassen sich signifikante Erhöhungen der Verformungen feststellen. Diese Verformungen, die sich erst im Laufe der Zeit einstellen, nehmen mit steigender Dauer zu und sind vom Spannungszustand, den Lagerungsbedingungen und dem Wassergehalt abhängig. Üblicherweise werden diese Langzeitverformungen in Kriechen und Schwinden getrennt, obwohl sich das lastabhängige Kriechen und das lastunabhängige Schwinden gegenseitig beeinflussen.

7.2.2.2.1 Kriechen

Unter Kriechen wird die zeitabhängige Zunahme der Dehnung des Betons infolge konstanter Belastung verstanden. Die zugrunde liegenden Mechanismen sind abhängig von der Spannungshöhe. Auf Gebrauchslastniveau wird das Kriechen des Betons fast vollständig durch das Kriechen der Zementsteinmatrix verursacht.

Unterhalb einer Spannung von ca. $0,4 f_c$ sind die Kriechverformungen nahezu proportional zur angreifenden Belastung (lineares Kriechen). Oberhalb von $0,4 f_c$ nimmt das Kriechen durch fortschreitende Mikrorissbildung stark zu (nichtlineares Kriechen). Die Kriechverformung ist nach einer Entlastung teilweise reversibel (Rückkriechen). Insofern wird die Kriechverformung in einen irreversiblen Anteil, das Fließen und in einen reversiblen Anteil, die verzögert elastische Verformung, aufgeteilt. Die Kriechdehnung kann überdies in die Anteile Grund- und Trocknungskriechen aufgespalten werden (Tafel 7.1).

Tafel 7.1: Eigenschaften von Kriechen und Schwinden

KRIECHEN	
Zeitabhängige Verformung bei konstanter Belastung	
Lineares Kriechen	Nicht lineares Kriechen
$\sigma_c < 0,4 f_c$	$\sigma_c > 0,4 f_c$
Anteil bei Entlastung	
Reversibel	irreversibel
verzögert elastisch	Fließen
Grundkriechen	Trocknungskriechen
Verformung geschlossener Körper bei konstanter Temperatur	Austrocknung
Parameter	
Betontechnologisch	Äußere Bedingungen
w/z-Wert	Belastungsalter
Art der Zuschläge	Bauteilabmessungen
Zementart	Umgebungs-klima
Volumenanteil Wasser	
Druck- und Zugkriechen etwa gleich	
SCHWINDEN	
Zeitabhängige Verformung ohne Belastung durch Temperatur	
Trocknungsschwinden	Autogenes Schwinden
Wasserverlust	Zementrydratation
Über Querschnitt Zug- und Druckspannungen	Spannungsverlauf nahezu gleichförmig

Die zeitabhängige Gesamtverformung entspricht folgendem Ansatz

$$\varepsilon(t, t_0) = \varepsilon_{el}(t) + \varepsilon_{cc}(t, t_0) + \varepsilon_{cs}(t) \quad (7.3)$$

Dabei sind

$$\begin{aligned} \varepsilon_{el}(t) &= \text{elastische Dehnung zum Zeitpunkt des Belastungsbeginns} \\ \varepsilon_{cc}(t, t_0) &= \text{Kriechdehnung} \\ \varepsilon_{cs}(t) &= \text{Schwinddehnung} \end{aligned}$$

Das Verhältnis von Kriechverformung zu elastischer Verformung wird gewöhnlich als Kriechbeiwert $\varphi(t, t_0)$ bezeichnet.

$$\varphi(t, t_0) = \frac{\varepsilon_{cc}(t, t_0)}{\varepsilon_{el}(t)} \quad (7.4)$$

Unter Bezug auf spannungsabhängige Dehnungen ergibt sich durch die Verknüpfung der Gleichungen 7.3 und 7.4 die bekannte lineare Abhängigkeit der Gesamtverformung vom Kriechbeiwert.

$$\varepsilon(t, t_0) = \varepsilon_{el}(t) + \varepsilon_{cc}(t, t_0) = \varepsilon_{el}(t_0) \cdot (1 + \varphi(t, t_0)) \quad (7.5)$$

Der Kriechbeiwert $\varphi(t, t_0)$ wird nach dem *Model Code 90* wie folgt berechnet:

$$\varphi(t, t_0) = \varphi_0 \cdot \beta_c(t - t_0) \quad (7.6)$$

Dabei sind

$$\begin{aligned} \varphi_0 &= \text{Grundkriechzahl nach Gleichung 7.7} \\ \beta_c &= \text{Beiwert zur Beschreibung der zeitlichen Kriechentwicklung} \\ t &= \text{Betonalter zum betrachteten Zeitpunkt} \\ t_0 &= \text{Betonalter bei Belastungsbeginn} \end{aligned}$$

Die Grundkriechzahl kann nach folgender Beziehung berechnet werden:

$$\varphi_0 = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \quad (7.7)$$

mit

$$\varphi_{RH} = 1 + \frac{1 - \frac{RH}{100}}{0,1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} \quad (7.8)$$

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16,8}{\sqrt{f_{cm}}} \quad (7.9)$$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0,1 + t_0^{0,2}} \quad (7.10)$$

$$h_0 = \frac{2 \cdot A_c}{u} \quad (7.11)$$

f_{cm} = mittlere Betondruckfestigkeit in N/mm² im Alter von 28 Tagen

RH = relative Feuchtigkeit der Umgebung in %

h_0 = wirksame Bauteildicke in mm, wobei A_c die Querschnittsfläche und u den der Luft ausgesetzten Querschnittsumfang bezeichnet

Die zeitliche Entwicklung des Kriechens wird durch die Hyperbelfunktion nach Gleichung 7.12 beschrieben.

$$\beta_c(t - t_0) = \left(\frac{t - t_0}{\beta_H + t - t_0} \right)^{0,3} \quad (7.12)$$

mit

$$\beta_H = 1,5 \cdot (1 + (0,012 \cdot RH)^{18}) \cdot h_0 + 250 \leq 1500 \quad (7.13)$$

Die Kriechverformung nach den Gleichungen 7.12 und 7.13 entwickelt sich umso langsamer, je dicker das Bauteil ist. Bei hohen relativen Luftfeuchten verschwindet der Einfluss der Körperdicke, da in diesem Fall nur noch Grundkriechen auftritt.

Im Bereich niedriger Beanspruchung bei ungerissenen biegebeanspruchten Bauteilen kann aus Versuchen gefolgert werden, dass die zu erwartenden Kriechverformungen sowohl bei Zug- als auch bei Druckbeanspruchung in gleicher Größenordnung auftreten und demzufolge Zugkriechen wie Druckkriechen behandelt werden kann.

Gerechnet wird mit $\varphi_0 = 2,5$ bei beidseitiger Austrocknungsfläche,

Betonalter bei Austrocknungsbeginn $t_0 = 0$ Tage

Betonalter bei Belastungsbeginn $t = 28$ Tage

Betonalter zum betrachteten Zeitpunkt $t_\infty = 25500$ Tage

7.2.2.2.2 Schwinden

Das Schwinden von Beton wird als zeitabhängige Verformung eines unbelasteten Versuchskörpers unter einer konstanten Temperatur definiert. Hauptursache ist der Wasserverlust beim Austrocknen. Dies wird als Trocknungsschwinden bezeichnet. Beton gibt in trockener Umgebung nicht gebundenes Wasser ab und als Folge reduziert sich sein Volumen. Eine weitere Ursache liegt in der Hydratation des Zements. Bei diesem chemischen Prozess kommt es zu einer Volumenreduzierung, da das Zementgel ein kleineres Volumen einnimmt als das Volumen des Ausgangsprodukts Zement und Wasser (autogenes Schwinden). Beide Vorgänge laufen zeitlich versetzt ab. Durch das Austrocknen sind die Verformungen ungleichmäßig über den Querschnitt verteilt. Da das Schwinden der äußeren Schicht durch den noch feuchten und nicht schwindenden Kern behindert wird, entstehen am Querschnittsrand Zug- und im Kern Druckspannungen. Autogenes Schwinden ist im Gegensatz zum Trocknungsschwinden über den Querschnitt nahezu gleichmäßig verteilt (Tafel 7.1).

Für die Berechnungen des Schwindens wird ebenfalls das Verfahren nach *Model Code 90* [5] verwendet. Dieses Vorhersagemodell für die Schwindverformungen geht vom mittleren Verhalten eines unbewehrten Betonelementes aus. Als Eingangsparameter werden nur solche Größen verwendet, die bei der Bemessung bereits bekannt sind. Dazu gehören folgende Größen:

- mittlere oder charakteristische Betondruckfestigkeit,
- Dauer der Austrocknung,
- mittlere relative Luftfeuchtigkeit,
- Abmessungen des Bauteils.

Zementart und die Betonzusammensetzung können berücksichtigt werden. Das Modell ist für Normalbeton gültig, bei dem die Nachbehandlung maximal 14 Tage dauert und die umgebende Atmosphäre eine relative Luftfeuchtigkeit zwischen $RH = 40\%$ und 100% besitzt.

Im Folgenden wird dieses Verfahren dargestellt. Die Schwind- oder Quelldehnung eines Betons $\varepsilon_{cs}(t, t_s)$ zu einem Zeitpunkt t , der ab dem Zeitpunkt t_s austrocknet, ergibt sich aus dem Produkt des Grundwertes des Schwindens ε_{cs0} und einer Zeitfunktion $\beta_s(t - t_s)$ nach Gleichung 7.15.

$$\varepsilon_{cs}(t, t_s) = \varepsilon_{cs0} \cdot \beta_s(t - t_s) \quad (7.14)$$

Dabei sind:

- ε_{cs0} = Schwindwert nach Gleichung 7.16
- β_s = Koeffizient zur Beschreibung der zeitlichen Schwindentwicklung
- t = Betonalter
- t_s = Betonalter, bei dem Schwinden beginnt

Der Grundwert des Schwindens ist abhängig von der Betonfestigkeit, der relativen Luftfeuchtigkeit und der Zementart:

$$\varepsilon_{cs0} = \varepsilon_{cs}(f_{cm}) \cdot \beta_{RH} \quad (7.15)$$

$$\varepsilon_{cs}(f_{cm}) = (160 + \beta_{SC} \cdot (90 - f_{cm})) \cdot 10^{-6} \quad (7.16)$$

β_{SC} = Koeffizient zur Beschreibung der Zementart
 = 4 für langsam erhärtenden Zement
 = 5 für normal oder schnell erhärtenden Zement
 = 8 für schnell erhärtenden hochfesten Zement
 f_{cm} = mittlere Betondruckfestigkeit

$$\begin{aligned} \beta_{RH} &= -1,55 \cdot \beta_{SRH} && \text{für } 40\% \leq RH \leq 99\% \text{ (Luftlagerung)} \\ &= +0,25 && \text{für } RH \geq 99\% \text{ (Wasserlagerung)} \end{aligned} \quad (7.17)$$

Dabei ist β_{SRH} ein Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses der relativen Luftfeuchte auf das Grundschwindmaß nach Gleichung 7.18, wobei RH die relative Feuchte der Umgebung in % angibt.

$$\beta_{SRH} = 1 - \left(\frac{RH}{100} \right)^3 \quad (7.18)$$

Gerechnet wird mit $\varepsilon_{cs0} = -0,5$; $\beta_{sc} = 4$ und $RH = 50\%$

7.2.2.3 Zweiachsiges Kurzzeitverhalten

Bei Stahlbetonplatten wird der Beton in großen Bereichen zweiachsig beansprucht. Dabei weicht in Abhängigkeit vom Verhältnis der Hauptspannungen das Verhalten des Betons mehr oder weniger von dem unter einachsiger Beanspruchung ab. *Kupfer* [31] ermittelte an Stahlbetonscheiben die in Bild 7.6 dargestellte Versagenskurve, welche sämtliche Spannungs-kombinationen beschreibt, die zum Versagen führen.

Zusätzlich bestimmte *Kupfer* den Bereich des elastischen Materialverhaltens unter zweiachsiger Beanspruchung. Dieser ist ebenfalls in Bild 7.6 enthalten.

Für den Fall der Druck-Druckbeanspruchung, wie er zum Beispiel in Feldmitte einer rechteckigen Stahlbetonplatte an der Plattenoberseite vorliegt, kann demnach bei einem entsprechenden Querdruck σ_2 (ungefähr $\frac{1}{2} \sigma_1$) die aufnehmbare Spannung σ_1 bis auf ca. 1,25-fache der Prismenfestigkeit des Betons anwachsen.

Für $\sigma_I = \sigma_{II}$ ergibt sich eine Erhöhung der aufnehmbaren Druckspannung von ca. 15 %. Dagegen fällt im Zug-Druckbereich die aufnehmbare Druckspannung ab.

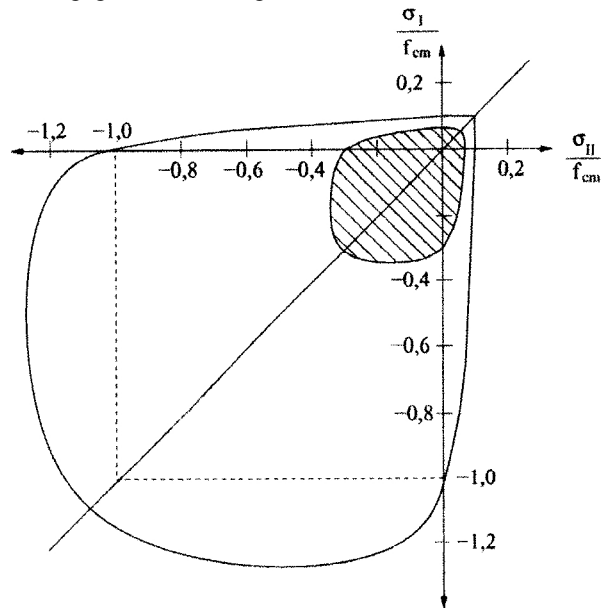


Bild 7.4: Festigkeit und Bereich mit elastischem Verhalten des Betons unter zweiachsiger Beanspruchung nach Kupfer (schematisch) [47]

Die Beschreibung des Verformungsverhaltens von Beton unter zweiachsiger Beanspruchung ist in einem Überblick [14] enthalten.

Nach Erkenntnissen von *Harth et al.* [20] ist für das Verformungsverhalten unter Gebrauchslast die Rissbildung und die Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen wesentlich. Der Einfluss der Druckspannung ist im Beton unter Gebrauchslasten sehr gering, da diese üblicherweise im elastischen Bereich verbleibt. Das Abfallen der aufnehmbaren Zugspannungen bei gleichzeitig wirkendem Querdruk unter Gebrauchslasten ist ebenfalls klein. Man kann deshalb mit ausreichender Genauigkeit auf eine Berücksichtigung der zweiachsigen Betonfestigkeit verzichten. Deshalb wird Beton als homogener bis zur Rissbildung isotroper Werkstoff idealisiert, der sich unter Gebrauchslasten linear elastisch verhält.

7.2.2.4 Zweiachsiges Langzeitverhalten

Wesentlich ist die Beanspruchung zweiachsiger Stahlbetonplatten unter Dauerlast.

7.2.2.4.1 Kriechen

In Versuchen bei zwei- und dreiachsiger Beanspruchung ist von *Gopalakrishnan et al.* [15] gezeigt worden, dass auch für mehrachsig beanspruchte Bauteile für Schwinden und Kriechen ein linearer Zusammenhang zwischen kriecherzeugender Spannung und Kriechdehnung bis etwa $\sigma_c < 0,4 \cdot f_{cm}$ besteht. Damit kann man sagen, dass das Superpositionsprinzip für zeitabhängige Verformung auch bei mehrachsigem Spannungszustand gültig bleibt.

7.2.2.4.2 Schwinden

Wie bereits in Abschnitt 7.2.2.2 erwähnt, wird das Schwinden von Beton als volumetrischer Prozess beschrieben. Im zweiachsigen Fall kann die Beschreibung auf die einachsige Formulierung zurückgeführt und beide Hauptdehnungsrichtungen getrennt behandelt werden.

7.2.3 Materialmodell für den Betonstahl

Zur Beschreibung des Materialverhaltens von Betonstahl ist die Definition der einachsigen Baustoffeigenschaft ausreichend. Unabhängig von der Stahlgüte verhalten sich alle Betonstähle bis kurz vor Erreichen der Streckgrenze nahezu linear elastisch. Für Lasten im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit werden die Stahlspannungen nach [5] und [13] auf Werte deutlich unterhalb der Streckgrenze begrenzt. Für die Berechnung kann daher generell ein lineares Verhalten des Betonstahls angenommen werden. Der Elastizitätsmodul des Betonstahls wird für die Berechnung mit $E_s = 200\,000 \text{ MN/m}^2$ angesetzt. Der Fließbereich des Betonstahls ist für das Bauteilverhalten im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nicht von Bedeutung. Eine Unterscheidung zwischen Kurz- und Langzeitverhalten muss nicht vorgenommen werden.

7.3 Vereinfachtes Berechnungsverfahren

Unter Berücksichtigung der Rissbildung und des zeitabhängigen Materialverhaltens des Betons wird für die Ermittlung der Bauteilverformung das Verfahren von *EC 2* [13] angewendet. Es beruht auf der Interpolation der Verkrümmung in maßgebenden Querschnitten und anschließender Berechnung der Verformung durch eine abschnittsweise Integration über die Systemabmessungen.

Zwischen Verkrümmung und Moment besteht für den elastischen Bereich die Beziehung

$$\kappa(x) = \frac{M(x)}{E \cdot I(x)} \quad (7.19)$$

Die Biegesteifigkeit von $E \cdot I(x)$ beeinflusst die Krümmung wesentlich. Wenn Risse auftreten, verringert sich die Steifigkeit im Bauteil, wodurch die Verkrümmung und damit die Verformung vergrößert wird. Ohne Berücksichtigung der Rissbildung ist eine realitätsnahe Berechnung nicht möglich. Entsprechend Bild 7.5 ist für eine Einfeldplatte unter Gleichlast die Verteilung der Biegesteifigkeit unter Berücksichtigung der Rissbildung schematisch dargestellt [29]. Die Krümmung an der Stelle x ermittelt sich aus der kleinen Winkeländerung der Dehnungsverteilung:

$$\kappa(x) = \frac{1}{r}(x) = \frac{d\varphi}{dx} = \frac{d^2w(x)}{dx^2} \quad (7.20)$$

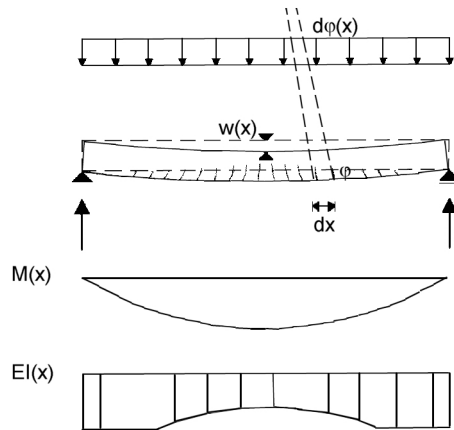


Bild 7.5: Verteilung der Biegesteifigkeit unter Berücksichtigung der Rissbildung [29]

Die Umlagerung innerhalb des Querschnitts sowie bei statisch unbestimmten Systemen auch die Umlagerung der Schnittgrößen und damit auch die Verformungen werden im Verfahren durch den Ansatz effektiver Biegesteifigkeiten berücksichtigt. Die effektive Biegesteifigkeit wird mit dem Elastizitätsmodul des Betons $E_{c,eff(t)}$ entsprechend Bild 7.6 ermittelt. Unter Ansatz des Kriechbeiwerts kann die effektive Biegesteifigkeit getrennt für Zustand I und Zustand II bestimmt werden.

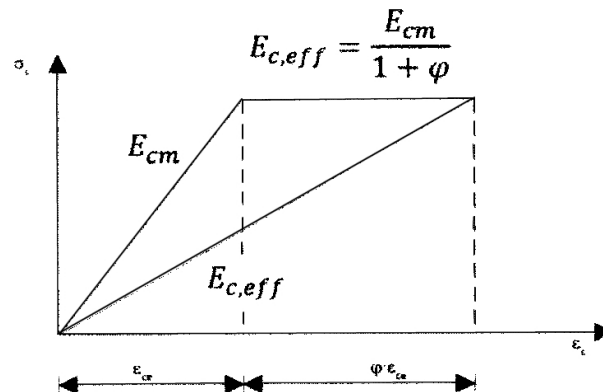


Bild 7.6: Definition des effektiven E-Moduls unter Berücksichtigung des Kriechens [13]

Eine zusätzliche Krümmung κ_{cs} wird durch das Schwinden des Betons verursacht, die durch die im Allgemeinen unsymmetrische Bewehrungsanordnung entsteht. Die zusätzliche Krümmung wird ermittelt zu:

$$\kappa_{cs} = \varepsilon_{cs} \cdot \alpha_e \cdot S/I \quad (7.21)$$

mit

ε_{cs} Schwinddehnung

$$\alpha_e = E_s/E_{c,eff}$$

S Flächenmoment 1. Grades der Bewehrung, bezogen auf die Schwerachse des Querschnitts (statisches Moment)

I Flächenmoment 2. Grades des Querschnitts (Trägheitsmoment)

Die für den Grenzzustand der Gebrauchsfähigkeit anzusetzende Einwirkungskombination wird nicht in allen Teilen für den Zustand I maßgebend sein, da an bestimmten Abschnitten die Zugfestigkeit des Betons überschritten und der Beton aufreißen wird (Zustand II). Andere Teilbereiche bleiben im Zustand I. Es bilden sich also gerissene und ungerissene Bereiche aus. (Bild 7.7)

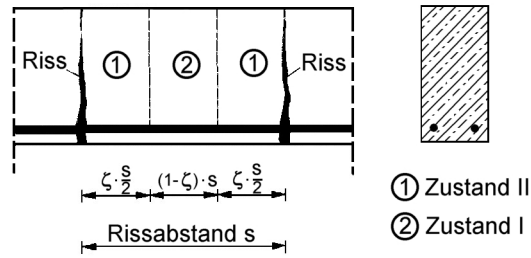


Bild 7.7: Berechnungsmodell für die Überlagerung der Zustände I und II [29]

Direkt im Riss ist die Biegesteifigkeit M/κ_{II} zutreffend. Für das mittlere Tragverhalten wird die Berücksichtigung der Mitwirkung des Betons auf Zug zwischen den Rissen unabdingbar. Damit wird für eine mittlere Biegesteifigkeit nach EC 2 (Bild 7.8):

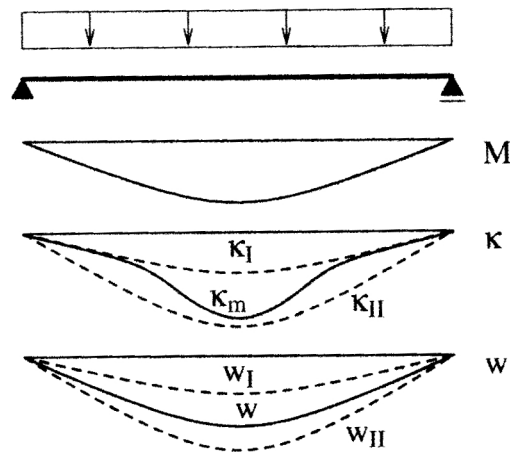


Bild 7.8: Biegemoment, Verkrümmung und Durchbiegung eines Stahlbetonbauteils [7]

Mit Hilfe des Verteilungsbeiwerts ζ stellt sich eine ähnliche Momentenkrümmungsverteilung ein, wie sie ein iterativ nichtlineares Rechenverfahren hervorbringen würde (Bild 7.9).

$$\kappa_m = \zeta \cdot \kappa_{II} + (1 - \zeta) \cdot \kappa_I \quad (7.22)$$

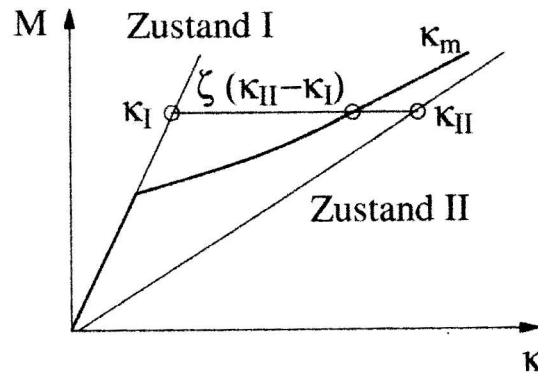


Bild 7.9: Interpolation der mittleren Verkrümmung [7]

$$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \quad (7.23)$$

β_1 Verbundbeiwert der Bewehrung

$\beta_1 = 1,0$ für Rippenstahl

$\beta_1 = 0,5$ für glatten Betonstahl

β_2 Beiwert zur Berücksichtigung der Belastungsdauer oder wiederholter Belastung

$\beta_2 = 1,0$ für eine einzelne kurzzeitige Belastung

$\beta_2 = 0,5$ für Dauerbelastung oder zahlreiche Lastwechsel

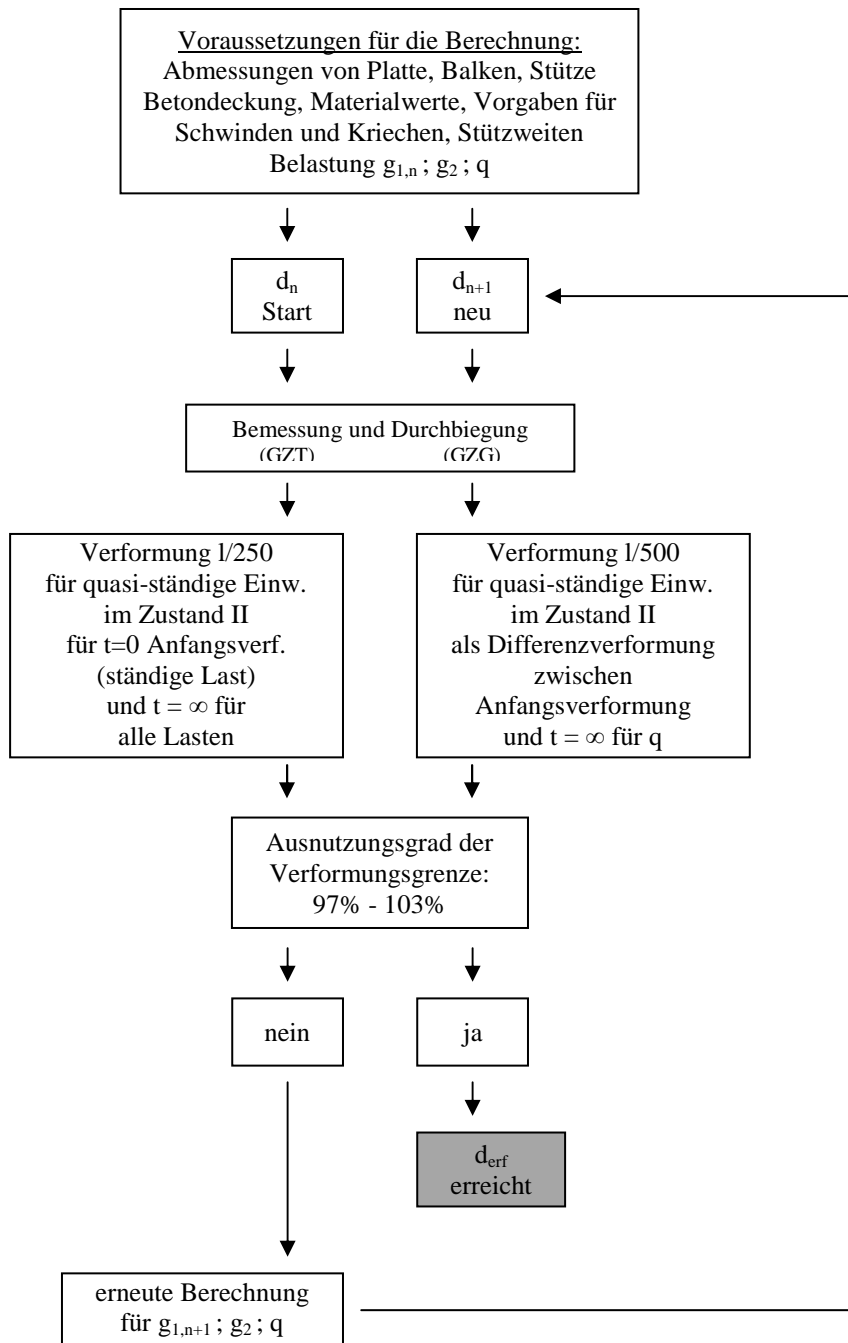
σ_s Spannung in der Zugbewehrung bei gerissenem Querschnitt

σ_{sr} Spannung in der Zugbewehrung bei gerissenem Querschnitt unter der Erstrissbildung

Für ungerissene Querschnitte gilt $\zeta = 0$. Bauteile, die an beliebiger Stelle nicht über die mittlere Betonzugfestigkeit f_{ctm} beansprucht werden, dürfen als ungerissen behandelt werden.

Näherungsweise wird mit $\zeta = 0,5$ gerechnet. Das bedeutet, dass σ_s und σ_{sr} als gleich groß betrachtet werden. Damit sind Beanspruchungen aus Anfangszwang mit abgedeckt. Die Querschnittsdicken liegen dadurch auf der sicheren Seite. Der Berechnungsablauf ist in Tafel 7.2 skizziert.

Tafel 7.2: Berechnungsablauf



7.4 Rechenannahmen und Voraussetzungen

Für die Berechnung der Durchbiegung ist die Lastkombination quasi-ständig maßgebend. Entsprechend DIN 1055-100 Gleichung [11] wird:

$$E_{d,perm} = E \left\{ \sum_{j=1} G_{k,j} + \sum_{i=1} \psi_{2,1} \cdot Q_{k,i} \right\} \quad (7.24)$$

Für Wohn- und Bürogebäude beträgt der Kombinationsbeiwert für Verkehrslast $\psi_{2AB} = 0,3$. Zum Vergleich beträgt $\psi_{2E} = 0,8$ für Lagerräume.

Die der Durchbiegungsberechnung zugrunde gelegten Belastungen sind Tafel 7.3 zu entnehmen.

Für die Bewehrung gelten folgende Grundannahmen:

- Statisch erforderliche Bewehrung in Tragrichtung unten durchgehend (r-Richtung), falls die Hauptlast in dieser Richtung wirkt.
- Bei einachsig gespannten Systemen: 20 % der r-Richtung werden in s-Richtung verlegt.
- Bei zweiachsiger Lastabtragung entsprechend statischem Erfordernis untere Lage durchgehend.
- Betondeckung der größeren Bewehrung 3,0 cm, in Querrichtung 3,5 cm.
- Oberbewehrung über 0,3 l in r-Richtung bei einachsig gespannten Platten. Bei Einfeldsystemen keine Oberbewehrung. Bei Durchlaufsystemen nach statischem Erfordernis.
- Drillbewehrung bei über 0,3 l oben und unten, ggf. kreuzweise, sowohl bei ein- wie auch bei zweiachsig gespannten Platten.
- Bei zweiachsig gespannten Platten Oberbewehrung in r- und s-Richtung über 0,3 l (auch bei Einfeldsystemen), bei Durchlaufsystemen nach statischem Erfordernis.
- Betongüte C20/25, Betonstahl Bst 500.

Aufgrund der dargelegten Erkenntnisse in Abschnitt 5 wird für die weitere Berechnung Stützweitenkombination 1 verwendet.

Tafel 7.3: Belastung für die Berechnung [kN/m²]

Lastart [kN/m ²]	Büro (B2) ¹	Wohnen (A2) ¹	Parken (F2) ¹
	$\psi_{2A,B} = 0,3^2$	$\psi_{2A,B} = 0,3^2$	$\psi_{2,F} = 0,6^2$
Eigengewicht g_1	$h * 25$	$h * 25$	$h * 25$
Ausbaulast g_2	1,00	1,50	1,00
Verkehrslast q	5,00*	1,50	2,5
Trennwandzuschlag p_2	enthalten	1,20	-
Kombination	$g_1 + 1,00 + 1,50$	$g_1 + 1,50 + 0,81$	$g_1 + 1,00 + 1,50$
Rechenlast	$g_1 + 2,50$	$g_1 + 2,30$	$g_1 + 2,50$

*Verkehr Tab 1. B2 [12] 3,0 [kN/m²]
Trennwandzuschlag 1,2 [kN/m²]
für Doppelböden $\frac{0,8}{5,0}$ [kN/m²]

¹ Verkehrslasten nach DIN 1055-3: 2006-03 [12] Tabelle 1

² Beiwerte ψ_2 nach DIN 1055-100: 2001-03 [11] Tabelle A.2

Mit der Berechnungslast [$g_1 + 2,5$] sind ca. 75% - 80% genutzter Stahlbetonplatten im Hochbau erfasst.

Für unterschiedliche Kombinationsbeiwerte A, B, F ist in Tabelle 7.1 zusammengestellt, inwieweit die Ausnutzungsgrade bei gleichen Plattendicken variieren. Sie schwanken für B und F bei 1/250 bzw. 1/500 zwischen 99 % und 101 %, einachsig oder zweiachsig gespannt. Für A ergeben sich bei gleicher Bewehrung Werte zwischen 91 % und 98 %. Bei etwas geringerer Bewehrung und gleicher Dicke wie im Vergleichsfall liegen die Werte ebenfalls in gleicher Höhe wie bei B und F (Anlage 7).

Tabelle 7.1: Vergleich der Ausnutzungsgrade

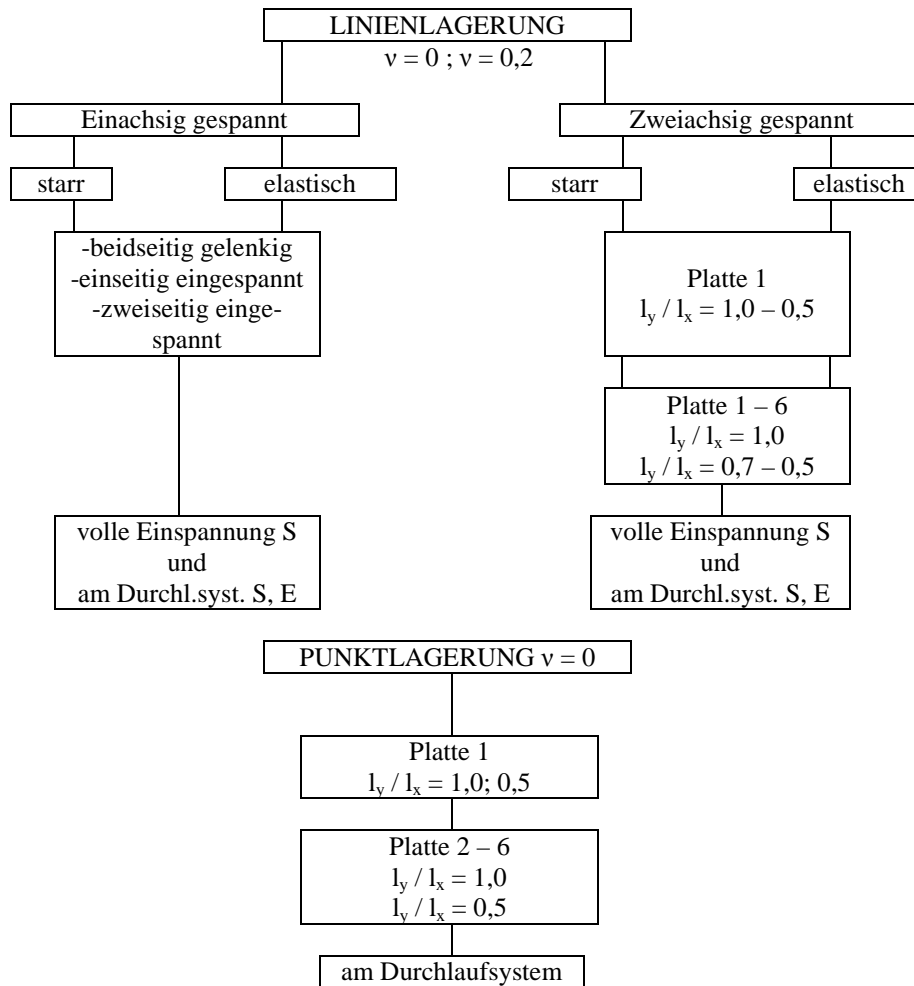
Kat. A		Kat. B		Kat. F	
1/250	1/500	1/250	1/500	1/250	1/500
einachsig					
99,6	90,0	100,2	101,0	100,4	100,9
zweiachsig					
97,2	90,8	98,0	100,2	98,8	101,6

7.5 Untersuchte Systeme

In Tafel 7.4 wird wie bereits bei Berechnung der Momentennullpunktabstände entsprechend Abschnitt 2.5 in starr und elastisch liniengelagerte und punktgelagerte Systeme unterschieden.

Dabei handelt es sich um einachsig und zweiachsig gespannte Platten, die am Durchlauf- bzw. am Einfeldsystem starr und elastisch bzw. punktgelagert für zulässige Durchbiegungen $1/250$ bzw. $1/500$ untersucht werden.

Tafel 7.4: Untersuchte Plattensysteme



8 Nutzhöhen und Schlankheiten für Platten mit starrer Linienlagerung

8.1 Randbedingungen

Um zutreffende Schlankheiten zu erhalten, werden anhand der Überlegungen von Abschnitt 7 Durchbiegungen in Abhängigkeit von Stützweite l_{eff} und statischer Nutzhöhe d ermittelt. Die repräsentative Belastung ist Tafel 7.2 zu entnehmen. Die Berechnung für Zustand II wird mit dem Programm *MicroFe* für Betongüte C20/25 und Betonstahl Bst 500 S für 1/250 und 1/500 vorgenommen. Sofern keine besonderen Angaben erfolgen, wird mit der Querdehnungszahl $\nu = 0$ gerechnet.

Mit dem Ausnutzungsgrad η [%] wird die Durchbiegung in Abhängigkeit von der zulässigen Größe angegeben. Abweichungen von bis zu 3 % nach oben oder unten gegenüber 100 % sind für das Ergebnis unbedeutend.

Es werden die errechneten Ergebnisse – soweit möglich – mit den bisherigen Vorgaben von *DIN 1045* [9], *DIN 1045-1* [10] und *EC 2* [13] sowie den Berechnungen von [30] und [47] und Abschnitt 6 verglichen. Rechenergebnisse sind in den Tabellen von Anlage 8 dargestellt.

Der Nutzhöhenverlauf über $l_{\text{eff}} = l_x$ wird durch sehr flache, quadratische Parabelabschnitte angenähert. Im Einzelfall gehen diese in Geraden über.

Die in [30] und [47] vorgestellten Ergebnisse werden für einachsig und zweiachsig gespannte Einfeldplatten lediglich zum Vergleich mit [10] und [13] verwendet. Bei Mehrfeldplatten ist dieser über den Volleinspannzustand nicht zielführend und wird deshalb nicht weiter verfolgt.

Unterschieden wird in einachsig und zweiachsig gespannte Systeme am Durchlaufsystem. In Abschnitt 6 wurde gezeigt, dass die Abminderungsfaktoren α_i für die reduzierte Stützweite bei einseitiger oder zweiseitiger Volleinspannung nicht zutreffende Nutzhöhen ergeben. Da dies jedoch die Grundlage in [10] bildet, wird die Berechnung auch für Volleinspannung durchgeführt, um zu zeigen, dass sich auch dabei für einachsig und zweiachsig gespannte Plattensysteme hinsichtlich der Schlankheit zu kleine Nutzhöhen ergeben.

Die Dateibezeichnungen sind in Anlage 8 erläutert.

8.2 Einachsig gespannte Platten

Die Nutzhöhen werden an einachsig und zweiachsig gespannten Systemen ermittelt. In diesem Abschnitt werden Einfeld – sowie einseitig und zweiseitig eingespannte Platten als Durchlaufsysteme und im Volleinspannzustand nur für $b/l = 1,0$ untersucht, da ein Einfluss der Plattenbreite bei starrer Linienlagerung nicht gegeben ist. Außerdem wird zwischen $\nu = 0$ und $\nu = 0,2$ unterschieden.

Die Ergebnisse werden in den Tafeln 8.1 bis 8.2; 8.3a, b; 8.4 bis 8.5 zusammengefasst, Berechnungen sind in Anlage 8, Dateien sind im Dateiverzeichnis unter Gruppe 9 (Anlage 2) abgelegt.

8.2.1 Einfeldplatte beidseitig gelenkig gelagert

Berechnet werden statische Nutzhöhen d für Stützweiten l_{eff} zwischen 2,0 m und 8,0 m.

8.2.1.1 Modell DIN 1045-1 [10]

$$l_i/d \leq 35 \quad (8.1a)$$

$$l_i/d \leq 150/l_i \quad (8.2a)$$

$$l_i = l_0 = l_{\text{eff}}$$

Darstellung Tafel 8.1 und 8.2

8.2.1.2 Modell EC 2 [13]

$$d \leq l_{\text{eff}}/20 \quad (8.3a)$$

$$\text{Bewehrungsgrad } \mu \leq 0,5 \%$$

Darstellung Tafel 8.1 und 8.2

8.2.1.3 Modell Zilch/Donaubauer [47]

$$l/d = \lambda_0 (l_0/l_i)^{1/2} \cdot (f_{ck}/f_{ck0})^{2/3} \quad (8.4)$$

$\lambda_0 = 25$ (Grundwert der Biegeschlankheit); $l_0 = 5.0$ m (Bezugswert der Spannweite); $f_{ck} = 22 \text{ MN/m}^2$; $f_{ck0} = 25 \text{ MN/m}^2$ (Bezugswert der Betongüte C20/25))

$$l/d = 22,958 (l_0/l_i)^{1/2} \quad (8.5a)$$

Darstellung Tafel 8.2

8.2.1.4 Modell Krüger/Mertzsch [30]

$$\text{erf } d = (l_i/\lambda_i) k_c \quad (8.6)$$

$$f_{ck0} = 20 \text{ MN/m}^2 = f_{ck} \quad \text{bei C20/25} \quad \rightarrow k_c = 1 \quad (8.7)$$

$$\lambda_i = k_2 - 3,65 l_i + 0,15 l_i^2 \quad (\text{Grenzschlankheit}) \quad (8.8)$$

$$(l/250): \quad k_2 = 42,5 \quad (8.8a)$$

$$(l/500): \quad k_2 = 35,2 \quad (8.8b)$$

Darstellung Tafel 8.2

8.2.1.5 Nutzhöhe d bei statisch erforderlicher Bewehrung

Die Nutzhöhen werden in Abhängigkeit von der Stützweite l_{eff} mit den vorgegebenen Daten ermittelt. Der Verlauf wird durch eine quadratische Parabel „GL“ approximiert. Die Ermittlung ist in Tabelle 8.2.1.5 A und E in Anlage 8 zusammengefasst, die Dateien im Dateiverzeichnis unter Gruppe 9 (Anlage 2). Sie haben das Format GG „L“ XV1AS:

L = Stützweite; X = Tragrichtung; V = Verformung; „1“ = 1/250; „2“ = 1/500;

A = Kat. A; S = statisch erforderliche Bewehrung a_{sx} [cm^2/m]; $a_{sy} = 1/5 a_{sx}$

Kategorie A

$$l/250: \quad d = 0,003125 l^2 + 0,03375 l - 0,02 \quad (8.9)$$

$$l/500: \quad d = 0,000625 l^2 + 0,06125 l - 0,08 \quad (8.10)$$

Kategorie E

$$l/250: \quad d = 0,0025 l^2 + 0,045 l - 0,0175 \quad (8.11)$$

$$l/500: \quad d = 0,0050 l^2 + 0,020 l + 0,065 \quad (8.12)$$

Darstellung Tafel 8.1

Der Kurvenverlauf bei Kategorie E entspricht nicht mehr der repräsentativen Rechenlast $q_A = g_1 + 2,5$ [kN/m²], sondern beträgt $q_E = g_1 + 4,00$ [kN/m²] (Tafel 7.2). Ein linearer Vergleich ist nicht zielführend.

8.2.1.6 Nutzhöhe d bei durchgehender (ungestaffelter) Bewehrung

Im Allgemeinen werden Deckenbewehrungen in der unteren Lage für die betrachteten Stützweiten $l_{\text{eff}} = 2,0$ m bis 8,0 m ohne Staffelung verlegt. Damit wird die Nutzhöhe kleiner. Zugrunde gelegt wird bei der Berechnung Kategorie A. Beide Parameter werden für die weitere Untersuchung verwendet. Die Ermittlung ist in Anlage 8 in Tabelle 8.2.1.6 zusammengestellt, die Dateien im Dateiverzeichnis unter Gruppe 9 (Anlage 2). Die Gleichungen „GL“ lauten:

$$l/250: \quad d = 0,0025 l^2 + 0,0375 l - 0,03 \quad (8.13)$$

$$l/500: \quad d = 0,00375 l^2 + 0,025 l + 0,01625 \quad (8.14)$$

Darstellung Tafel 8.2

8.2.1.7 Nutzhöhe d für C25/30

Zum Vergleich verschiedener Betongüten wird neben C20/25 (8.2.1.1) auch höherwertiger Stahlbeton für die Bemessung und Nutzhöhenbestimmung untersucht. Ermittlung Tabelle 8.2.1.7. Die Gleichungen lauten:

$$l/250: \quad d = 0,00375 l^2 + 0,02 l + 0,01625 \quad (8.15)$$

$$l/500: \quad d = 0,005 l^2 + 0,0075 l + 0,0575 \quad (8.16)$$

Darstellung Tafel 8.3a (l/250) und Tafel 3b (l/500)

8.2.1.8 Nutzhöhe d für C30/37

Im Vergleich zu Abschnitt 8.2.1.6 wird mit Tabelle 8.2.1.8 für

$$l/250: \quad d = 0,00375 l^2 + 0,0175 l + 0,01875 \quad (8.17)$$

$$l/500: \quad d = 0,00375 l^2 + 0,0175 l + 0,03375 \quad (8.18)$$

Darstellung Tafel 8.3a (l/250) und Tafel 3b (l/500)

8.2.1.9 Nutzhöhe d wie 8.2.1.6, $\nu = 0,2$

Der Einfluss der Querdehnungszahl $\nu = 0,2$ wird hier untersucht. Im Ergebnis zeigt sich keine wesentliche Abweichung gegenüber der Berechnung mit $\nu = 0$ bei geringfügigen Änderungen der Bewehrung und des Ausnutzungsgrades. Tabelle 8.2.1.9 wird mit Tabelle 8.2.1.6 verglichen.

8.2.2 Mehrfeldplatte einachsig gespannt, einseitig eingespannt

Vergleichende Untersuchungen wie unter Abschnitt 8.1.2

8.2.2.1 Modell DIN 1045-1 [10]

$$l_i/d \leq 35 \quad (8.1b)$$

$$l_i/d \leq 150/l_i \quad (8.2b)$$

$$l_i = 0,8 l_0$$

Darstellung Tafel 8.4

8.2.2.2 Modell EC 2 [13]

$$d \leq l_{eff}/26 \quad (8.3b)$$

Darstellung Tafel 8.4

8.2.2.3 Nutzhöhe d bei voller einseitiger Einspannung

Wegen der Vorgabe in *DIN 1045-1* [10] entsprechend Bild 2.1 wird die Nutzhöhe bei Volleinspannung zum Vergleich mit [13] und der Durchlaufwirkung ermittelt. Die Ermittlung ist in Anlage 8, Tabelle 8.2.2.3 zusammengestellt, die Dateien im Verzeichnis unter Gruppe 9 (Anlage 2). Gleichungen werden nicht angegeben, da die Durchlaufsystembetrachtung größere Nutzhöhen ergibt.

8.2.2.4 Nutzhöhe d bei einseitiger Einspannung am Durchlaufsystem

Die Ermittlung ist in Anlage 8 unter Tabelle 8.2.2.4 abgelegt, die Dateien im Verzeichnis unter Gruppe 9 (Anlage 2). Die Gleichungen lauten:

$$l/250: \quad d = 0,0025 l^2 + 0,0175 l + 0,01 \quad (8.19)$$

$$l/500: \quad d = 0,003125 l^2 + 0,015 l + 0,03188 \quad (8.20)$$

Darstellung Tafel 8.4

8.2.3 Mehrfeldplatte einachsrig gespannt, zweiseitig eingespannt

Vergleichende Untersuchungen unter Abschnitt 8.2.1

8.2.3.1 Modell DIN 1045-1 [10]

$$l_i/d \leq 35 \quad (8.1c)$$

$$l_i/d \leq 150/l_i \quad (8.2c)$$

$$l_i = 0,6 l_0$$

Darstellung Tafel 8.5

8.2.3.2 Modell EC 2 [13]

$$d \leq l_{eff}/30 \quad (8.3c)$$

Darstellung Tafel 8.5

8.2.3.3 Nutzhöhe d bei voller zweiseitiger Einspannung

Sinngemäß wie Abschnitt 8.2.2.3

Ermittlung Tabelle 8.2.3.3 in Anlage 8, Dateiverzeichnis Gruppe 9 (Anlage 2), Gleichung nur am Durchlaufsystem.

8.2.3.4 Nutzhöhen d bei zweiseitiger Einspannung am Durchlaufsystem

Ermittlung Tabelle 8.2.3.4 in Anlage 8, Dateiverzeichnis Gruppe 9 (Anlage 2), Gleichungen:

$$l/250: \quad d = 0,00187 l^2 + 0,00875 l + 0,03 \quad (8.21)$$

$$l/500: \quad d = 0,0025 l^2 + 0,005 l + 0,065 \quad (8.22)$$

Darstellung Tafel 8.5

8.3 Zweiachsig gespannte Platten

Es werden einfeldrige und mehrfeldrige Platten am Durchlaufsystem mit gelenkigen oder eingespannten Rändern ebenso untersucht wie zum Vergleich der Voll-

einspannzustand (Platte 1 – 6). Neben $l_y/l_x = 1,0$ wird zur Abschätzung der Mindestnutzhöhe bei $l_y/l_x < 1,0$ bis $d = l_i/35$ gerechnet.

Aufteilung sinngemäß wie unter Abschnitt 8.2

Ergebnisse werden in den Tafeln 8.6 bis 8.11, Berechnungen in Anlage 8 zusammengefasst, Dateien im Verzeichnis Gruppe 9 (Anlage 2).

8.3.1 Einfeldplatte allseits gelenkig gelagert (Platte 1)

Grundlagen wie unter Abschnitt 8.2.1

Bei der Einfeldplatte wird bei $l_y/l_x = 1,0$ für $\nu = 0$ und $\nu = 0,2$ ebenso untersucht wie die Auswirkung verschiedener Betongüten auf die Nutzhöhen.

Für $l_y/l_x < 1,0 > 0,5$ werden die Nutzhöhen aus der Durchbiegung über die jeweils kürzere Stützweite ermittelt.

Voraussetzungen wie zu Abschnitt 8.2.

8.3.1.1 Modell DIN 1045-1 [10]

Bedingungen wie bei Abschnitt 8.2.1.1 (8.1a), (8.2a)
Darstellung Tafel 8.6a bis Tafel 8.6.c

8.3.1.2 Modell EC 2 [13]

Bedingungen wie in Abschnitt 8.2.1.2 (8.3a)
Darstellung Tafel 8.6a bis Tafel 8.6c

8.3.1.3 Modell Zilch/Donaubauer [47]

Grundgleichung wie in Abschnitt 8.2.1.3

$$l_i = \eta_{za} \cdot l_{eff} \quad (8.23)$$

(η_{za} = Beiwert für zweiachsige Lastabtragung)

$$l_y/l_x = 1,0 \rightarrow \eta_{za} = 0,67 \text{ bei } l_i = \eta_{za} \cdot l_{eff} \quad (8.23a)$$

Aus Diagramm 8.1 in [47]

Darstellung Tafel 8.6a

8.3.1.4 Modell Krüger/Mertzsch [30]

Grundgleichung wie in Abschnitt 8.2.1.4, Darstellung Tafel 8.6a

$$l_i = \eta_i \cdot l_{eff} \quad (8.24)$$

$$\eta_i = 0,168 + 0,979 k_L - 0,283 k_L^2 \quad (8.24a)$$

Bei $l_y/l_x = 1,0$ wird $k_L = 1,0$ und $\eta_i = 0,864$

$$(l/250): \quad k_2 = 42,5 \quad (8.25a)$$

$$(l/500): \quad k_2 = 35,2 \quad (8.25b)$$

8.3.1.5 Nutzhöhen d für Platte 1

Es gelten die gleichen Parameter wie in Abschnitt 8.2.1.6

Wegen der Unterschiede der Nutzhöhe abhängig vom Plattenverhältnis l_y/l_x werden diese für $l_y/l_x = 1,0; 0,9; 0,8; 0,7; 0,6; 0,5$ bestimmt, um die Bereiche zweiachsiger und näherungsweise einachsiger Tragwirkung zu unterscheiden.

8.3.1.5.1 Gleichungen für $l_y/l_x = 1,0$

Die Ermittlungen sind in Anlage 8, Tabelle 8.3.1.5.1, die Dateien im Verzeichnis Ziffer 9. Die Gleichungen lauten:

$$l/250: \quad d = 0,000625 l^2 + 0,03375 l - 0,015 \quad (8.26)$$

$$l/500: \quad d = 0,000625 l^2 + 0,02875 l + 0,025 \quad (8.27)$$

Darstellung Tafel 8.6a bis Tafel 8.6c

8.3.1.5.2 Gleichungen für $l_y/l_x = 0,9$

Voraussetzungen wie 8.3.1.5, Ermittlungen Tabelle 8.3.1.5.2

Gleichungen:

$$l/250: \quad d = 0,00125 l^2 + 0,025 l + 0,00375 \quad (8.28)$$

$$l/250: \quad d = 0,0375 l - 0,0075 \quad (8.29)$$

Darstellung Tafel 8.6b und Tafel 8.6c

8.3.1.5.3 Gleichungen für $l_y / l_x = 0,8$

Voraussetzungen wie Abschnitt 8.3.1.5, Ermittlung Tabelle 8.3.1.5.3

Gleichungen:

$$l/250: \quad d = 0,00125 l^2 + 0,0225 l + 0,00625 \quad (8.30)$$

$$l/500: \quad d = 0,001875 l^2 + 0,015 l + 0,043125 \quad (8.31)$$

Darstellung Tafel 8.6b und Tafel 8.6c

8.3.1.5.4 Gleichungen für $l_y / l_x = 0,7$

Voraussetzungen wie Abschnitt 8.3.1.5, Ermittlung Tabelle 8.3.1.5.4

Gleichungen:

$$l/250: \quad d = -0,00175 l^2 + 0,0535 l - 0,08875 \quad (8.32)$$

$$l/500: \quad d = -0,003125 l^2 + 0,07 l - 0,116875 \quad (8.33)$$

Darstellung Tafel 8.6b und Tafel 8.6c

8.3.1.5.5 Gleichungen für $l_y / l_x = 0,6$

Voraussetzungen wie Abschnitt 8.3.1.5, Ermittlung Tabelle 8.3.1.5.5

Gleichungen:

$$l/250: \quad d = 0,00125 l^2 + 0,015 l + 0,01375 \quad (8.34)$$

$$l/500: \quad d = 0,00125 l^2 + 0,015 l + 0,02875 \quad (8.35)$$

Darstellung Tafel 8.6b und Tafel 8.6c

8.3.1.5.6 Gleichungen für $l_y / l_x = 0,5$

Voraussetzungen wie Abschnitt 8.3.1.5, Ermittlung Tabelle 8.3.1.5.6
Gleichungen:

$$l/250: \quad d = 0,0225 l - 0,015 \quad (8.36)$$

$$l/500: \quad d = 0,000625 l^2 + 0,01625 l + 0,015 \quad (8.37)$$

Darstellung Tafel 8.6b und Tafel 8.6c

8.3.1.5.7 Nutzhöhe d für $l_y / l_x = 1,0$ und $\nu = 0,2$

Voraussetzung wie Abschnitt 8.3.1.5, Ermittlung Tabelle 8.3.1.5.7.
Gleichungen entsprechend Abschnitt 8.3.1.5.1. Die Ergebnisse entsprechen denen von Abschnitt 8.2.1.9.

8.3.2 Mehrfeldplatte einseitig eingespannt, drei Seiten gelenkig gelagert (Platte 2)

Vergleichende Untersuchungen wie in Abschnitt 8.2.1

8.3.2.1 Modell DIN 1045-1 [10]

$$l_i/d \leq 35, \quad l_i = 0,8 l_0 \quad \text{wie} \quad (8.1b)$$

$$l_i/d \leq 150/l_i \quad \text{wie} \quad (8.2b)$$

Darstellung Tafel 8.7a und Tafel 8.7b.

8.3.2.2 Modell EC 2 [13]

$$d \leq l_{eff}/26 \quad \text{wie} \quad (8.3b)$$

Darstellung Tafel 8.7a und Tafel 8.7b.

8.3.2.3 Nutzhöhe d für Platte 2 bei voller Einspannung einer Seite

Sinngemäß wie Abschnitt 8.2.2.5 bzw. 8.2.2.6

Die Ermittlung ist in Anlage 8, Tabelle 8.3.2.3, die Dateien in Verzeichnis Gruppe 9 (Anlage 2) abgelegt. Gleichungen werden nicht ermittelt.

8.3.2.4 Nutzhöhen d für Platte 2 am Durchlaufsystem

Organisatorisch wie Abschnitt 8.3.2.3

8.3.2.4.1 Gleichungen für $l_y / l_x = 1,0$

$$l/250: \quad d = 0,035 l - 0,025 \quad (8.38)$$

$$l/500: \quad d = -0,00125 l^2 + 0,05 l - 0,05 \quad (8.39)$$

Ermittlung Tabelle 8.3.2.4.1, Darstellung Tafel 8.7a und Tafel 8.7b

8.3.2.4.2 Gleichungen für $l_y / l_x = 0,7$

Für Stützweitenverhältnisse $l_y / l_x < 1,0$ ergeben sich für Platte 2 zwei Möglichkeiten:

- größere Stützweite mit Einspannung eines Randes (2X)
- kleinere Stützweite mit Einspannung eines Randes (2Y)

Ermittlung in Tabelle 8.3.2.4.2 X und Tabelle 8.3.2.4.2 Y

Gleichungen:

$$2X \quad l/250: \quad d = 0,0325 l - 0,025 \quad (8.40)$$

$$l/500: \quad d = -0,006255 l^2 - 0,03875 l - 0,02 \quad (8.41)$$

$$2Y \quad l/250: \quad d = 0,025 l - 0,005 \quad (8.42)$$

$$l/500: \quad d = -0,00125 l^2 + 0,0425 l - 0,035 \quad (8.43)$$

Darstellung Tafel 8.7a und Tafel 8.7b

8.3.2.4.3 Gleichungen für $l_y/l_x = 0,5$

$$2X \quad l/250: \quad d = -0,00125 l^2 + 0,04 l - 0,065 \quad (8.44)$$

$$l/500: \quad d = 0,025 l - 0,01 \quad (8.45)$$

Ermittlung Tabelle 8.3.2.4.3, Darstellung Tafel 8.7a und Tafel 8.7b

8.3.2.4.4 Gleichungen für $l_y/l_x = 0,6$

$$2Y \quad l/500: \quad d = -0,00125 l^2 + 0,0375 l - 0,03 \quad (8.46)$$

Ermittlung Tabelle 8.3.2.4.4, Darstellung Tafel 8.7b

8.3.3 Mehrfeldplatte zweiachsig gespannt, zweiseitig eingespannt, (Platte 3)

Vergleichende Untersuchungen wie Abschnitt 8.3.1.

8.3.3.1 Modell DIN 1045-1 [10]

$$l_i/d \leq 35 \quad \text{wie} \quad (8.1c)$$

$$l_i/d \leq 150/l_i \quad \text{wie} \quad (8.2c)$$

Darstellung Tafel 8.8a und Tafel 8.8b

8.3.3.2 Modell EC 2 [13]

$$d \leq l_{eff}/30 \quad (8.3c)$$

Darstellung Tafel 8.8a und Tafel 8.8b

8.3.3.3 Nutzhöhe d Platte 3, volle Einspannung

Ermittlung in Anlage 8 Tabelle 8.3.3.3, Dateien im Verzeichnis Gr. 9 (Anl. 2).

Gleichungen werden bei voller Einspannung wegen geringerer Nutzhöhe als beim Durchlaufsystem nicht angegeben.

8.3.3.4 Nutzhöhen d , Platte 3 am Durchlaufsystem

Organisatorisch wie Abschnitt 8.3.2.3

8.3.3.4.1 Gleichungen für $l_y/l_x = 1,0$

$$l/250: \quad d = 0,0275 l - 0,015 \quad (8.47)$$

$$l/500: \quad d = 0,00125 l^2 + 0,0125 l + 0,055 \quad (8.48)$$

Ermittlung Tabelle 8.3.3.4.1, Darstellung Tafel 8.8a und Tafel 8.8b

8.3.3.4.2 Gleichungen für $l_y/l_x = 0,7$

Unterscheidung sinngemäß wie in Abschnitt 8.3.2.4.2,

Ermittlung Tabelle 8.3.3.4.2 X und Tabelle 8.3.3.4.2 Y

$$3X \quad l/250: \quad d = -0,000625 l^2 + 0,03625 l - 0,035 \quad (8.49)$$

$$l/500: \quad d = 0,003125 l^2 - 0,00875 l + 0,105 \quad (8.50)$$

$$3Y \quad l/250: \quad d = 0,00125 l^2 + 0,0025 l + 0,045 \quad (8.51)$$

$$l/500: \quad d = -0,00625 l^2 + 0,02875 l - 0,005 \quad (8.52)$$

Darstellung Tafel 8.8a und Tafel 8.8b

8.3.3.4.3 Gleichungen für $l_y/l_x = 0,5$

$$3X \quad l/250: \quad d = -0,025 l - 0,025 \quad (8.53)$$

$$l/500: \quad d = -0,00125 l^2 + 0,04 l - 0,05 \quad (8.54)$$

Ermittlung Tabelle 3.3.4.3, Darstellung Tafel 8.8a und Tafel 8.8b

8.3.3.4.4 Gleichungen für $l_y/l_x = 0,6$

$$3Y \quad l/500: \quad d = 0,0025 l^2 - 0,0125 l + 0,105 \quad (8.55)$$

Ermittlung Tabelle 8.3.3.4.4, Darstellung Tafel 8.8b

8.3.4 Mehrfeldplatte, zweiseitig über Eck eingespannt (Platte 4)

Vergleichende Untersuchungen wie in Abschnitt 8.2.2

8.3.4.1 Modell DIN 1045-1 [10]

Reduzierte Stützweite näherungsweise $\alpha_i = 0,8$

Darstellung Tafel 8.9a und Tafel 8.9b

8.3.4.2 Modell EC 2 [13]

Zur Schlankheit keine Angaben, näherungsweise $d \leq l_{\text{eff}} / 26$

Darstellung Tafel 8.9a und Tafel 8.9b

8.3.4.3 Nutzhöhe d Platte 4 bei voller Einspannung über Eck

Sinngemäß wie Abschnitt 8.3.3.3, Ermittlung Tabelle 8.3.4.3

8.3.4.4 Nutzhöhen d Platte 4 am Durchlaufsystem

Organisatorisch wie Abschnitt 8.3.2.3

8.3.4.4.1 Gleichungen für $l_y/l_x = 1,0$

$$l/250: \quad d = -0,0375 l^2 + 0,0725 l - 0,14 \quad (8.56)$$

$$l/500: \quad d = -0,00125 l^2 + 0,0475 l - 0,04 \quad (8.57)$$

Ermittlung Tabelle 8.3.4.4.1, Darstellung Tafel 8.9a und Tafel 8.9b

8.3.4.4.2 Gleichungen für $l_y/l_x = 0,7$

$$l/250: \quad d = 0,000625 l^2 + 0,01875 l + 0,005 \quad (8.58)$$

$$l/500: \quad d = 0,0275 l + 0,005 \quad (8.59)$$

Ermittlung Tabelle 8.3.4.4.2, Darstellung Tafel 8.9a und Tafel 8.9b

8.3.4.4.3 Gleichungen für $l_y/l_x = 0,6$

$$l/500: \quad d = 0,000875 l^2 + 0,01075 l + 0,044 \quad (8.60)$$

Ermittlung Tabelle 8.3.4.4.3, Darstellung Tafel 8.9b

8.3.5 Mehrfeldplatte dreiseitig eingespannt (Platte 5)

Vergleichende Untersuchungen wie in Abschnitt 8.3.3.3

8.3.5.1 Modell DIN 1045-1 [10]

Zur Schlankheit keine Angaben, näherungsweise je nach Richtung $l_i < 0,8 l_0$ bzw. $0,6 l_0$

Darstellung Tafel 8.10a und Tafel 8.10b

8.3.5.2 Modell EC 2 [13]

Zur Schlankheit keine Angaben, näherungsweise $d \leq l_{\text{eff}}/26$, Darstellung Tafel 8.10a und Tafel 8.10b

8.3.5.3 Nutzhöhe d Platte 5 bei dreiseitiger Einspannung

sinngemäß wie Abschnitt 8.3.3.3, Ermittlung Tabelle 8.3.5.3

8.3.5.4 Nutzhöhen d Platte 5 am Durchlaufsystem

organisatorisch wie Abschnitt 8.3.2.3

8.3.5.4.1 Gleichungen für $l_y/l_x = 1,0$

$$l/250: \quad d = 0,00125 l^2 + 0,0075 l + 0,04 \quad (8.61)$$

$$l/500: \quad d = -0,003125 l^2 + 0,05875 l - 0,07 \quad (8.62)$$

Ermittlung Tabelle 8.3.5.4.1, Darstellung Tafel 8.10a und Tafel 8.10b

8.3.5.4.2. Gleichungen für $l_y/l_x = 0,7$

$$5X \quad l/250: \quad d = 0,00125 l^2 + 0,005 l + 0,05 \quad (8.63)$$

$$l/500: \quad d = 0,0255 l + 0,02 \quad (8.64)$$

$$5Y \quad l/250: \quad d = -0,000625 l^2 + 0,02375 l - 0,025 \quad (8.65)$$

$$l/500: \quad d = -0,000625 l^2 + 0,02875 l - 0,025 \quad (8.66)$$

Ermittlung Tabelle 8.3.5.4.2 X und Tabelle 8.3.5.4.2 Y, Darstellung Tafel 8.10a und Tafel 8.10b

8.3.5.4.3. Gleichungen für $l_y/l_x = 0,5$

$$5X \quad l/250: \quad d = 0,0175 l - 0,01 \quad (8.67)$$

$$l/500: \quad d = -0,000625 l^2 + 0,02625 l - 0,01 \quad (8.68)$$

Ermittlung Tabelle 8.3.5.4.3, Darstellung Tafel 8.10a und Tafel 8.10b

8.3.5.4.4. Gleichungen für $l_y/l_x = 0,6$

$$5Y \quad l/500: \quad d = 0,001875 l^2 - 0,00125 l + 0,035 \quad (8.69)$$

Ermittlung Tabelle 8.3.5.4.4, Darstellung Tafel 8.10b

8.3.6 Mehrfeldplatte vierseitig eingespannt (Platte 6)

Vergleichende Untersuchungen wie in Abschnitt 8.3.3.3

8.3.6.1 Modell DIN 1045-1 [10]

l/d näherungsweise wie Gl. 8.1c, 8.2c

Darstellung Tafel 8.11a und Tafel 8.11b

8.3.6.2 Modell EC 2 [13]

l/d näherungsweise wie Gl. 8.3c

Darstellung Tafel 8.11a und Tafel 8.11b

8.3.6.3 Nutzhöhe d Platte 6 bei voller Einspannung

sinngemäß wie Abschnitt 8.3.3.3, Ermittlung Tabelle 8.3.6.3

8.3.6.4 Nutzhöhen d Platte 6 am Durchlaufsystem

Organisatorisch wie Abschnitt 8.2.3.3

8.3.6.4.1 Gleichungen für $l_y/l_x = 1,0$

$$l/250: \quad d = 0,00625 l^2 + 0,001375 l + 0,02 \quad (8.70)$$

$$l/500: \quad d = -0,00125 l^2 + 0,04 l - 0,03 \quad (8.71)$$

Ermittlung Tabelle 8.3.6.4.1, Darstellung Tafel 8.11a und Tafel 8.11b

8.3.6.4.2 Gleichungen für $l_y/l_x = 0,7$

$$l/250: \quad d = 0,00125 l^2 + 0,0025 l + 0,045 \quad (8.72)$$

$$l/500: \quad d = 0,000625 l^2 + 0,01125 l + 0,045 \quad (8.73)$$

Ermittlung Tabelle 8.3.6.4.2, Darstellung Tafel 8.11a und Tafel 8.11b

8.3.6.4.3 Gleichungen für $l_y/l_x = 0,5$

$$l/250: \quad d = -0,000833 l^2 + 0,02417 l - 0,04 \quad (8.74)$$

$$l/500: \quad d = 0,004167 l^2 + 0,07083 l - 0,165 \quad (8.75)$$

Ermittlung Tabelle 8.3.6.4.3, Darstellung Tafel 8.11a und Tafel 8.11b

8.4 Darstellung und Bewertung der Ergebnisse

8.4.1 Allgemeines und Diagramme

DIN1045 – 1 [10] und *EC 2* [13] geben Mindestgrößen für die Nutzhöhe d an, die unabhängig von der Betongüte gelten, einachsig und zweiachsig gespannte Platten gleich behandeln und für durchlaufende Systeme von voller Einspannung über der Stützung ausgehen. Dabei wird starre Lagerung vorausgesetzt. Die Nutzhöhe d wird in Abhängigkeit von reduzierter Systemlänge errechnet, die die Momentennullpunktabstände als Parameter benutzt. (Abschnitt 2, Bild 2.1) Für Mindestwerte liegen diese in [13] weit auf der sicheren Seite, in [10] sind sie zu klein. Damit lassen sich Durchbiegungsbegrenzungen für $l/250$ und $l/500$ nicht darstellen.

Die Ermittlung der Momentennullpunktabstände anhand von verschiedenen Stützweitenkombinationen entsprechend Abschnitt 5 und 6 zeigt teilweise Vergrößerungen (Tabelle 6.6 und 6.8) gegenüber jenen von Bild 2.1. Das Ziel, damit zutreffende Durchbiegungen bzw. Schlankheiten für $l/250$ und $l/500$ zu erhalten, wird damit nicht erreicht.

Die Berechnung der Durchbiegungen im Zustand II mit Vereinfachungen entsprechend Abschnitt 7 erlaubt, die zutreffenden Nutzhöhen zu gewinnen. Die Referenzbelastung entsprechend Tabelle 7.2 deckt für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ca. 80% der Platten im üblichen Hochbau ab. Der Ausnutzungsgrad der errechneten Verformungsgrenze liegt dabei zwischen 97% und 103%.

Die Bewehrung folgt den Vorgaben von Abschnitt 7.3. Die in [10] unter Ziff.11.2, Abs. 12 für $h > 20$ cm in Verbindung mit der dortigen Tabelle 18, Zeile 5 und 6 geforderte Duktilitätsbewehrung ergibt kleinere Bewehrungen als für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.

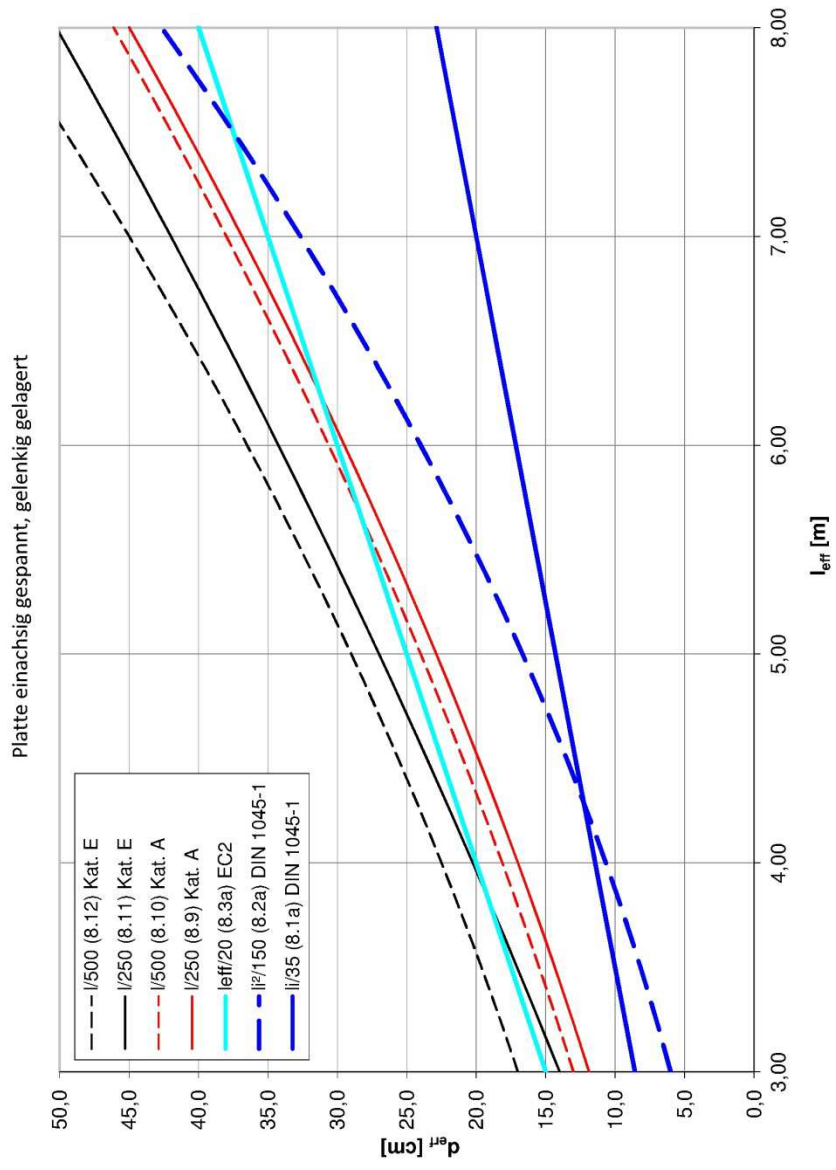
In Abschnitt 8.3.2.4.3, 8.3.3.4.3 und 8.3.5.4.3 wurden Nutzhöhen für die x - Richtung nur insoweit ermittelt, wie sie über dem vorgeschlagenen Mindestwert $l/35$ liegen, Für die y - Richtung gilt das Gesagte in gleicher Weise bei Abschnitt 8.3.2.4.4, 8.3.3.4.4, 8.3.5.4.4.

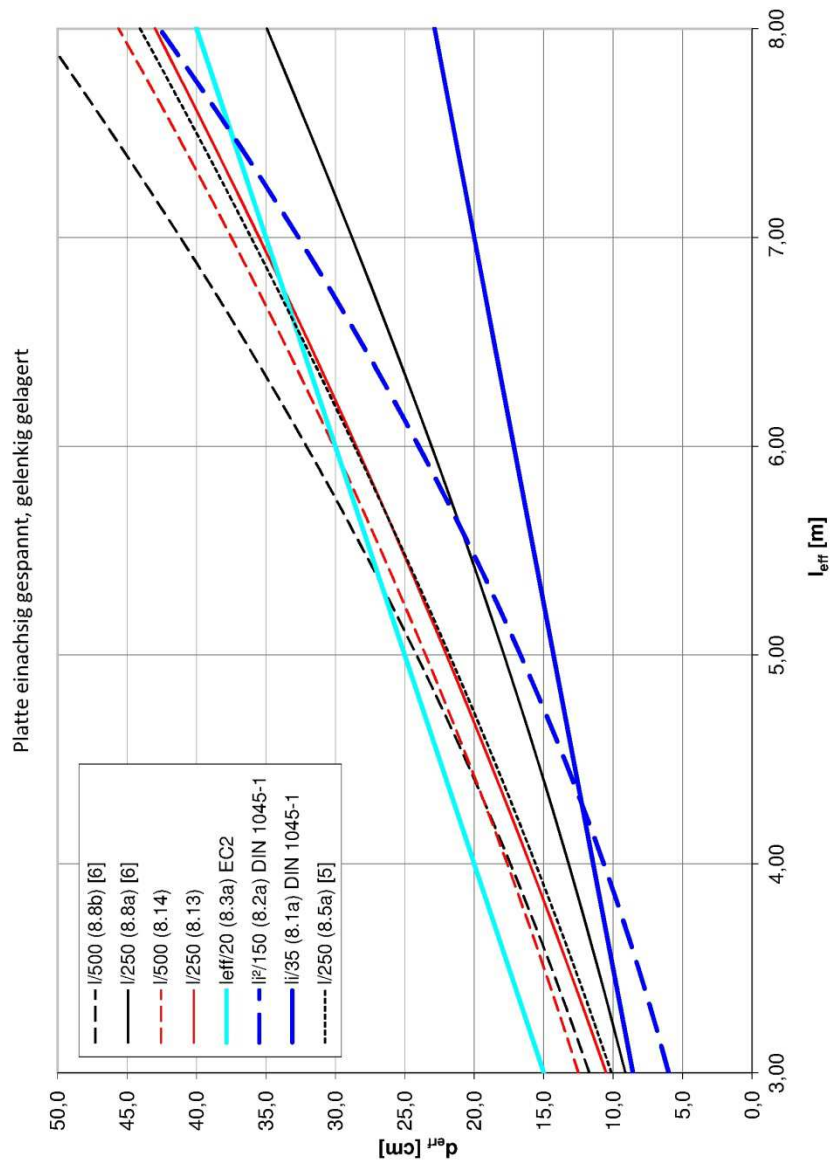
In Abhängigkeit von l_{eff} kann für den Nutzhöhenverlauf als quadratische Parabel ein einfaches Bildungsgesetz angegeben werden, dass durch die ermittelten Werte in den Tabellen 8.2.1.6, 8.2.2.4, 8.2.3.4, 8.3.1.5.1, 8.3.1.5.6 belegt ist.

In Tabelle 8.2 sind die Koeffizienten der quadratischen Gleichungen, die im Einzelfall in Geraden übergehen können, für ein- und zweiachsig gespannte Platten exemplarisch zusammengestellt.

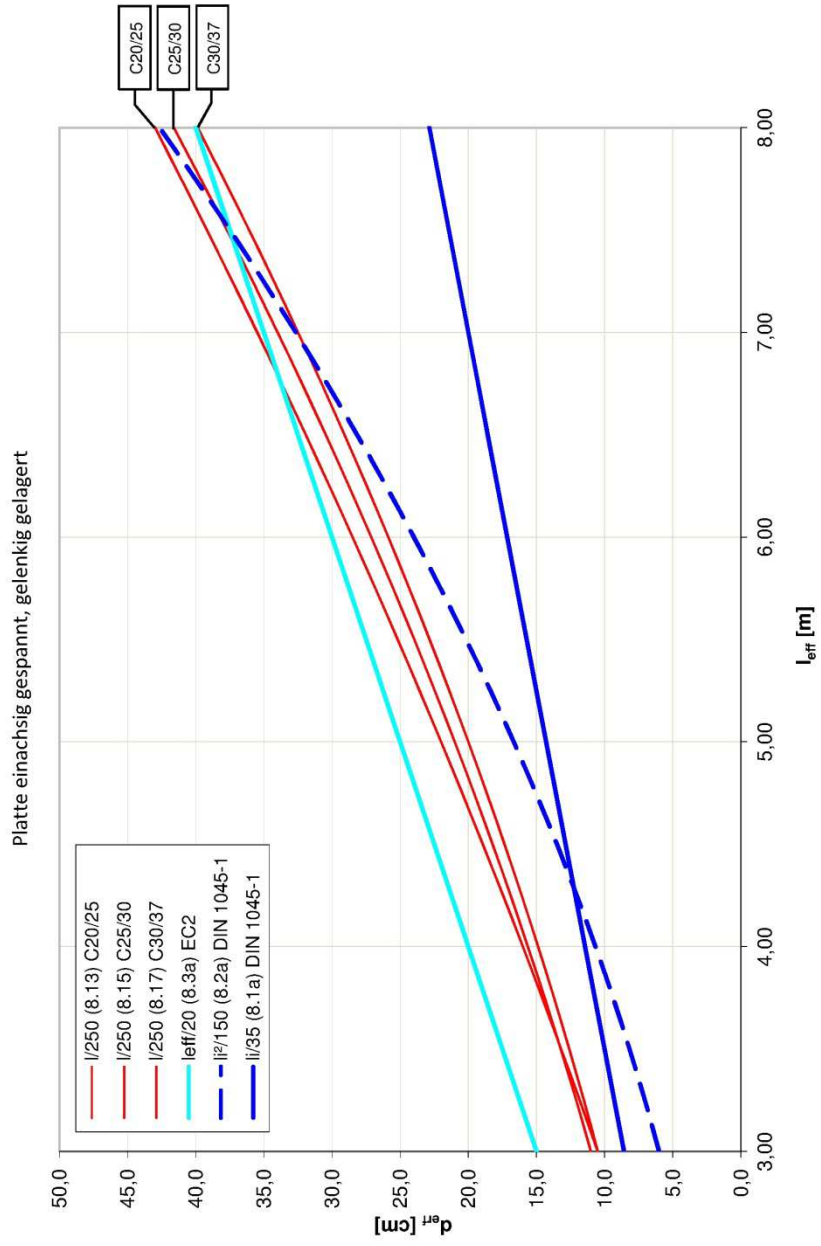
Die Ergebnisse der Berechnungen sind in den Tabellen von Anlage 8 dokumentiert und werden hier im Anschluß in den Tafeln 8.1 bis 8.2; 8.3a,b; 8.4 bis 8.5; 8.6a-c, 8.7a, b bis 8.11a, b grafisch dargestellt.

Die Ergebnisse in den dargestellten Diagrammen werden im Verhältnis zu [10] und [13] im Einzelnen kommentiert.

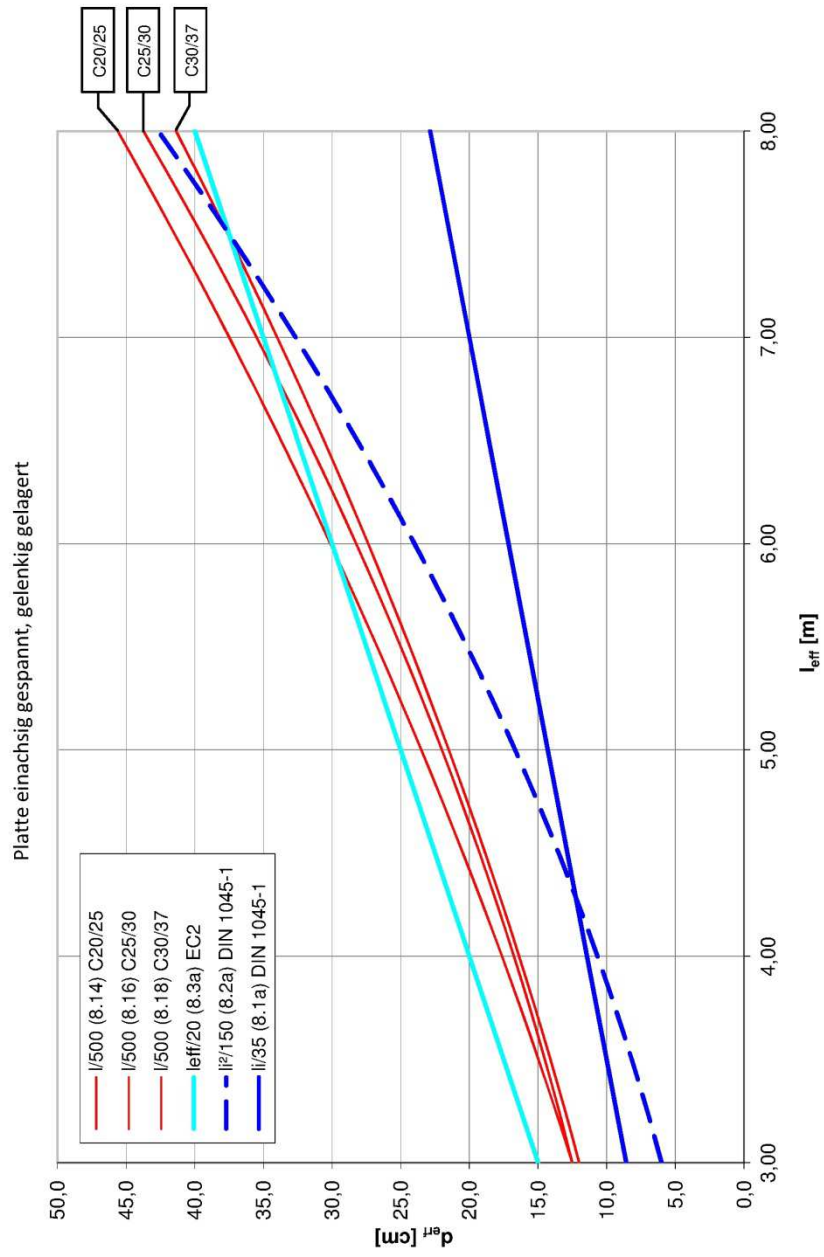
Tafel 8.1: d_{eff} bei statisch erforderlicher Bewehrung

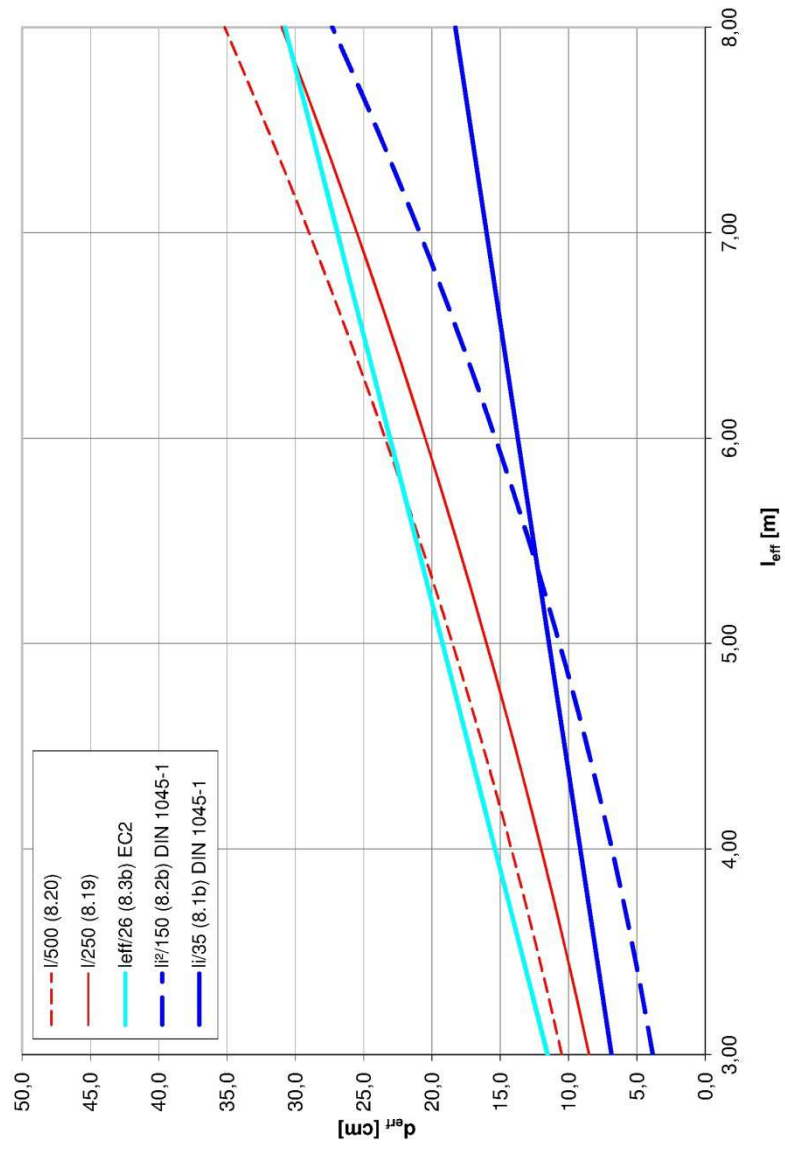
Tafel 8.2: d_{erf} bei ungestaffelter Bewehrung

Tafel 8.3a: d_{eff} im Vergleich für C20/25, C25/30, C30/37 (I/250)

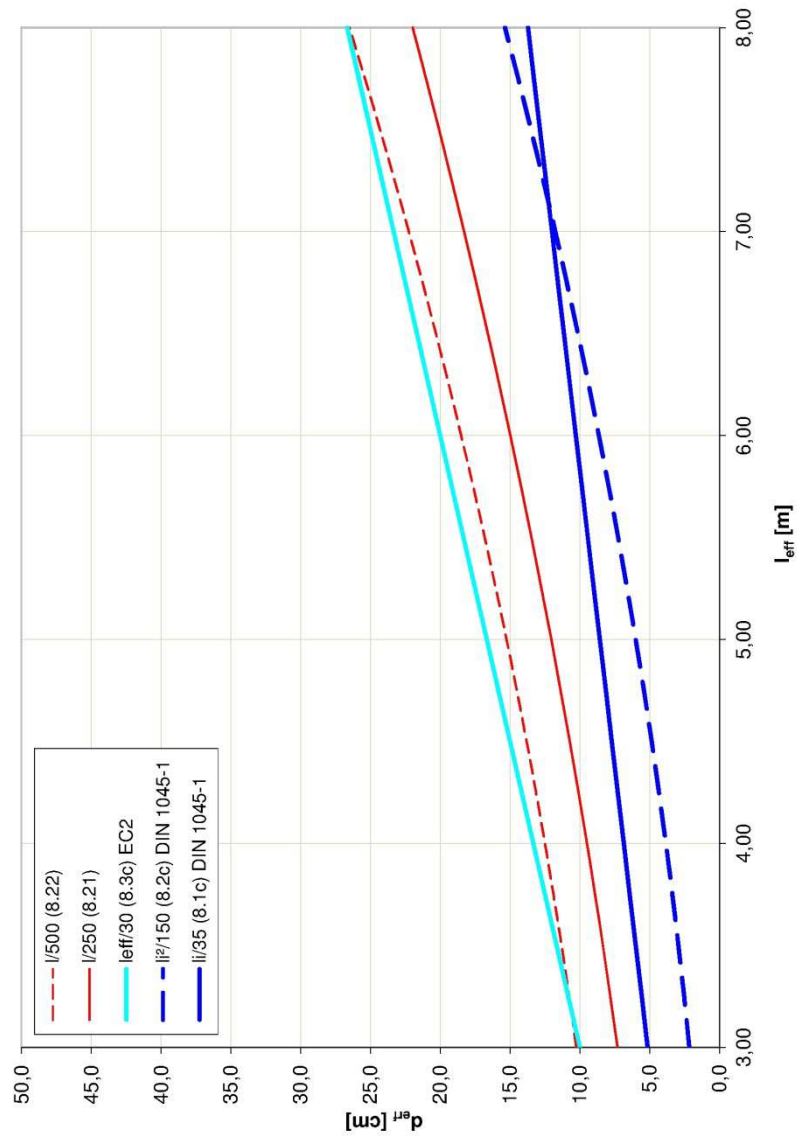


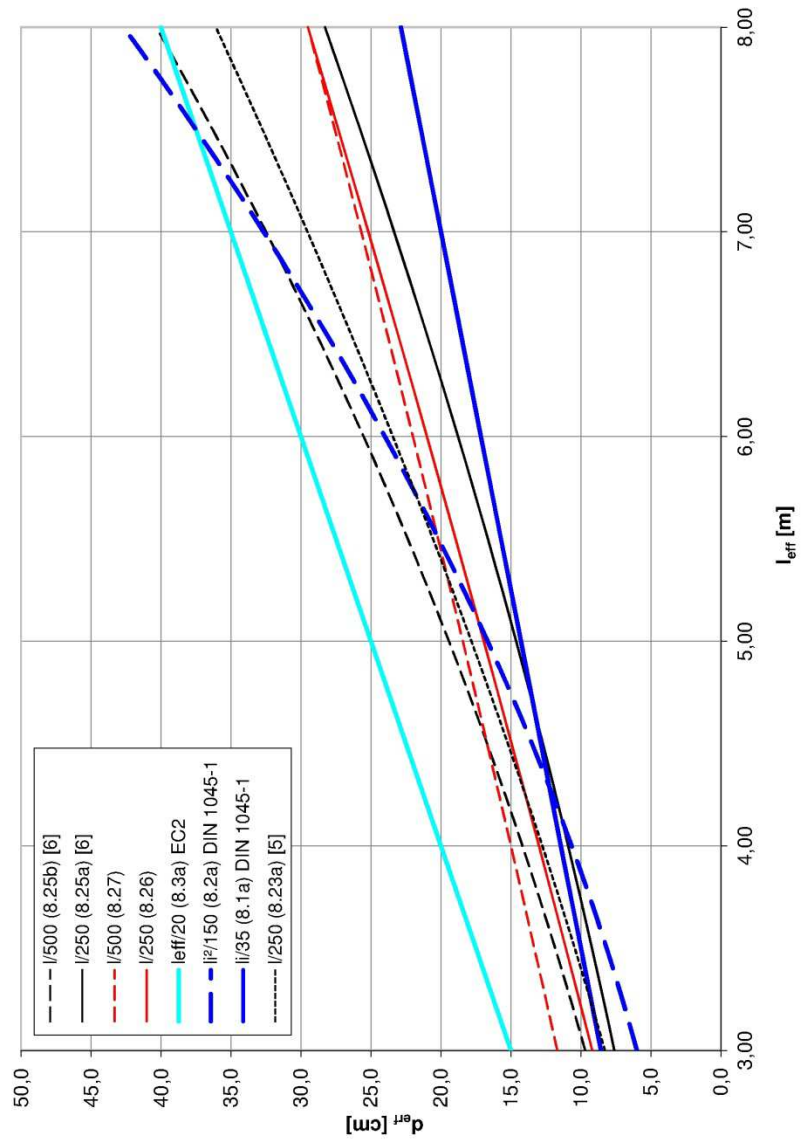
Tafel 8.3b: d_{eff} im Vergleich für C20/25, C25/30, C30/37 (I/500)



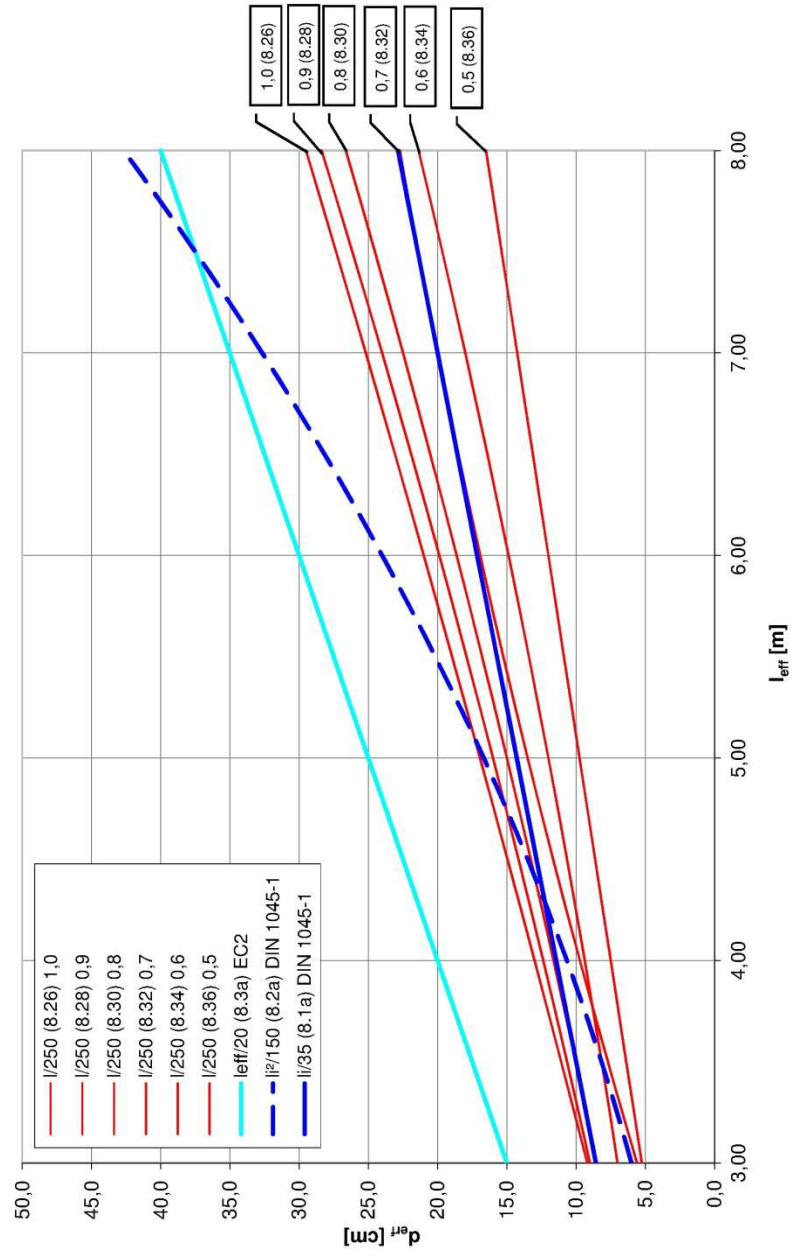
Tafel 8.4: d_{eff} einachsig gespannt, einseitig eingespannt (Randfeld)

Tafel 8.5: d_{eff} einachsig gespannt, zweiseitig eingespannt (Mittelfeld)

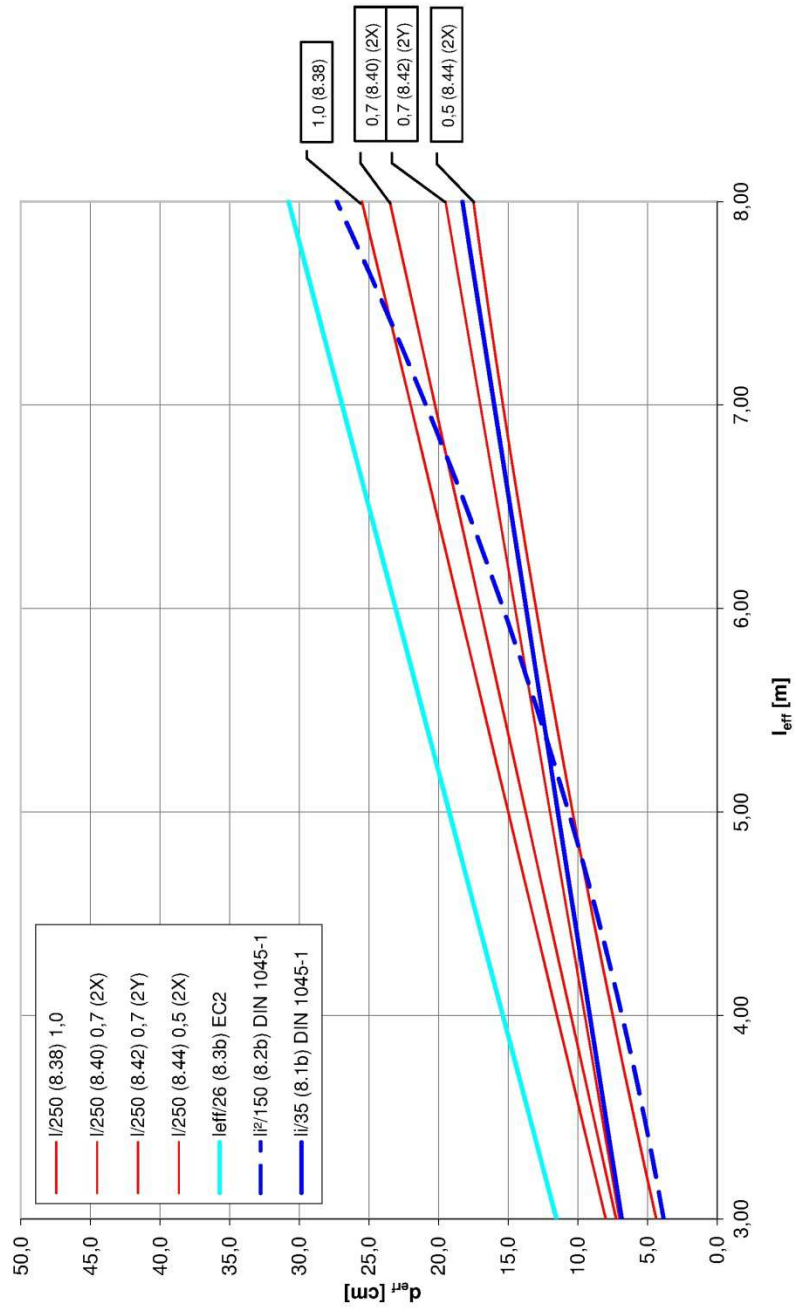


Tafel 8.6a: d_{ert} Platte 1 $I_y/I_x = 1,0$ 

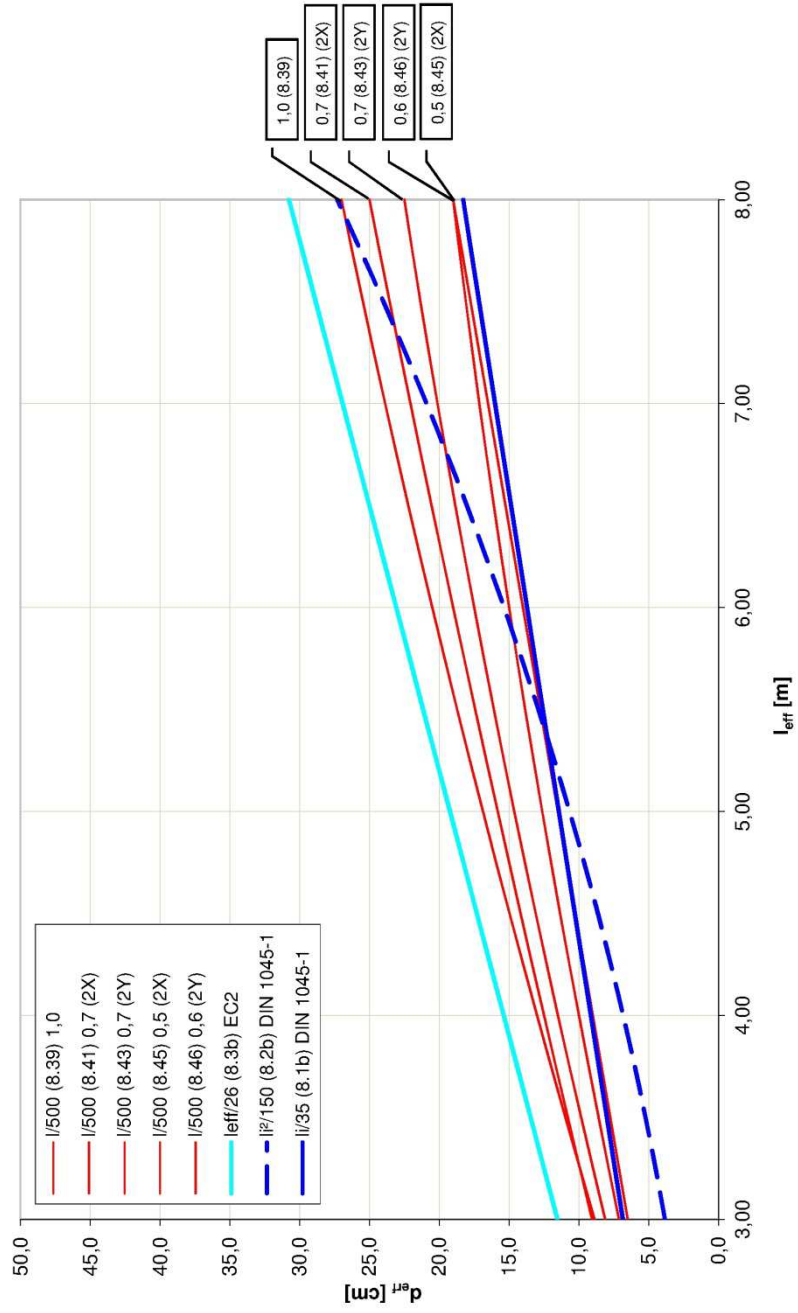
Tafel 8.6b: d_{eff} Platte 1 $I_y/I_x = 1,0$ bis $0,5$ für $l/250$



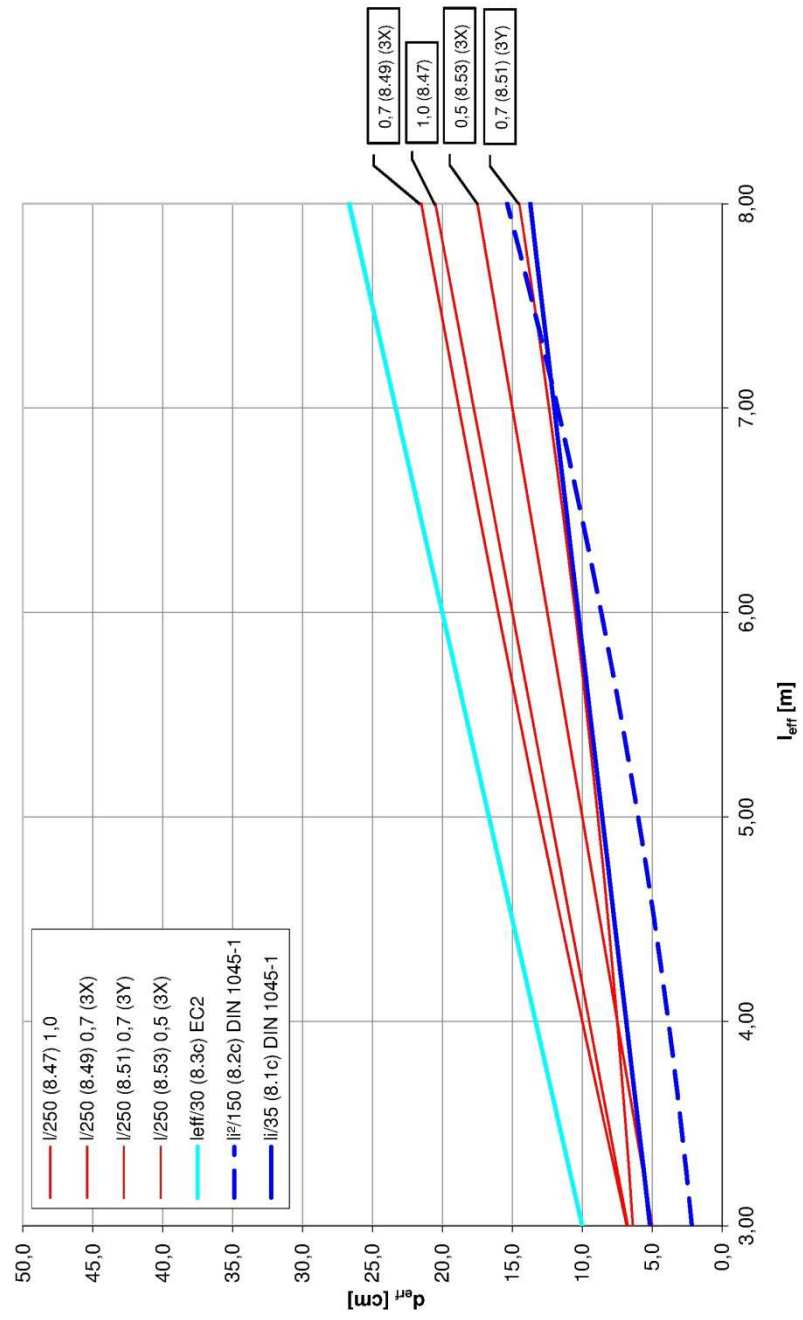
Tafel 8.7a: d_{eff} Platte 2 $I_y/I_x = 1,0 / 0,7 / 0,5$ (2X) / (2Y) für $I/250$



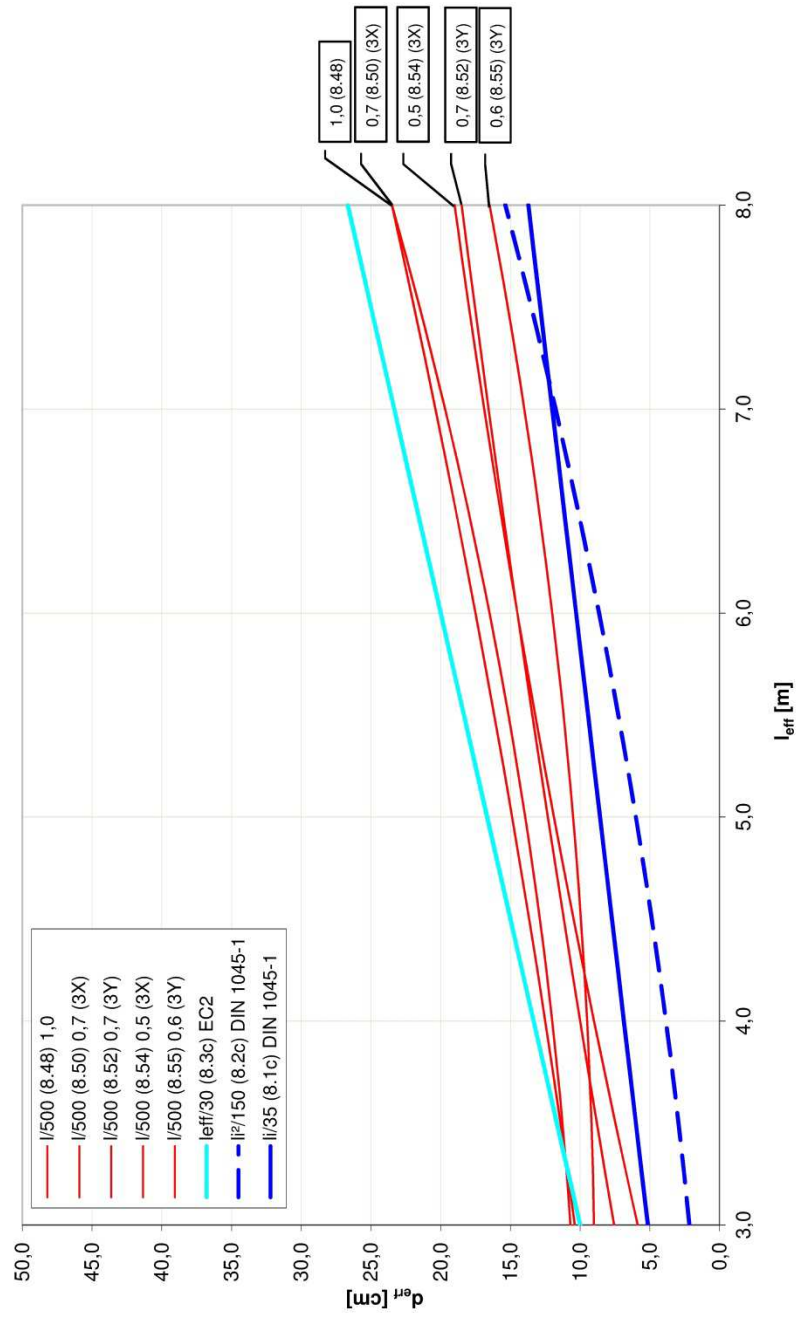
Tafel 8.7b: d_{eff} Platte 2 $I_y/I_x = 1,0 / 0,7 / 0,6 / 0,5$ (2X) / (2Y) für $I/500$

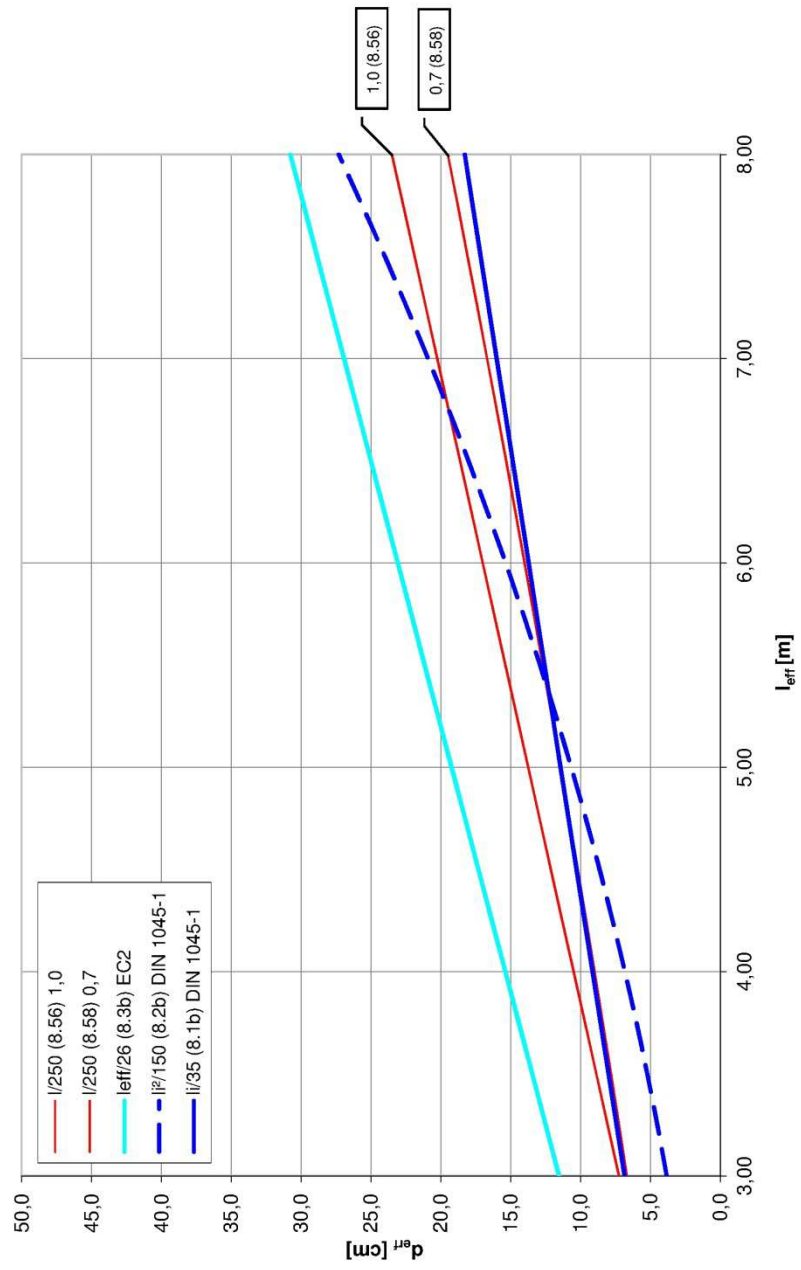


Tafel 8.8a: d_{eff} Platte 3 $I_y/I_x = 1,0 / 0,7 / 0,5 (3X) / (3Y)$ für $I/250$

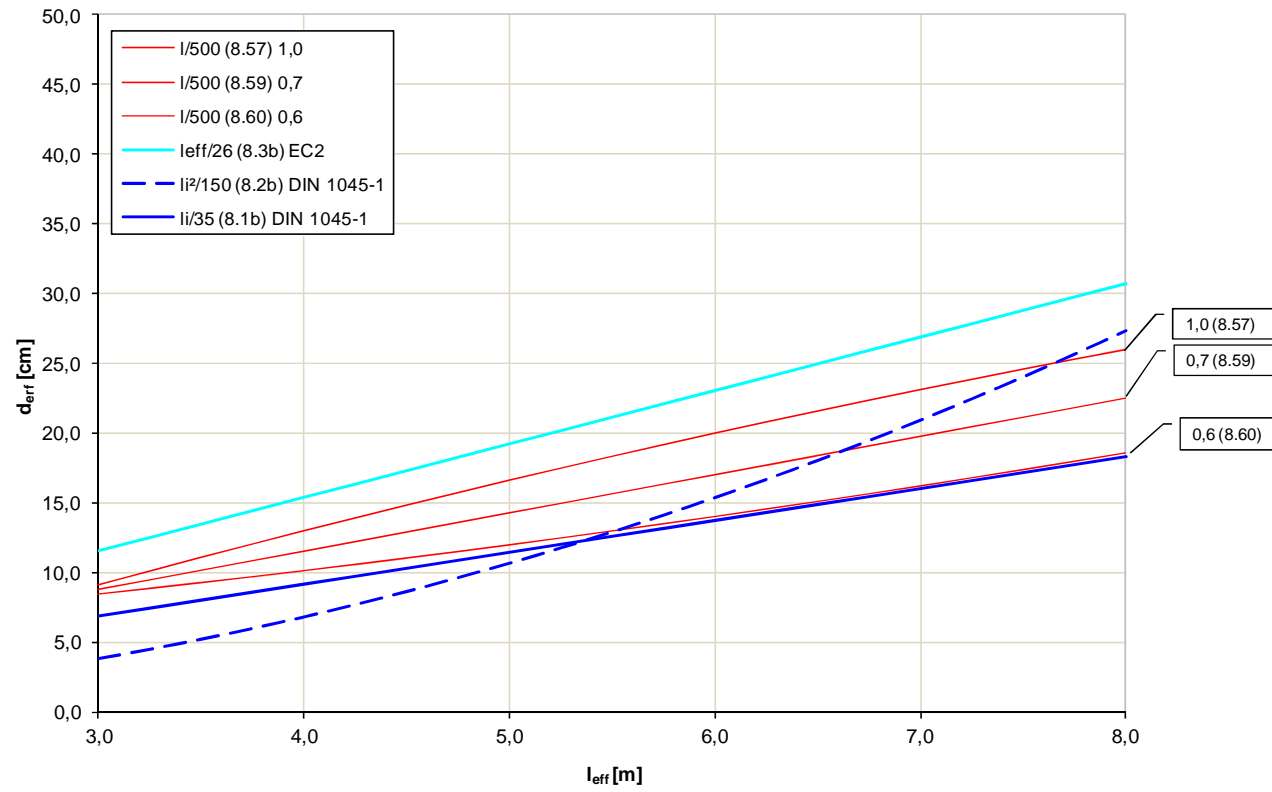


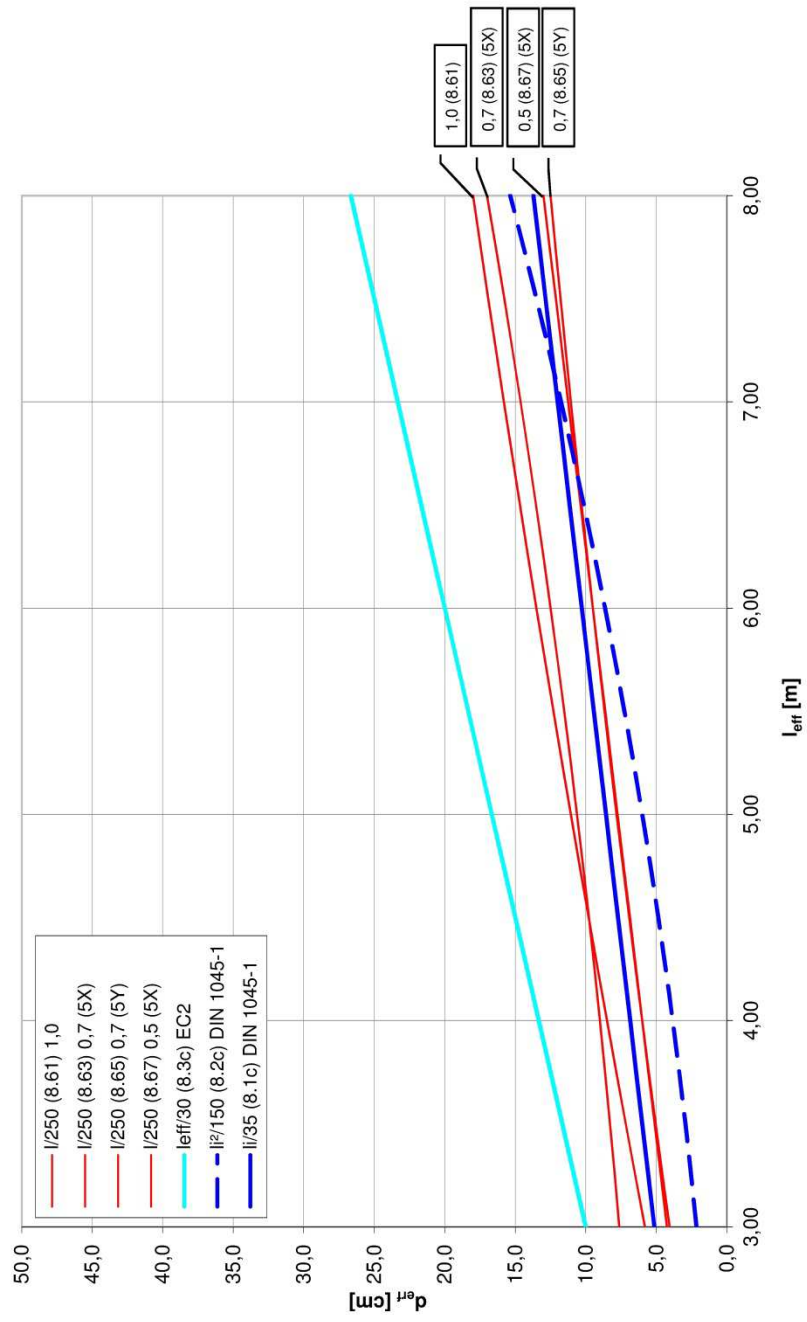
Tafel 8.8b: d_{eff} Platte 3 $I_y/I_x = 1,0 / 0,7 / 0,6 / 0,5$ (3X) / (3Y) für $I/500$



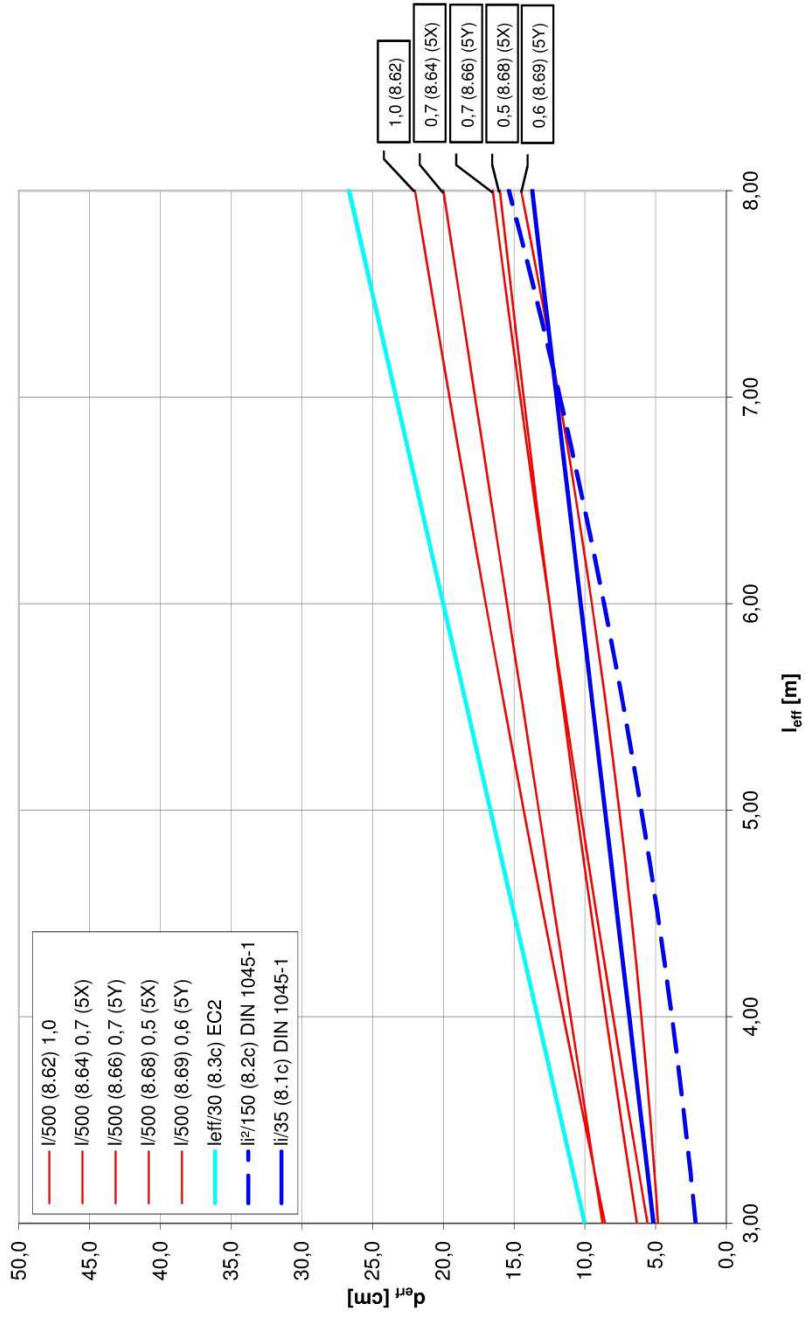
Tafel 8.9a: d_{err} Platte 4 $I_y/I_x = 1,0 / 0,7$ für I/250

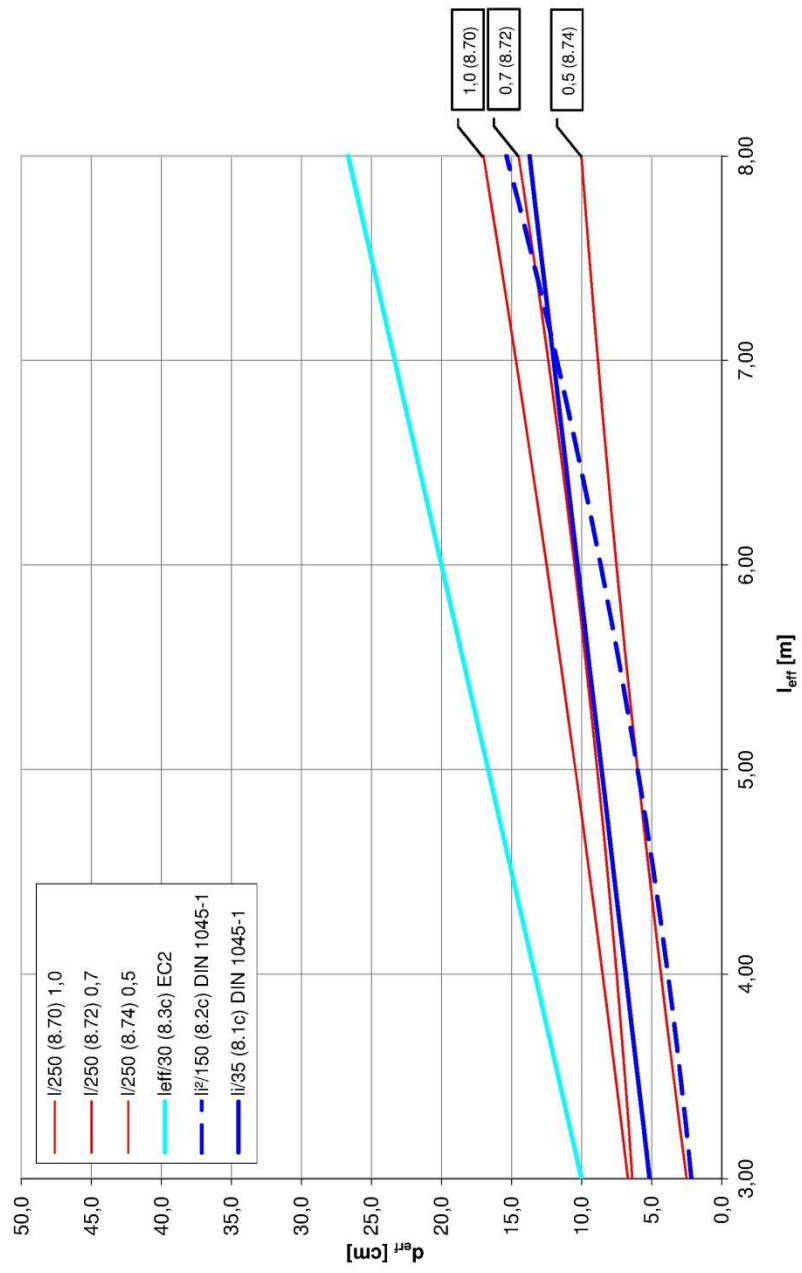
Tafel 8.9b: d_{eff} Platte 4 $I_y/I_x = 1,0 / 0,7$ für I/500

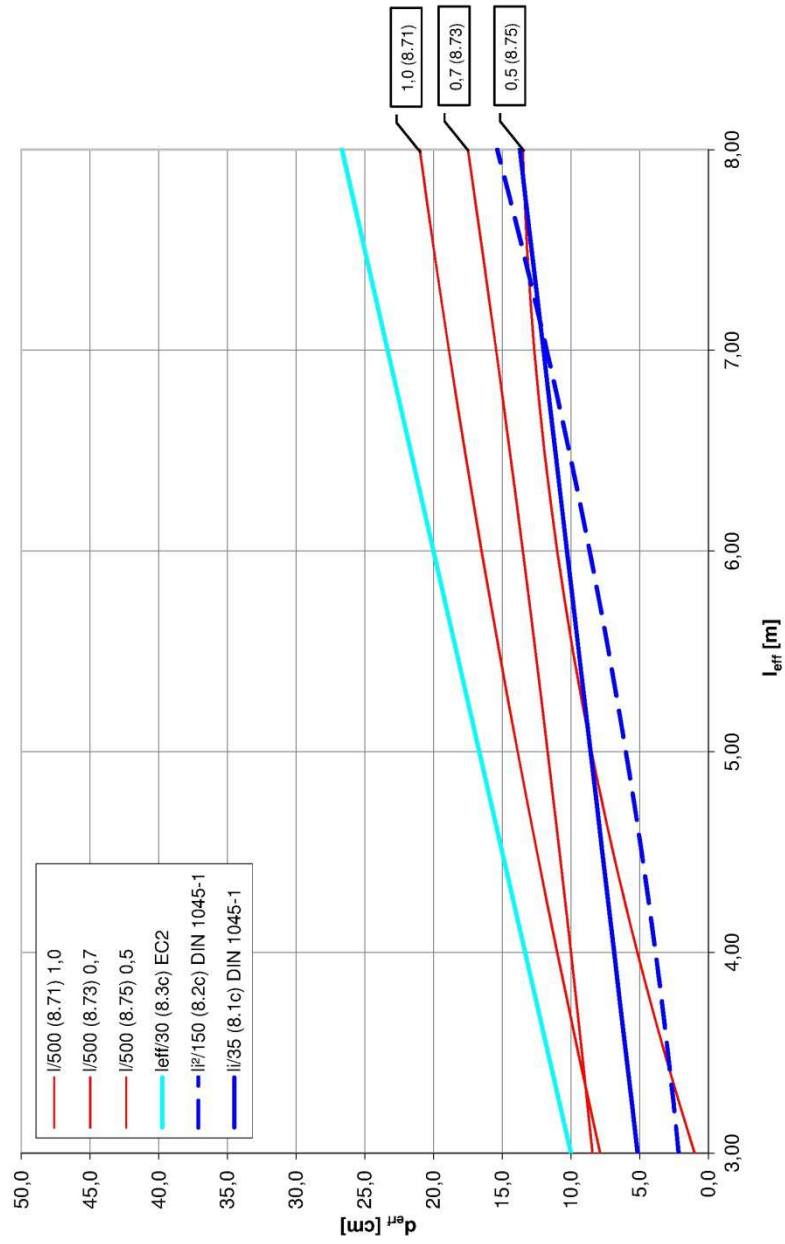


Tafel 8.10a: d_{eff} Platte 5 $I_y/I_x = 1,0 / 0,7 / 0,5$ (5X) / (5Y) für I/250

Tafel 8.10b: d_{eff} Platte 5 $I_y/I_x = 1,0 / 0,7 / 0,6 / 0,5 (5X) / (5Y)$ für I/500



Tafel 8.11a: d_{eff} Platte 6 $I_y/I_x = 1,0 / 0,7 / 0,5$ für $I/250$ 

Tafel 8.11b: d_{eff} Platte 6 $I_y/I_x = 1,0 / 0,7 / 0,5$ für $I/500$ 

8.4.2 Einachsig gespannte Systeme

Die gewonnenen Ergebnisse werden nur für Einfeldplatten bisher bekannten Berechnungen in [30] und [47] gegenübergestellt, da dort für Mehrfeldplatten vom Volleinspannzustand ausgegangen wurde und die exakt vergleichbaren Werte für Durchlaufsysteme größer sind.

In Tafel 8.1 sind Nutzhöhen für Kategorie A bzw. Kategorie E entsprechend *DIN 1055-100* [11] gegenübergestellt. Für die Referenzbelastung nach Tafel 7.2 ist damit gezeigt, dass im üblichen Hochbau Kat. A maßgebend ist. Tafel 8.2 vergleicht die Werte von Kat. A mit Normen und Veröffentlichungen. Erst ab $l_{\text{eff}} = 7,00$ m für 1/250 entsteht eine Überschreitung gegenüber [13], für 1/500 ab 6,00 m bei ungestaffelter, bei gestaffelter (statisch erforderlicher) Bewehrung geringfügig kleiner (6,25 m / 6,83 m bei 1/250; 5,60 m / 5,93 m bei 1/500).

Die ermittelten Gleichungen sind Abschnitt 8.2 zu entnehmen. Tafel 8.3a, b stellt verschiedene Betongüten gegenüber. Erwartungsgemäß nimmt die Nutzhöhe bei höherer Betongüte ab, die Unterschiede liegen ab $l_{\text{eff}} = 5,00$ m im Zentimeterbereich. Sie sind am Einfeldsystem ermittelt und stellen damit die ungünstigste Differenz zwischen den Nutzhöhen dar. An Durchlaufsystemen sind die Unterschiede sehr gering.

Für die Auswirkung der Querdehnung werden Nutzhöhen in Tabelle 8.2.1.6 für $v = 0$ mit denen von Tabelle 8.2.1.9 für $v = 0,2$ verglichen. Die Nutzhöhen sind ab $l_{\text{eff}} = 4,00$ m gleich; lediglich der Bewehrungsgrad steigt bei $v = 0,2$ geringfügig an.

Die Tafeln 8.4 und 8.5 stellen die Nutzhöhenentwicklung für einseitig bzw. zweiseitig eingespannte Systeme dar. Sie überschreiten die Mindestwerte von [10], sie liegen überwiegend unter denen von [13].

8.4.3 Zweiachsig gespannte Systeme

Die ermittelten Gleichungen sind Abschnitt 8.3 zu entnehmen.

Generell sind die Nutzhöhen deutlich unter denen von [13], für [30] und [47] wird wie in 8.3.2 erläutert, nur die Einfeldplatte verglichen.

Die Nutzhöhen aller Plattentypen liegen deutlich unter der Grenze von [13] und unter denen der Tafeln 8.2, 8.4 und 8.5 (einachsig gespannte Systeme).

Vergleicht man in den Tabellen Anlage 8 die Werte aus Volleinspannung, die nicht graphisch dargestellt sind, mit denen der Durchlaufsysteme, ist auch hier

eine geringere Nutzhöhe erforderlich. Tafel 8.6a zeigt für Platte 1 deutlich günstigere Werte gegenüber Tafel 8.2, bezogen auf $l_y/l_x = 1,0$. Betrachtet man dazu Tafel 8.6b, liegt der Verlauf für $l_y/l_x = 0,7$ unterhalb von $l_i/35$. Dieser Wert sollte nicht unterschritten werden. Die Plattenverhältnisse für $l_y/l_x = 0,8$ und $0,9$ können dann dazwischen ohne nennenswerte Abweichung linear interpoliert werden. Dies gilt für $l/500$ ebenso (Tafel 8.6c). Die Tafeln 8.7 bis 8.10 geben die Verläufe für die Platten 2 – 6 wieder. Für Verhältnisse $l_y/l_x < 1,0$ gelten die Ermittlungen zunächst für die Durchlaufwirkung in Richtung der kürzeren Stützweite l_y für Werte oberhalb $l_y/l_x = 0,7$. Lineare Interpolation ab $l_i/35$ ist bei Platten 2 – 6 ebenso möglich. Für Durchlaufwirkung in x – Richtung ergeben sich Werte in der Nähe von $l_y/l_x = 1,0$.

Tabelle 8.1 zeigt die Grenzen der Plattennutzhöhen d_{erf} für $l_y/l_x < 1,0$ zu $l_i/35$.

Tabelle 8.1: l_y/l_x für $d \leq l_i/35$

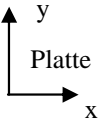
Platte	1	2X	2Y	3X	3Y	4	5X	5Y	6
l/250	0,7	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,5	0,7	0,7
l/500	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5

Bei den grau hinterlegten Platten bleibt im angegebenen Plattenverhältnis d_{erf} oberhalb $l_i/35$. Für alle anderen Platten liegt d_{erf} unterhalb von $l_i/35$, sodass als Grenzwert $l_i/35$ angesetzt werden kann.

Tabelle 8.2 fasst die Gleichungen für ein- und zweiachsig gespannte Platten bei $l_y/l_x = 1,0$ zusammen.

Die Auswirkung der Querdehnung für $\nu = 0$ (Tabelle 8.3.1.5.1) und $\nu = 0,2$ (Tabelle 8.3.1.5.6) zeigt die gleichen Verhältnisse wie in Abschnitt 8.4.2.

Tabelle 8.2 $d = al^2 + bl + c$ $d[cm]; l[m]$

 y Platte x	l/250				l/500			
	Gl.	a	b	c	Gl.	A	b	c
einachsig gespannt								
frei drehbar	8.13	0,0025	0,0375	-0,03	8.14	0,00375	0,025	0,01625
eins. eingesp.	8.19	0,0025	0,0175	0,01	8.20	0,003125	0,015	0,03188
zweis. eingesp.	8,21	0,00187	0,00875	0,03	8.22	0,0025	0,005	0,065
zweiachsig gespannt $l_y/l_x = 1,0$ *								
Platte 1	8.26	0,000625	0,03375	-0,015	8.27	0,000625	0,02875	0,025
Platte 2	8.38	-	0,035	-0,025	8.39	-0,00125	0,05	-0,050
Platte 3	8.47	-	0,0275	-0,015	8.48	-	0,025	0,025
Platte 4	8.56	-0,00375	0,0725	0,14	8.59	-0,00125	0,0475	-0,040
Platte 5	8.61	0,00125	0,0075	0,040	8.62	-0,003125	0,05875	-0,070
Platte 6	8.70	0,000625	0,001375	0,002	8.71	-0,00125	0,04	-0,03

* Weitere Werte sind Abschnitt 8 zu entnehmen.

l/250: für $0,7 < l_y/l_x < 1,4$ → $d = l_i/35$ (Bild 2.1)

l/500: für $0,7 < l_y/l_x < 1,4$ → $d = l_i/35$ (Bild 2.1)

9 Nutzhöhen und Schlankheiten für Platten mit elastischer Linienlagerung

9.1 Randbedingungen

Bei starrer Unterstüztung (vertikal unverschieblich) ist die Ermittlung nur von den Eingangsdaten entsprechend Tafel 7.2 abhängig, wenn man die Querkontraktionszahl als Variable ausschließt, wie in Abschnitt 8.4.2 und 8.4.3 erläutert.

Elastische Stüztung bedeutet, dass Durchbiegungen auch in der Unterstüztungsebene entstehen. Es muss deshalb untersucht werden:

- ob die Stüztweite entsprechend Abschnitt 8 als Maßstab wirksam bleibt,
- inwieweit das Verhältnis Plattendicke/Balkenhöhe von Bedeutung ist,
- welchen Einfluss die Lasteintragung über Platte und Balken hat.

Weiterhin spielt die Frage der mittragenden Plattenbreite – nicht für die Berechnung – sondern für die Lage der Plattenbewehrung im Bereich des Balkens eine Rolle.

9.2 Stüztweitenbezug und Schlankheit

In [30] wird eine Beziehung hergeleitet, die auf Balkendurchbiegungen von $l/250$ bzw. $l/500$ eingeht. Wie in Abschnitt 8 wird mit Gl. 8.6

$$erf d = (l_i/\lambda_i) k_c$$

und Gl. 8.7

$$k_1 = 1,00 (l/250)$$

$$k_1 = 0,56 (l/500)$$

$$\lambda_i = k_1(36,30 - 2,46 l_i + 0,12 l_i^2) \quad (9.1)$$

l_i entsprechend Abschnitt 8

In Tabelle 9.1 ergeben sich damit Mindestbalkenhöhen am Einfeldbalken. Diese werden mit jenen nach Abschnitt 2 Bild 2.1 verglichen.

Tabelle 9.1: Balkenmindestnutzhöhen d_0 (nach [13] und [30]), l [m]; d_0 [cm]

$l_{\text{eff}} = l_i$	2	3	4	5	6	7	8
$\lambda_i(250)$	31,86	30,00	28,38	27,00	25,86	24,96	24,9
d_0	6,3	10,0	14,1	18,5	23,2	28,0	32,9
$\lambda_i(500)$	17,84	16,80	15,89	15,12	14,48	13,98	13,60
d_0	11,2	17,9	25,2	33,1	41,4	50,1	58,8
$d_{0\text{EC2}}$	13,9	20,8	27,8	34,7	41,6	48,6	55,6

Grundsätzlich entsteht infolge der Balkendurchbiegung bei elastischer Linienlagerung stets eine größere Verformung der Platte als bei starrer Linienlagerung. Es kann daher also keine geringere Nutzhöhe als bei dieser entstehen.

Es ist zu untersuchen, ob die Diagonale als Verbindungslinie der Auflagerpunkte bei ein- und zweiachsig gespannten Systemen Gültigkeit hat. Im ungünstigsten Fall ergeben sich über die Diagonale kleinere Nutzhöhen für die Platten als bei starrer Unterstützung – wie Vergleichsrechnungen ergeben haben.

Ergibt die Berechnung bei Ansatz über die Diagonale als größter Bezugslänge für die größte Nutzhöhe der Platte kleinere Werte, wird der Wert der starren Linienlagerung angesetzt. Dies wird vor allem bei kleinen Stützweiten und Plattenverhältnissen $l_y/l_x \leq 0,5$ bzw. $b/l \leq 0,5$ erwartet.

9.3 Balkenhöhe und Lasteintrag

Aus Tabelle 9.1 ist ersichtlich, dass für 1/250 Balkenhöhen entstehen, die teilweise geringer sind als vergleichbare Plattendicken bei starrer Linienlagerung.

Grundsätzlich kann zum Ausnutzungsgrad von 100 % (1,0) für die Plattendicke h einer von 1,0 für die Balkenhöhe h_0 gefunden werden. Dies stellt den idealen Fall dar, der für jeden Plattentyp, die Lagerungsart, die Plattenhöhe und die Stützweite unterschiedliche Balkenhöhen zur Folge hat. Von diesen abweichende Höhen können jedoch ebenfalls elastische Lagerungen darstellen. Wegen der Vielzahl der unterschiedlichen Möglichkeiten kann keine allgemein gültige einheitliche Balkenhöhe h_0 angegeben werden.

Die Berechnung wird für praxisnahe Abmessungen der Balkenhöhen durchgeführt, um im Rahmen der Untersuchung sowohl die einachsige als auch die zweiachsige gespannten Platten untereinander vergleichen zu können.

In [42], als auch bei *Ramm et al.* [39], ebenso bei *Wunderlich et al.* [46] wird der Begriff „starr“ dann benutzt, wenn entsprechend Bild 9.1 $h / h_0 < 1/3$ beträgt. Danach könnte die Berechnung der Plattendicke als starr gestützt durchgeführt und die Auflagerlasten der Platte für die Bemessung der unterstützenden Balken verwendet werden.

Werden die Balkenhöhen geringer und damit die Plattendicken größer, „wandert“ das Durchbiegungsverhalten in Richtung Punktstützung.

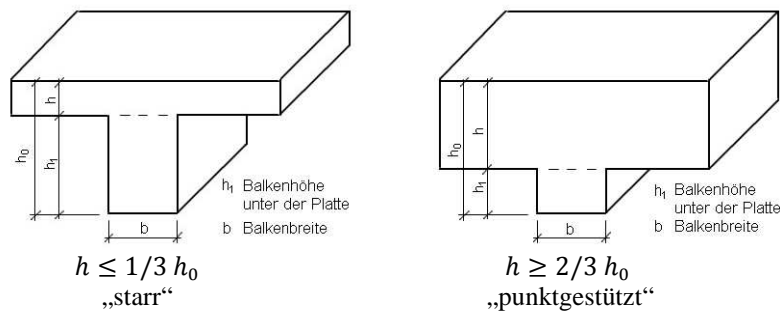


Bild 9.1: Plattendicke h / Balkenhöhe h_0

Voruntersuchungen haben ergeben, dass bei $h_0 = l_{\text{eff}}/12$ für $1/250$ und $h_0 = l_{\text{eff}}/10$ für $1/500$ elastische Linienlagerung für $h / h_0 = 0,5$ bis $0,6$ in etwa ein Mittelwert zwischen starrer und punktgestützter Lagerung dargestellt werden kann (Abschnitt 12).

Die Balkenhöhen d_0 werden zunächst für $l_{\text{eff}}/12$ bestimmt und nach Gl. 9.3 abgeschätzt:

$$h_{02} = [h_{01}^3 \cdot (l_2^4 / l_1^4)]^{1/3} \quad (9.3)$$

für $h_{02} > h_{01}$

In Tabelle 9.2 werden sie mit anderen Ermittlungen verglichen, wobei

$$h_0 = d_0 + 4,0 \text{ [cm]} \quad (9.4)$$

für die Balken beträgt.

Tabelle 9.2: Balkenhöhen, h_0 [cm]

l_{eff} [m]	3	4	5	6	7	8
$h_0 / (l_{\text{eff}}/12)$	25	33,3	41,7	50	58,3	66,7
h_0 [30]	22	29	37	45	54	63
h_0 (Gl. 9.3)		35		45		67
h_0 gew.		33		50		67

Durch den Querkrafteintrag über Balken- und Plattenanteil entsteht ggf. Durchstanzbewehrung, die bei der Bewehrung und damit auf die Verformungsbeziehung Einfluß hat, soweit es Biegebewehrung betrifft.

9.4 Mittragende Plattenbreite

Die Berechnung der Schnittkräfte erfolgt entsprechend Abschnitt 7 und 8 für Platte und Balken mit dem Programm *MicroFe*. Danach spielt die mittragende Breite entsprechend DIN 1045-1 [10] keine Rolle, da die Berechnung mit Finiten Elementen diese direkt errechnet. Programmtechnisch wird der Anteil der Plattenbewehrung, der über dem Balken liegt, durch den Faktor b_g berücksichtigt. Dies ist nicht die Plattenbreite nach [10] Gl. 8, sondern verlagert diesen Anteil der Plattenbewehrung in den Balken, wie in [39]:

$$M_g = M_b + m_{pl} \cdot b_g \quad (9.2)$$

$$M_b = \text{Balkenmoment}$$

$$m_{pl} = \text{Plattenmoment}$$

Wird b_g zu groß gewählt, sinkt der Ausnutzungsgrad der Verformungsgrenze und erzeugt dadurch zu große Plattennutzhöhen. Vergleichsberechnungen zeigen, dass mit $b_g = 0,60$ m eine zutreffende Größe verwendet wird.

9.5 Nutzhöhen einachsiger gespannter Platten

Die Grundvoraussetzungen sind in Abschnitt 8 beschrieben, Rechenergebnisse sind in den Tabellen von Anlage 9, die Dateibezeichnungen sind in Anlage 9, soweit erforderlich, erläutert. Sie entsprechen weitgehend denen von Anlage 8 mit der Leitbezeichnung E statt S, Dateien sind im Dateienverzeichnis unter Gruppe 10 (Anlage 2) abgelegt.

Es werden Durchlaufsysteme für $l_y/l_x = 1,0$ und $0,5$; bzw. $b/l = 1,0$ und $0,5$ untersucht, die letzteren jeweils zur Abschätzung gegenüber $l/35$.

9.5.1 Nutzhöhen d der Einfeldplatte, einachsiger gespannt, beidseitig gelenkig gelagert, Darstellung Tafel 9.1a, b

9.5.1.1 Gleichungen für $b/l = 1,0$; Berechnung Tabelle 9.5.1.1

$$l/250: \quad d = 0,075 l - 0,135 \quad (9.5)$$

$$l/500: \quad d = 0,001667 l^2 + 0,05833 l - 0,08 \quad (9.6)$$

9.5.1.2 Gleichungen für $b/l = 0,5$; Berechnung Tabelle 9.5.1.2

$$l/250: \quad d = 0,003125 l^2 + 0,03375 l - 0,025 \quad (9.7)$$

$$l/500: \quad d = 0,001875 l^2 + 0,04875 l - 0,05 \quad (9.8)$$

9.5.2 Nutzhöhen d der Mehrfeldplatte, einachsiger gespannt, einseitig eingespannt, Darstellung Tafel 9.2a, b

9.5.2.1 Gleichungen für $b/l = 1,0$; Berechnung Tabelle 9.5.2.1

$$l/250: \quad d = 0,005833 l^2 - 0,00833 l + 0,045 \quad (9.9)$$

$$l/500: \quad d = 0,00333 l^2 + 0,02167 l + 0,015 \quad (9.10)$$

9.5.2.2 Gleichungen für $b/l = 0,5$; Berechnung Tabelle 9.5.2.2

$$l/250: \quad d = 0,001875 l^2 + 0,02875 l - 0,025 \quad (9.11)$$

$$l/500: \quad d = 0,003125 l^2 + 0,01375 l + 0,045 \quad (9.12)$$

9.5.3 Nutzhöhen d der Mehrfeldplatte, einachsig gespannt, zweiseitig eingespannt, Darstellung Tafel 9.3a, b**9.5.3.1 Gleichungen für $b/l = 1,0$;** Berechnung Tabelle 9.5.3.1

$$l/250: \quad d = 0,00667 l^2 - 0,01667 l + 0,07 \quad (9.13)$$

$$l/500: \quad d = 0,005 l^2 - 0,005 l + 0,075 \quad (9.14)$$

9.5.3.2 Gleichungen für $b/l = 0,5$; Berechnung Tabelle 9.5.3.2

$$l/250: \quad d = 0,001875 l^2 + 0,01375 l + 0,01 \quad (9.15)$$

$$l/500: \quad d = 0,00125 l^2 + 0,0225 l + 0,02 \quad (9.16)$$

9.6 Nutzhöhen zweiachsig gespannter Platten

Vorbemerkungen wie in Abschnitt 9.5

Die Ergebnisse sind in den Tafeln 9.4 bis 9.9 dargestellt.

9.6.1 Einfeldplatte, zweiachsig gespannt, allseits gelenkig gelenkig gelagert (wie Platte 1); Darstellung Tafel 9.4a, b**9.6.1.1 Gleichungen für $I_y/I_x = 1,0$;** Berechnung Tabelle 9.6.1.1

$$l/250: \quad d = 0,00667 l^2 - 0,00667 l + 0,06 \quad (9.17)$$

$$l/500: \quad d = 0,00333 l^2 + 0,03166 l - 0,02 \quad (9.18)$$

9.6.1.2 Gleichungen für $I_y/I_x = 0,5$; Berechnung Tabelle 9.6.1.2

$$l/250: \quad d = -0,0025 l^2 + 0,0625 l - 0,135 \quad (9.19)$$

$$l/500: \quad d = 0,00375 l^2 - 0,0125 l + 0,08 \quad (9.20)$$

9.6.2 Mehrfeldplatte, zweiachsig gespannt, einseitig eingespannt, sonst gelenkig gelagert (wie Platte 2), Darstellung Tafel 9.5a, b**9.6.2.1 Gleichungen für $I_y/I_x = 1,0$; Berechnung Tabelle 9.6.2.1**

$$l/250: \quad d = 0,005 l^2 - 0,005 l + 0,06 \quad (9.21)$$

$$l/500: \quad d = 0,00667 l^2 - 0,02667 l + 0,14 \quad (9.22)$$

9.6.2.2 Gleichungen für $I_y/I_x = 0,5$; Berechnung Tabelle 9.6.2.2 a

$$2X \quad l/250: \quad d = -0,00125 l^2 + 0,04 l - 0,065 \quad (9.23)$$

$$l/500: \quad d = 0,025 l - 0,01 \quad (9.24)$$

9.6.2.3 Gleichungen für $I_y/I_x = 0,6$; Berechnung Tabelle 9.6.2.2 b

$$2Y \quad l/500: \quad d = -0,00125 l^2 + 0,0375 l - 0,03 \quad (9.25)$$

9.6.3 Mehrfeldplatte, zweiachsig gespannt, zweiseitig eingespannt, (wie Platte 3), Darstellung Tafel 9.6a, b**9.6.3.1 Gleichungen für $I_y/I_x = 1,0$; Berechnung Tabelle 9.6.3.1**

$$l/250: \quad d = 0,0075 l^2 - 0,0375 l + 0,14 \quad (9.26)$$

$$l/500: \quad d = 0,005 l^2 - 0,015 l + 0,105 \quad (9.27)$$

9.6.3.2 Gleichungen für $I_y/I_x = 0,5$; Berechnung Tabelle 9.6.3.2 a

$$3X \quad l/250: \quad d = 0,025 l - 0,025 \quad (9.28)$$

$$l/500: \quad d = -0,00125 l^2 + 0,04 l - 0,05 \quad (9.29)$$

9.6.3.3 Gleichungen für $I_y/I_x = 0,6$; Berechnung Tabelle 9.6.3.2 b

$$3Y \quad l/500: \quad d = 0,0025 l^2 - 0,0125 l + 0,105 \quad (9.30)$$

9.6.4 Mehrfeldplatte, zweiachsig gespannt, über Eck eingespannt, (wie Platte 4), Darstellung Tafel 9.7a, b**9.6.4.1 Gleichungen für $I_y/I_x = 1,0$; Berechnung Tabelle 9.6.4.1**

$$l/250: \quad d = 0,001875 l^2 + 0,01625 l + 0,01 \quad (9.31)$$

$$l/500: \quad d = 0,004375 l^2 - 0,02125 l + 0,175 \quad (9.32)$$

9.6.4.2 Gleichungen für $I_y/I_x = 0,5$; Berechnung Tabelle 9.6.4.2

$$l/250: \quad d = 0,00333 l^2 - 0,01667 l + 0,09 \quad (9.33)$$

$$l/500: \quad d = 0,00125 l^2 + 0,005 l + 0,055 \quad (9.34)$$

9.6.5 Mehrfeldplatte, zweiachsig gespannt, dreiseitig eingespannt, (wie Platte 5), Darstellung Tafel 9.8a, b**9.6.5.1 Gleichungen für $I_y/I_x = 1,0$; Berechnung Tabelle 9.6.5.1**

$$l/250: \quad d = 0,000625 l^2 + 0,01875 l \quad (9.35)$$

$$l/500: \quad d = 0,000625 l^2 + 0,02125 l + 0,02 \quad (9.36)$$

9.6.5.2 Gleichungen für $I_y/I_x = 0,5$; Berechnung Tabelle 9.6.5.2 a

$$5X \quad l/250: \quad d = 0,0175 l - 0,01 \quad (9.37)$$

$$l/500: \quad d = -0,000625 l^2 + 0,02625 l - 0,01 \quad (9.38)$$

9.6.5.3 Gleichungen für $I_y/I_x = 0,6$; Berechnung Tabelle 9.6.5.2 b

$$5Y \quad l/500: \quad d = 0,001875 l^2 - 0,00125 l + 0,035 \quad (9.39)$$

9.6.6 Mehrfeldplatte, zweiachsig gespannt, allseits eingespannt, (wie Platte 6), Darstellung Tafel 9.9a, b**9.6.6.1 Gleichungen für $I_y/I_x = 1,0$; Berechnung Tabelle 9.6.6.1**

$$l/250: \quad d = 0,0005 l^2 + 0,0155 l + 0,014 \quad (9.40)$$

$$l/500: \quad d = -0,000625 l^2 + 0,03375 l - 0,015 \quad (9.41)$$

9.6.6.2 Gleichungen für $I_y/I_x = 0,5$; Berechnung Tabelle 9.6.6.2

$$l/250: \quad d = -0,0008331 l^2 + 0,02416 l - 0,04 \quad (9.42)$$

$$l/500: \quad d = -0,004167 l^2 + 0,07083 l - 0,165 \quad (9.43)$$

9.7 Darstellung und Bewertung der Ergebnisse**9.7.1 Allgemeines**

Die Berechnungsergebnisse zeigen erwartungsgemäß, dass die diagonale Verbindung der Unterstützungspunkte bei den vorgegebenen Balkenhöhen zur Bestimmung der Plattendicke in weiten Bereichen maßgebend wird. Dies gilt vor allem bei Stützweiten ab 5,00 m und Plattenverhältnissen $I_y/I_x = 1,0$.

Mit l_{eff} als Bestimmungsgröße für $l/250$ bzw. $l/500$ ergeben sich bei Plattenverhältnissen $b/l < 0,6$ bzw. $l_y/l_x < 0,6$ Plattendicken in Bezug auf starre Linienlagerung. Die untere Grenze der Plattendicke ist stets der Wert der starren Linienlagerung, es sei denn, der Wert von $l/35$ wird bestimmend. Hierzu wird auf Abschnitt 9.6.2.2, 9.6.3.2, 9.6.3.5 für die x – Richtung, auf Abschnitt 9.6.2.3, 9.6.3.3, 9.6.2.5 für die y -Richtung verwiesen.

Die Berechnungen sind in den Tabellen Anlage 9 dokumentiert und werden hier im Anschluß in den Tafeln 9.1a, b bis 9.9a, b grafisch dargestellt.

Im Ergebnis erhält man Plattendicken, die von denen starrer Linienlagerung gering abweichen. Die begleitend ermittelten Balkendurchbiegungen sind mit Abschnitt 9.3 $< l/250$ bzw. $l/500$. Erhöht man die Balkenhöhen weiter, nähern sich die zugehörigen Plattendicken denen starrer Linienlagerung ($h/h_0 < 1/3$). Bei Ansatz geringerer Balkenhöhen gegenüber dem Rechenmodell für $h/h_0 < 0,5$ (Bild 9.1) werden die Systeme „weicher“. Erhöht man zur Verringerung der Durchbiegung die Plattendicke weiter, wird das Verhältnis ungünstiger, die Balken weniger steif und man nähert sich eher punktförmiger Stützung.

Die Ausnutzungsgrade der Balkenhöhen einachsig gespannter Einfeldplatten reichen bei $l/12$ für $l/250$ bis 81 %, für $l/500$ bei $l/10$ bis 75% ; bei Durchlaufsystemen entsprechend bis 103% bzw. bis 88%. Für zweiachsig gespannte Einfeldplatten Typ 1 bis 80% bzw. 76%, bei Durchlaufsystemen Typ 2-6 bis 103% bzw. 84%.

Die durchgängig gewählte Balkenhöhe ist bei Einfeldplatten für $l/250$ dabei bis $l_{\text{eff}} = 5,0$ m etwas zu groß, darüber bei Durchlaufsystemen ausreichend genau. Für $l/500$ könnten die Balkenhöhen von $l/10$ generell reduziert werden. Insgesamt ergeben sich dann graduell höhere Plattendicken. Für das Untersuchungsergebnis bedeutet dies eine geringfügig zu starre Lagerung. Im Hinblick auf die gestellte Aufgabe ist das Ergebnis ausreichend.

9.7.2 Einachsig gespannte Systeme

Die in den Tafeln 9.1a, b bis 9.3a, b dargestellten Nutzhöhen zeigen einen ähnlichen Verlauf wie bei starr liniengelagerten Platten. Da bei $b/l = 1,0$ die Unterstützung weicher wird als bei $b/l = 0,5$; verändert sich die Nutzhöhe und der Bewehrungsgrad sinkt.

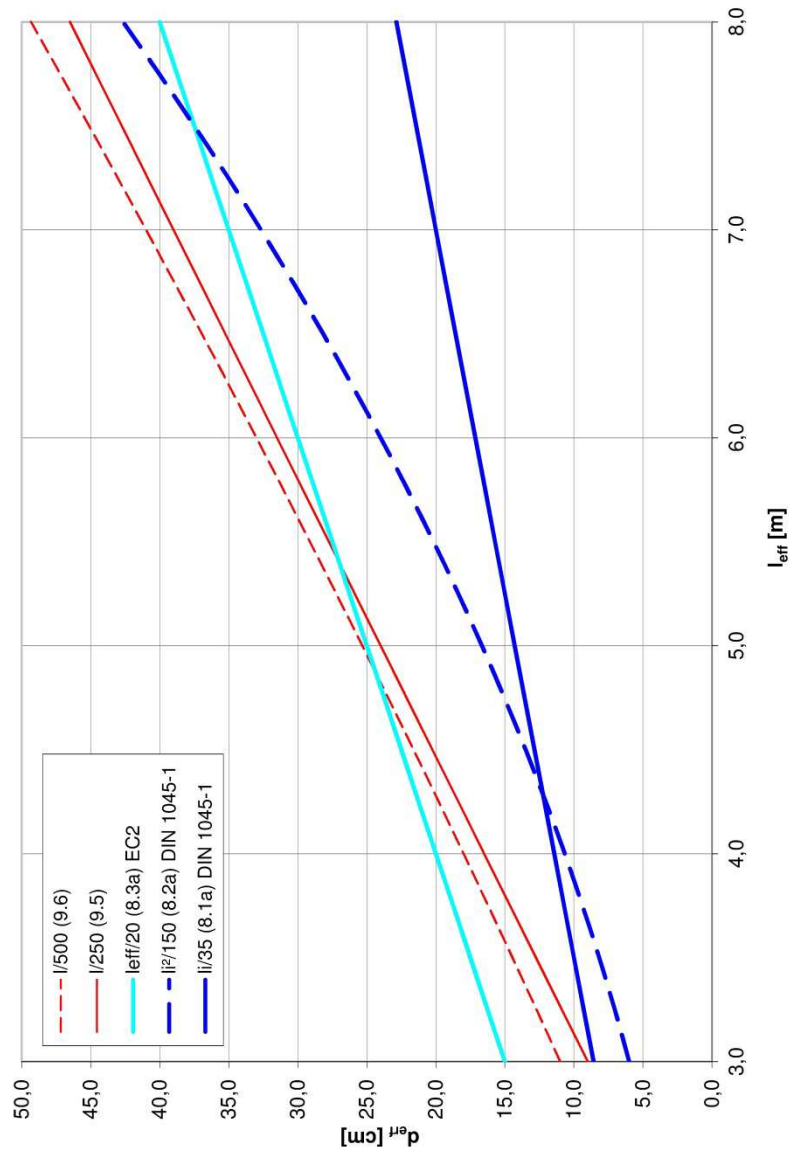
Bis ca. 5,00 m Stützweite liegen die Nutzhöhen unter denen von [13] bei starrer Lagerung. Sie unterscheiden sich gering von denen in Abschnitt 8.4.2 (starre Linienlagerung). Ab 5,00 m Stützweite liegen sie für $l/250$ bei $l_y/l_x = 1,0$ etwa in der Höhe von [13], für $l/500$ liegen sie darüber, ebenso wie die Werte für $l_y/l_x = 0,5$.

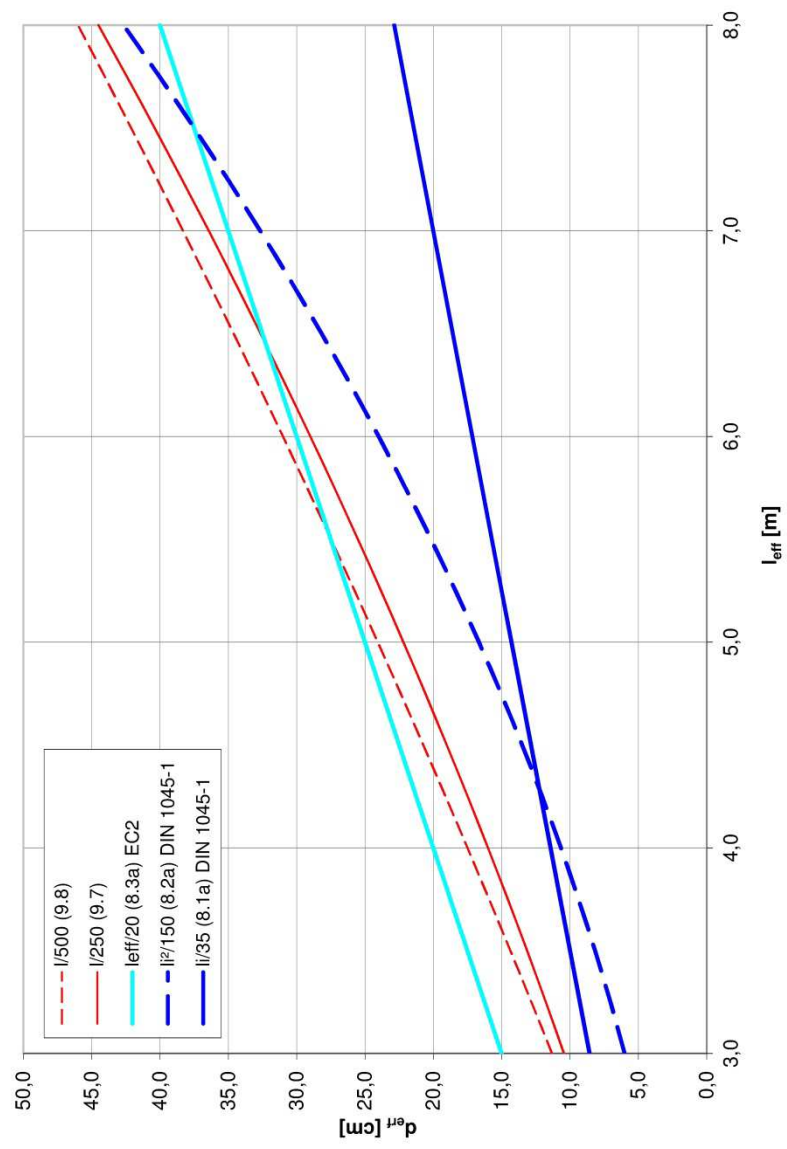
9.7.3 Zweiachsig gespannte Systeme

Die Tafeln 9.4a, b bis 9.9a, b enthalten Nutzhöhen für zweiachsig gespannte Platten. Für die Platten 1 - 3 liegen diese sowohl für 1/250 wie auch für 1/500 bis 6,5 m bzw. 7,00 m unter denen von [13] bei starrer Linienlagerung. Die Werte der Platten 5 - 6 entsprechen denen für starre Linienlagerung. Das Ergebnis entspricht der Erwartung, die Lastabtragung auf Balken starr liniengelagert zu betrachten. Da die Balkenhöhen für alle Systeme entsprechend Abschnitt 9.3 gleich angesetzt worden sind, entspricht dies bei den gewählten Randbedingungen der Wirkung dreiseitiger bzw. vierseitiger Einspannung. Die Werte für Platte 4 liegen für h/h_0 zwischen denen von Platte 1 - 3 bzw. 5 - 6.

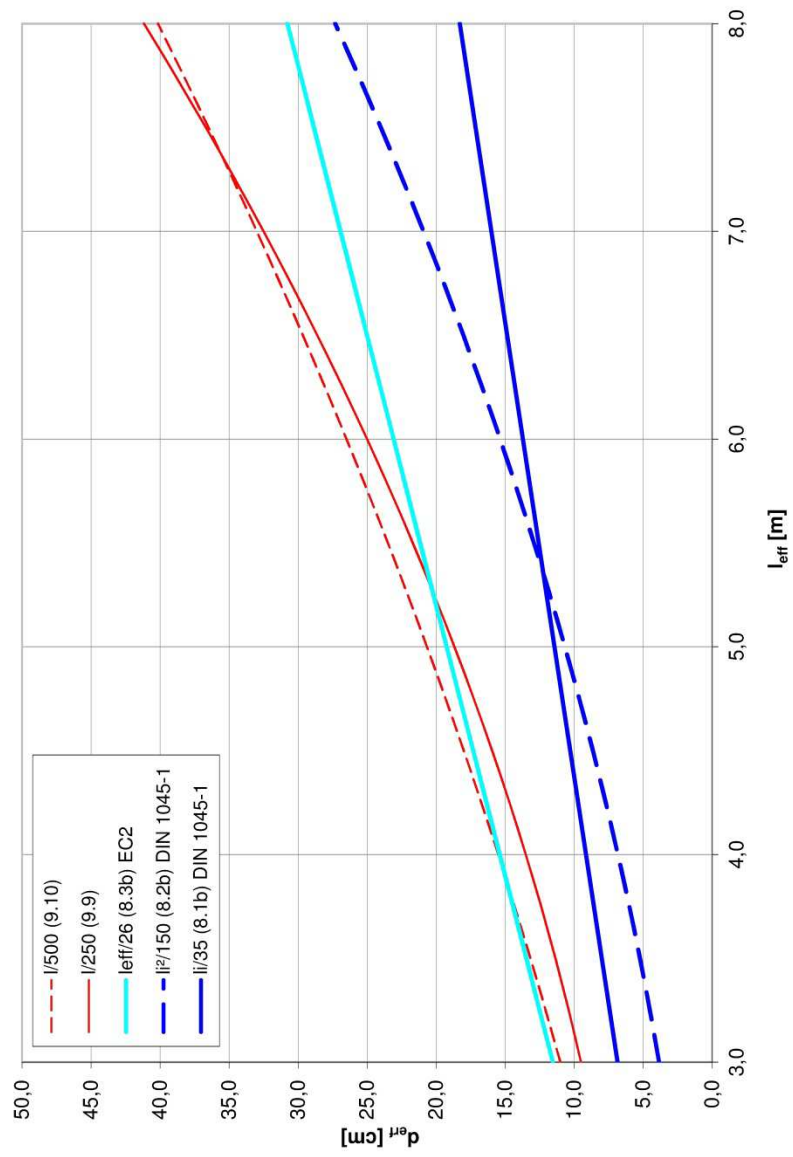
Als Untergrenze der Plattennutzhöhen sollten $l_t/35$ nicht unterschritten werden. Dies gilt für die Platten 1, 5 - 6 für $l_y/l_x = 0,5$. Bei den Platten 2 - 4 wird bei gleichem Plattenverhältnis die genannte Untergrenze gerade erreicht.

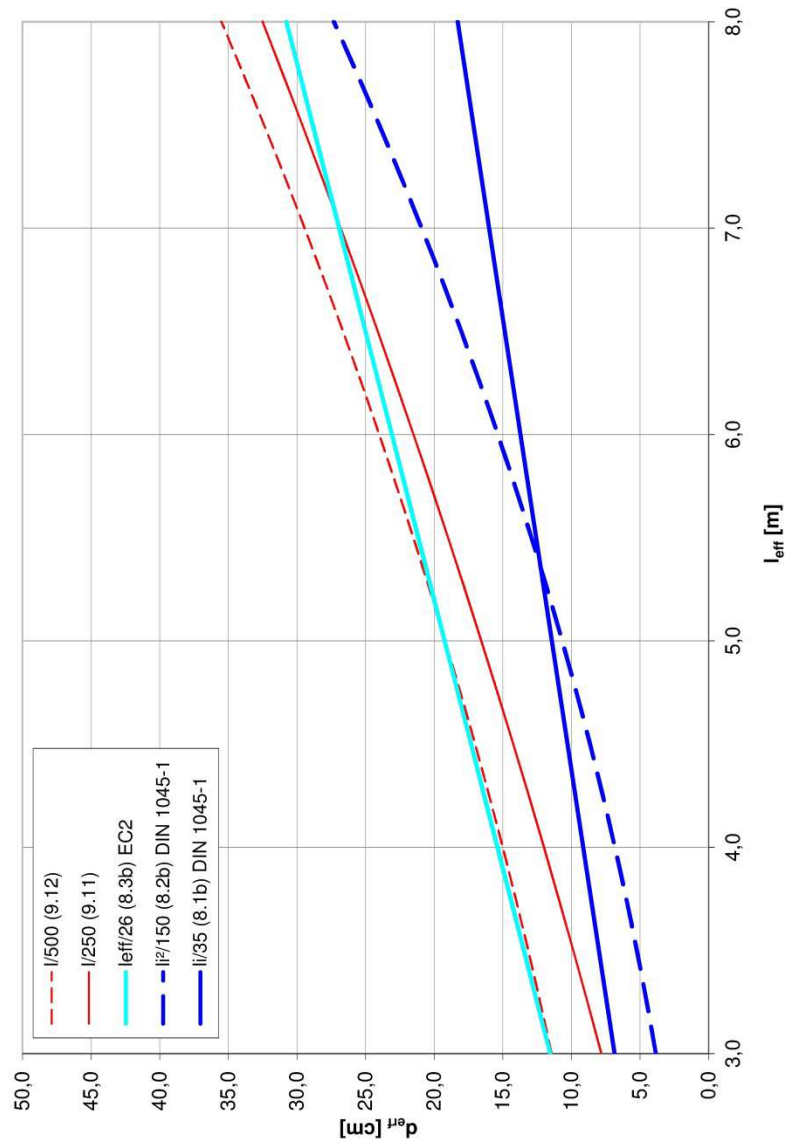
Gelegentlich auftretende Überschneidungen im Kurvenverlauf für d_{eff} bei 1/250 und 1/500 ergeben sich durch die Lage der ermittelten Nutzhöhen innerhalb der Gesamtparabel.

Tafel 9.1a: d_{eff} einachsig gespannt, gelenkig gelagert $b/l = 1,0$ 

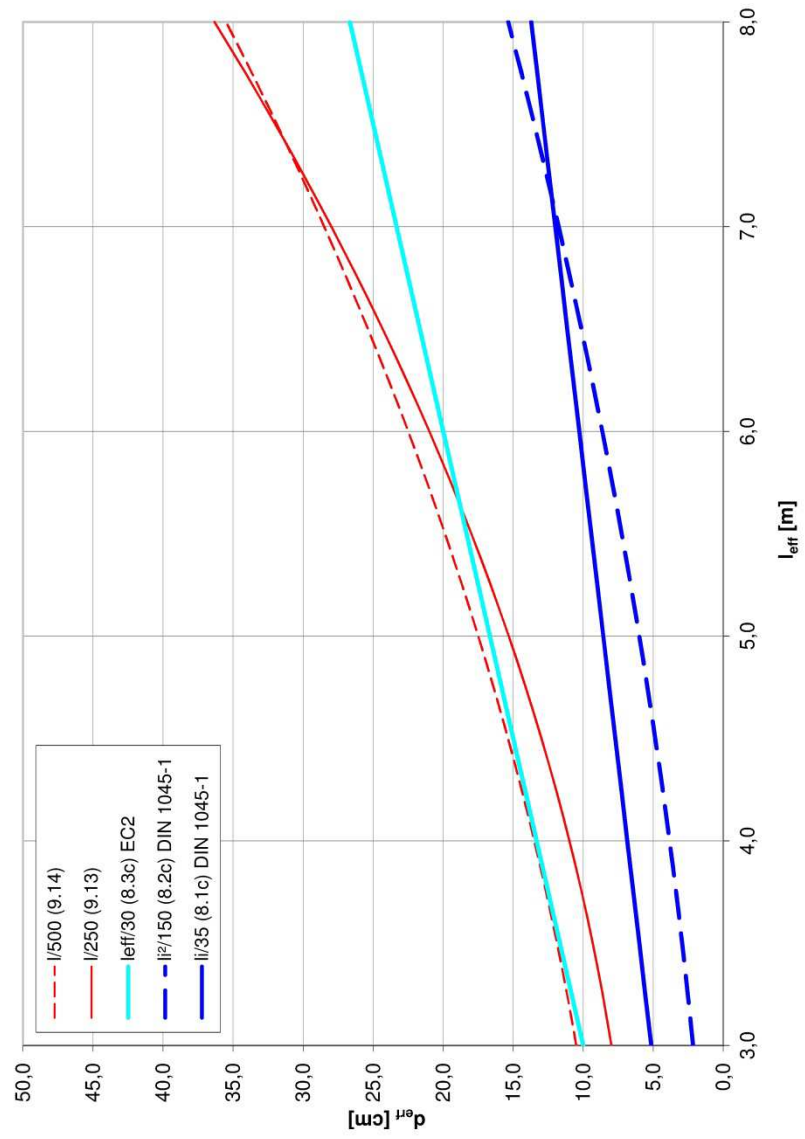
Tafel 9.1b: d_{err} einachsig gespannt, gelenkig gelagert $b/l = 0,5$ 

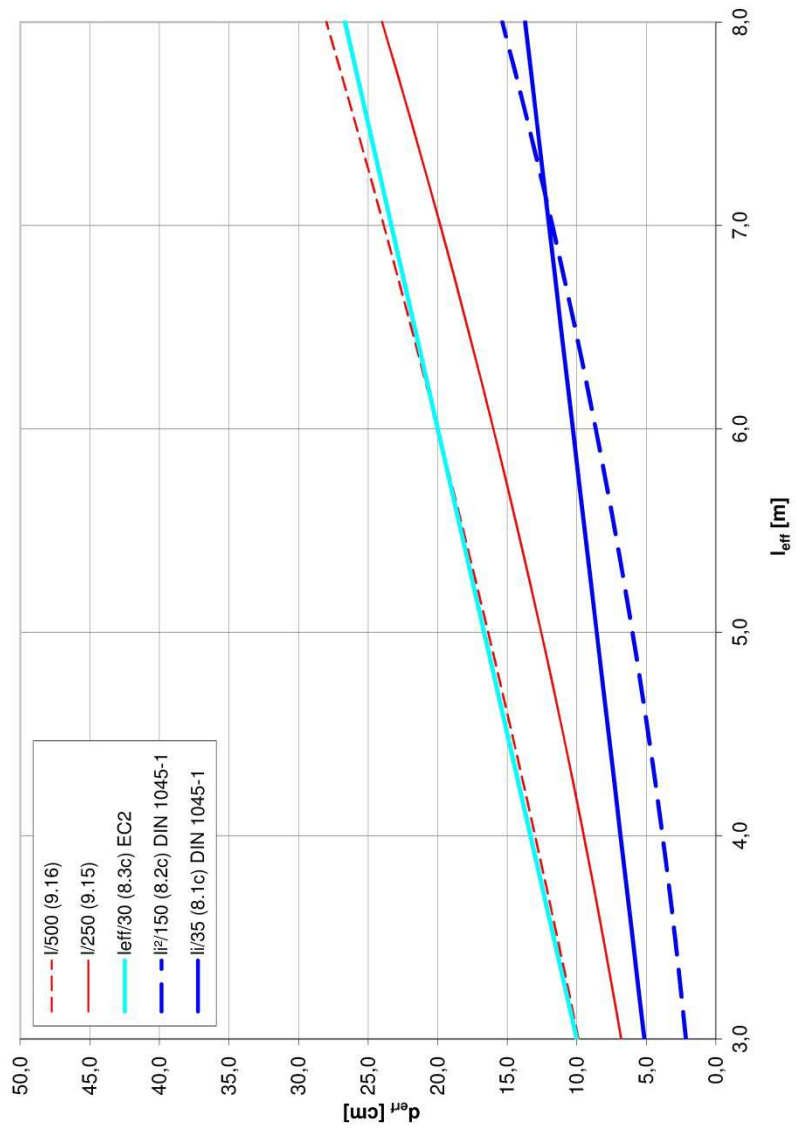
Tafel 9.2a: d_{eff} einachsig gespannt, einseitig eingespannt (Randfeld) $b/l = 1,0$



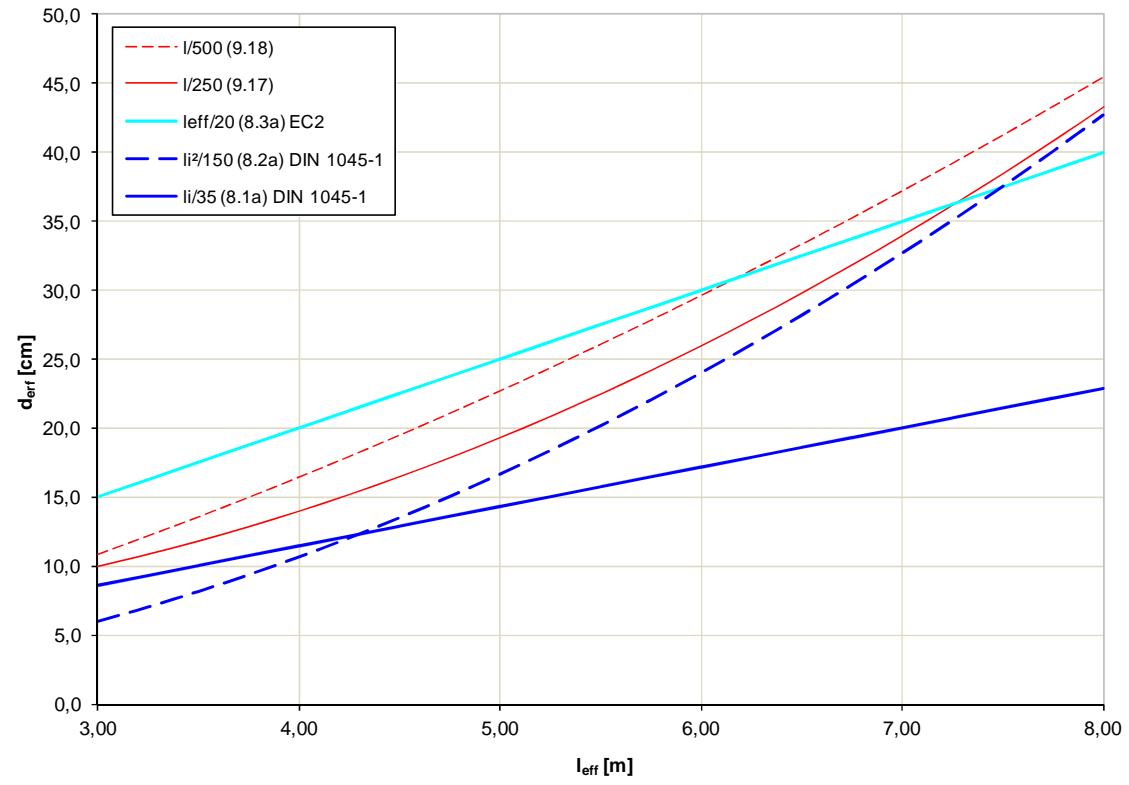
Tafel 9.2b: d_{eff} einachsig gespannt, einseitig eingespannt (Randfeld) $b/l = 0,5$ 

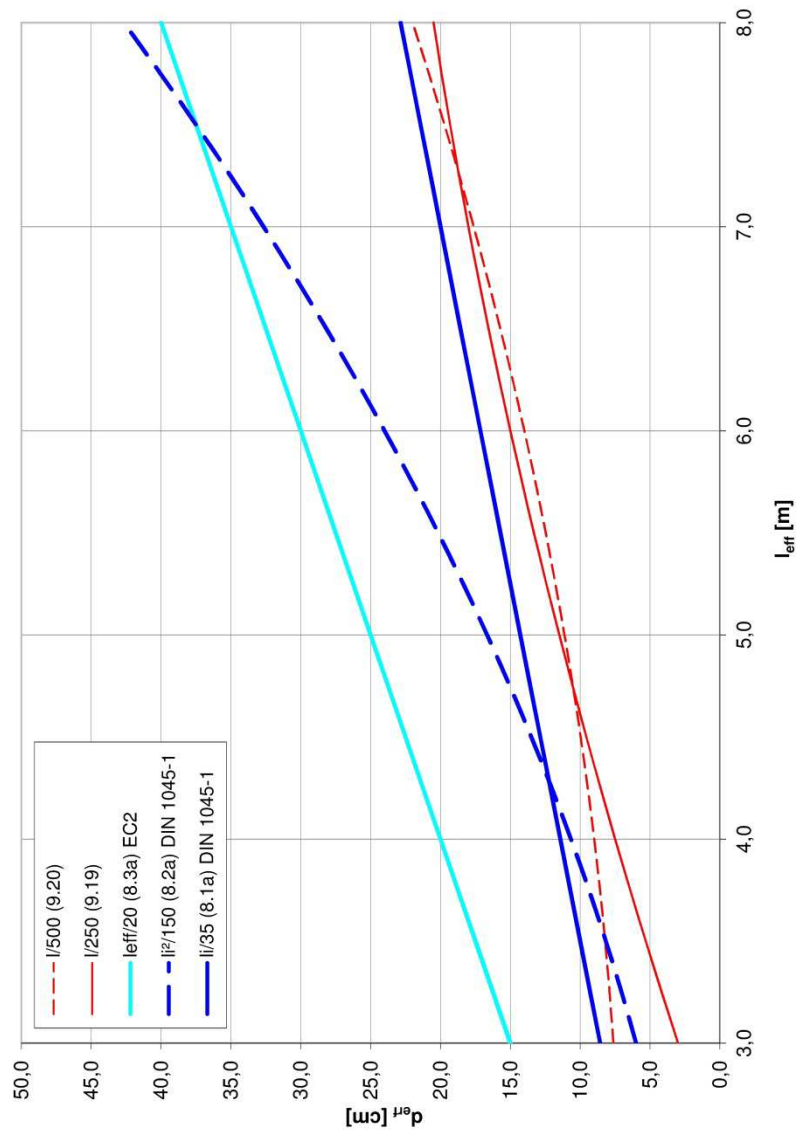
Tafel 9.3a: d_{eff} einachsig gespannt, zweiseitig eingespannt (Mittelfeld) $b/l = 1,0$



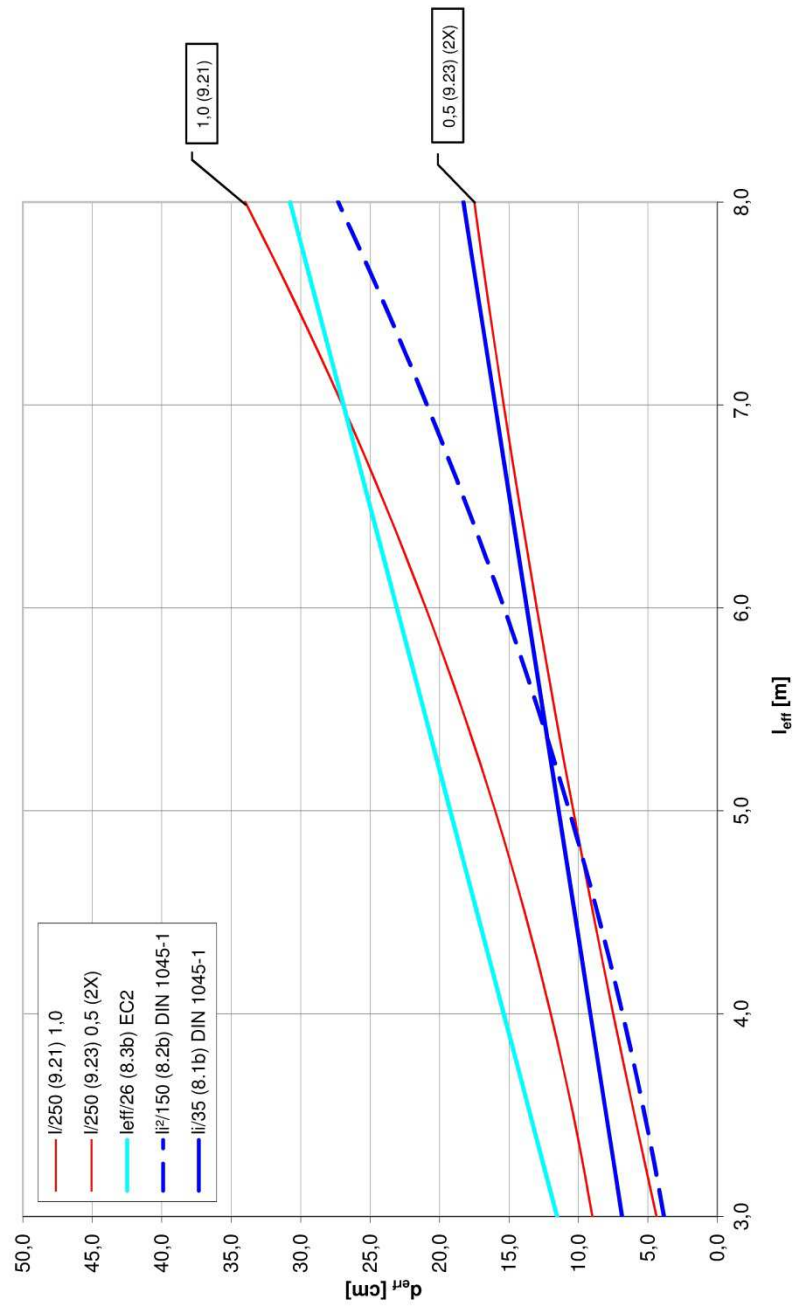
Tafel 9.3b: d_{eff} einachsig gespannt, zweiseitig eingespannt (Mittelfeld) $b/l = 0,5$ 

Tafel 9.4a: d_{eff} Platte 1 $I_y/I_x = 1,0$

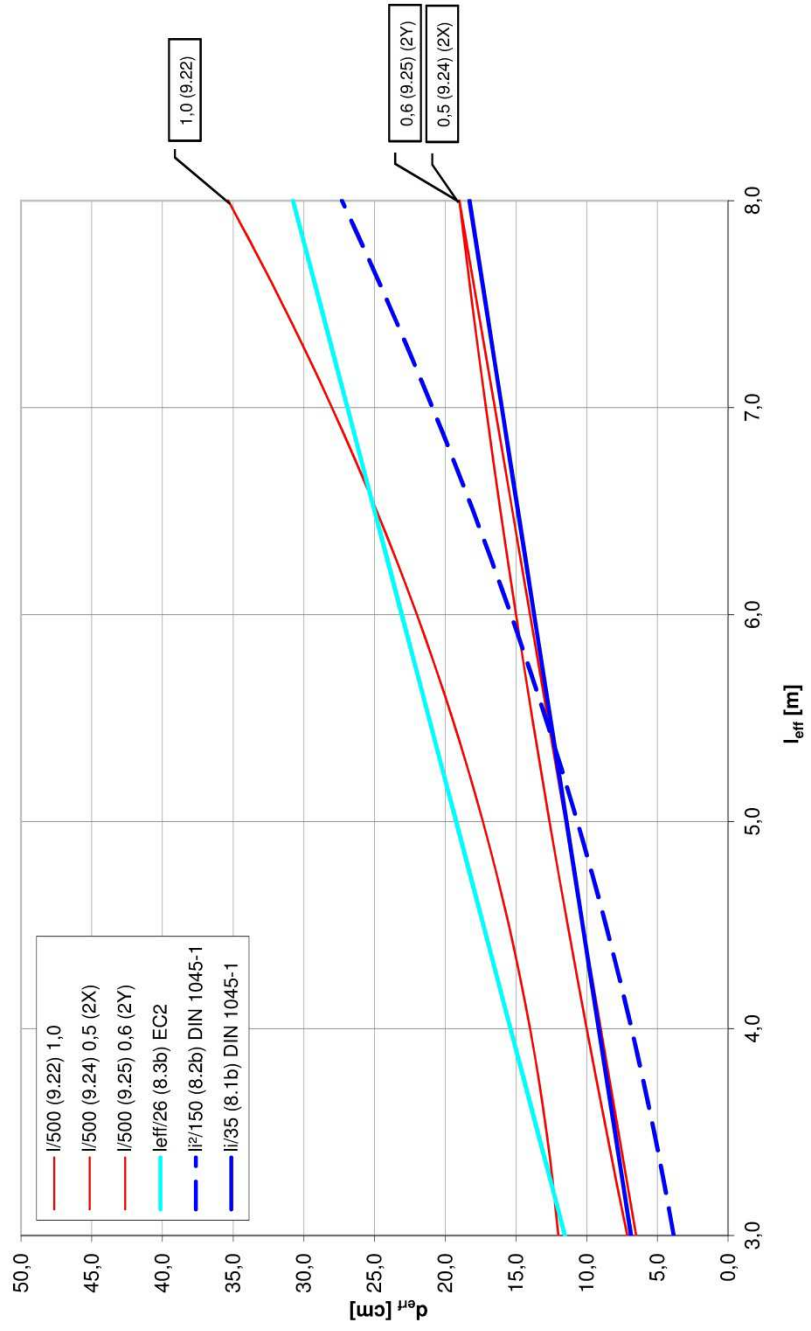


Tafel 9.4b: d_{eff} Platte 1 $I_y/I_x = 0,5$ 

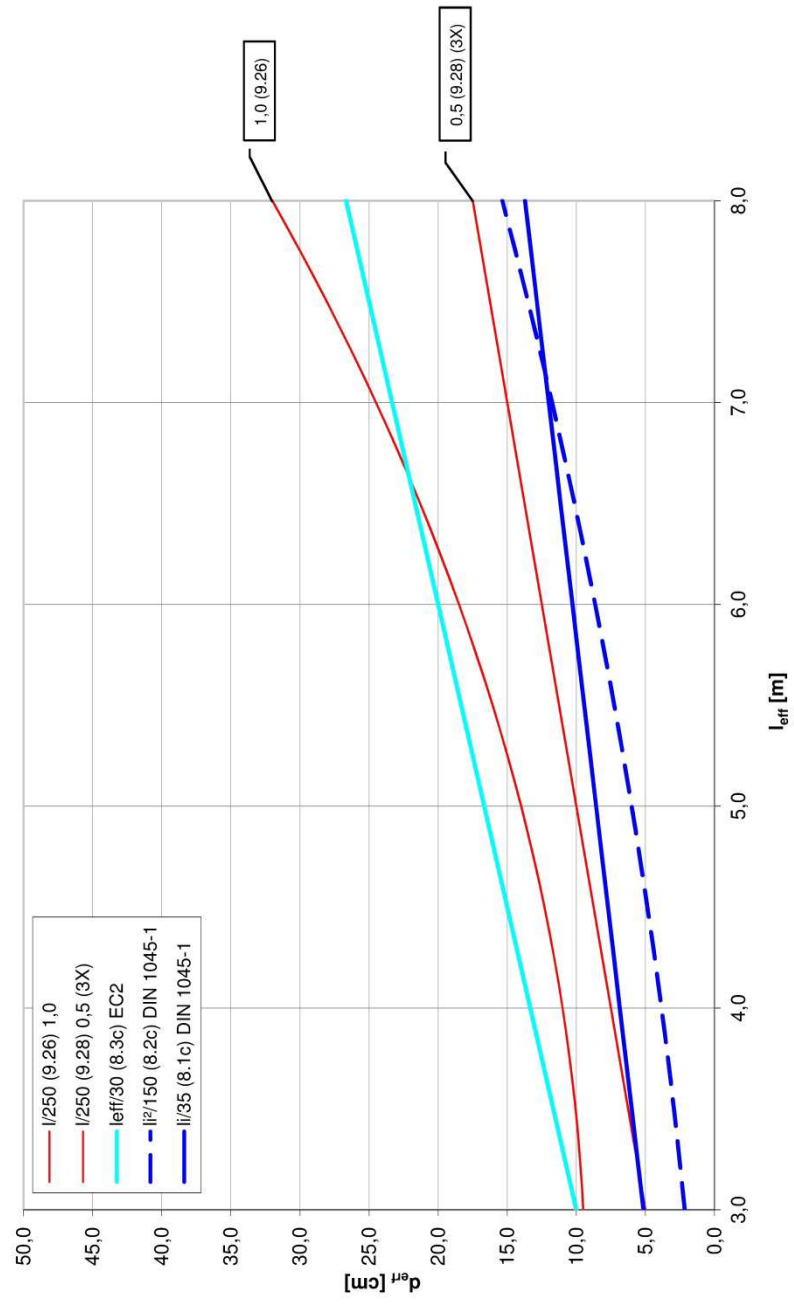
Tafel 9.5a: d_{eff} Platte 2 $l_y/l_x = 1,0 / 0,5$ (2X) für $l/250$



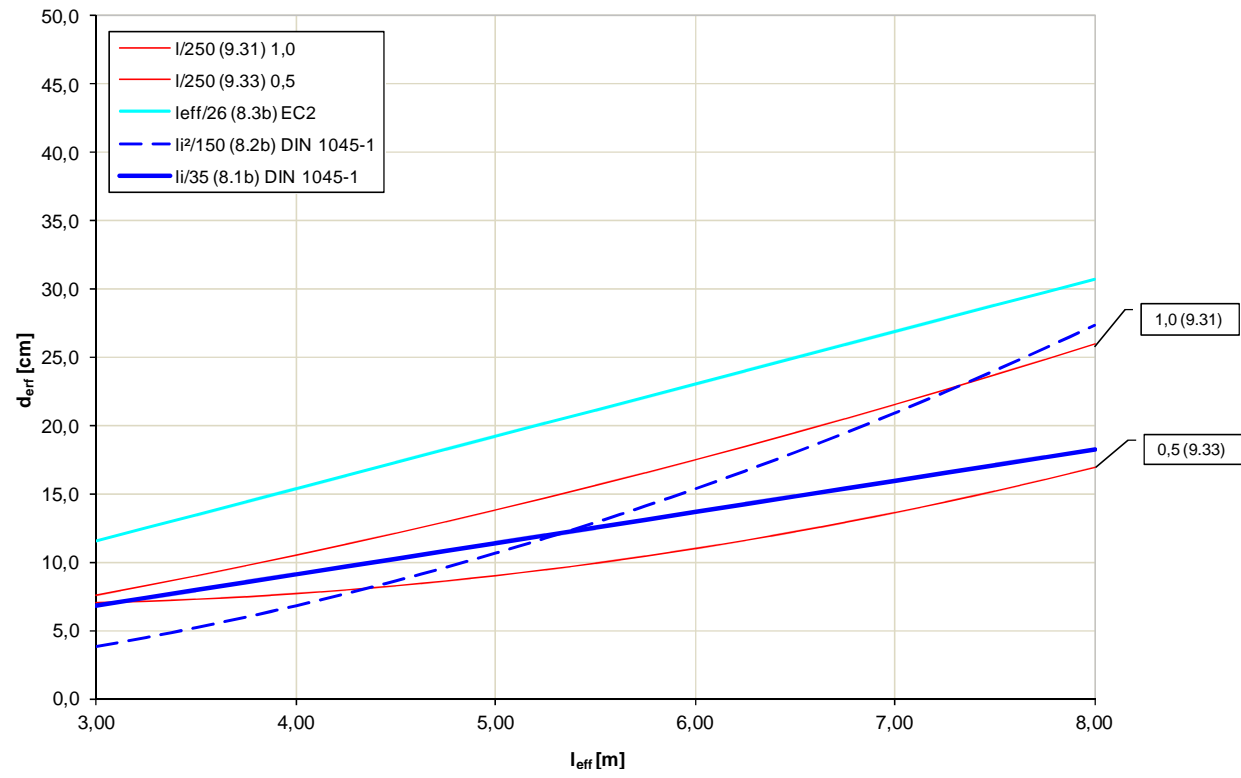
Tafel 9.5b: d_{eff} Platte 2 $I_y/I_x = 1,0 / 0,6 / 0,5$ (2X) / (2Y) für $I/500$



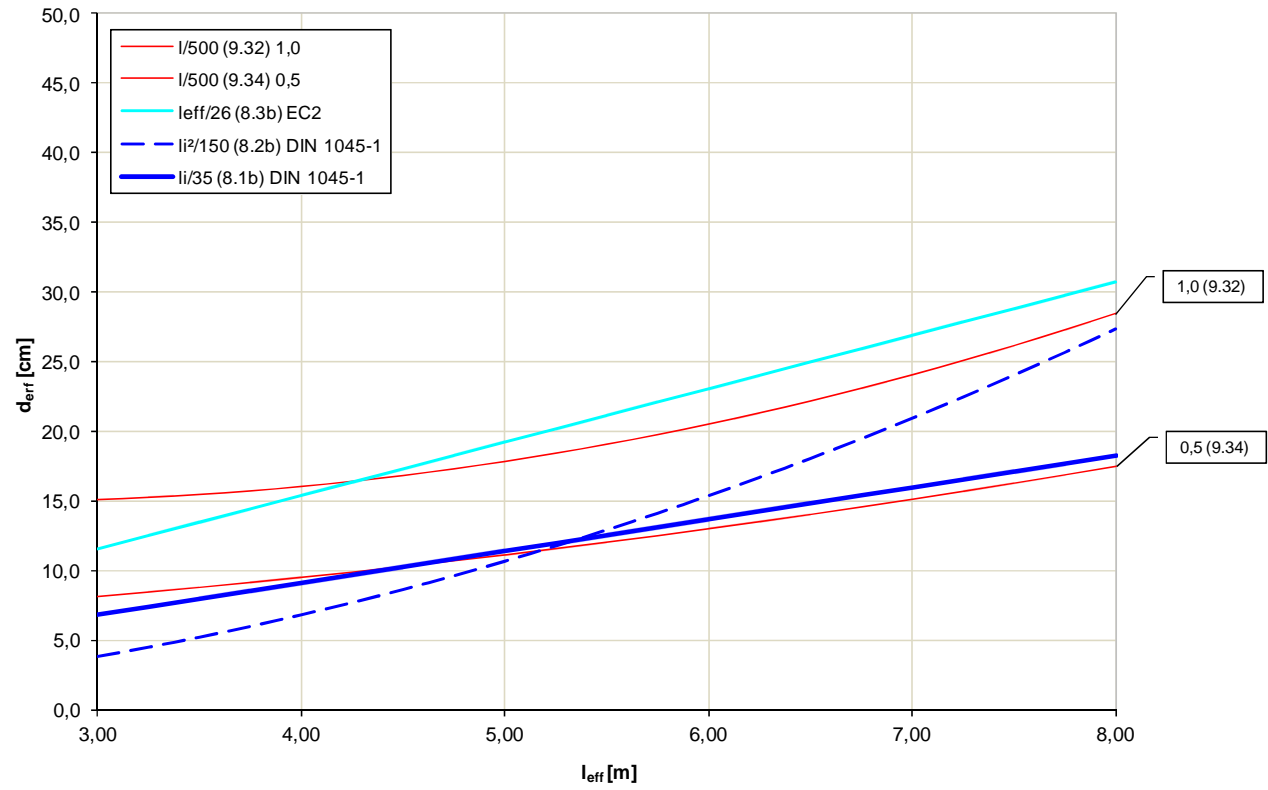
Tafel 9.6a: d_{erf} Platte 3 $I_y/I_x = 1,0 / 0,5$ (3X) für I/250

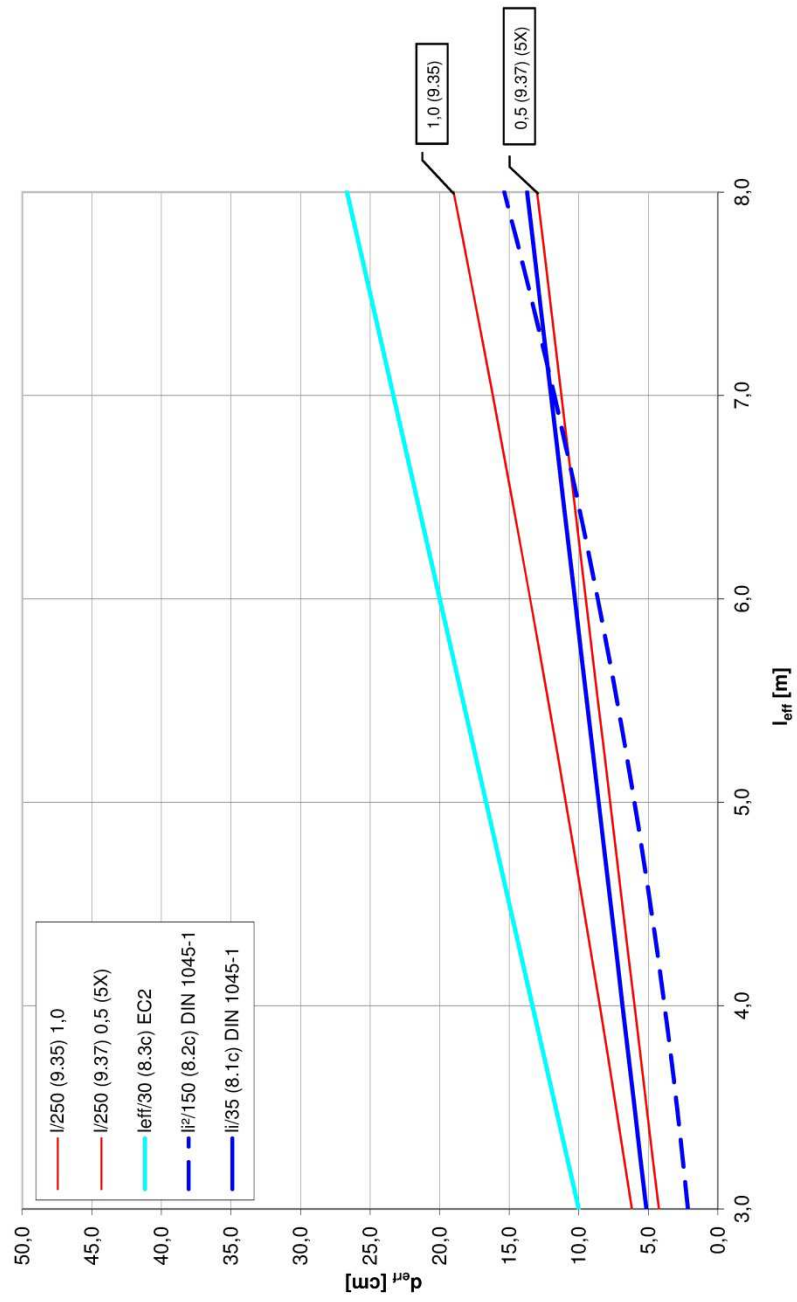


Tafel 9.7a: d_{erf} Platte 4 $l_y/l_x = 1,0 / 0,5$ für $l/250$

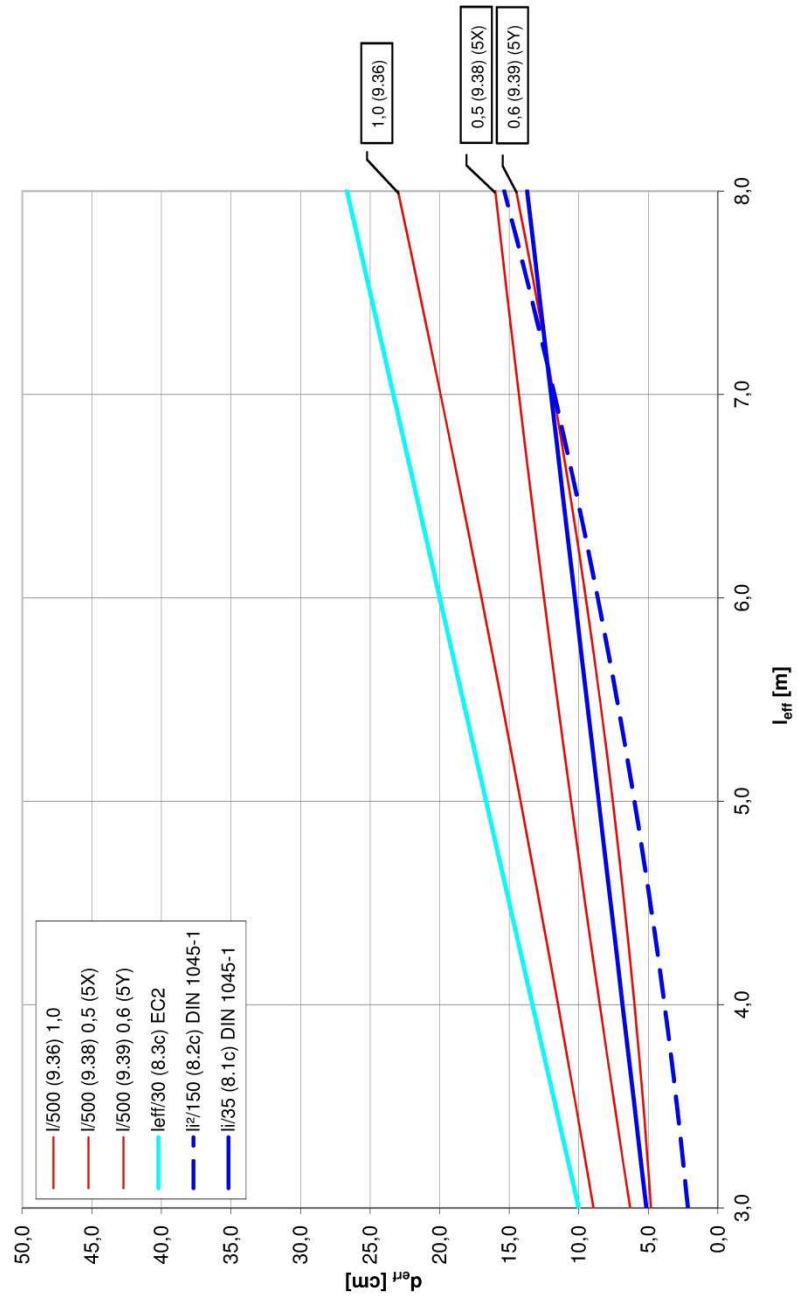


Tafel 9.7b: d_{erf} Platte 4 $I_y/I_x = 1,0 / 0,5$ für $l/500$

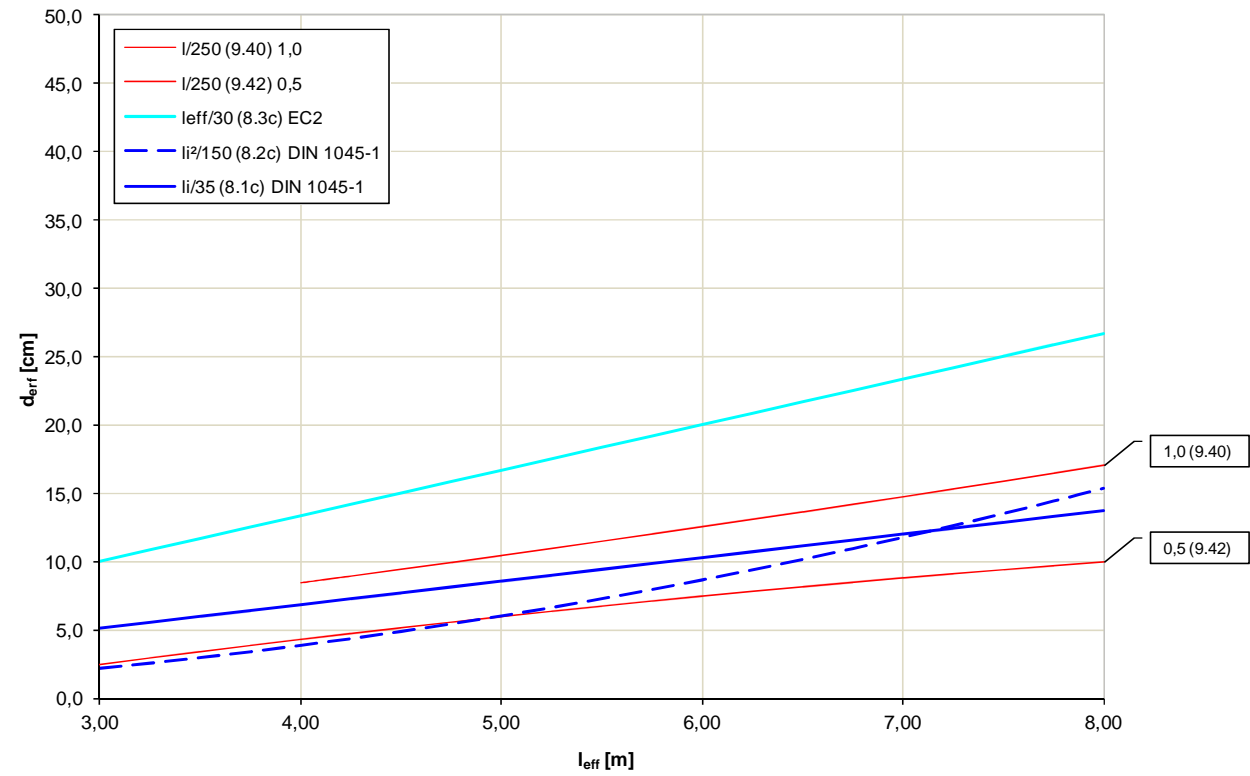


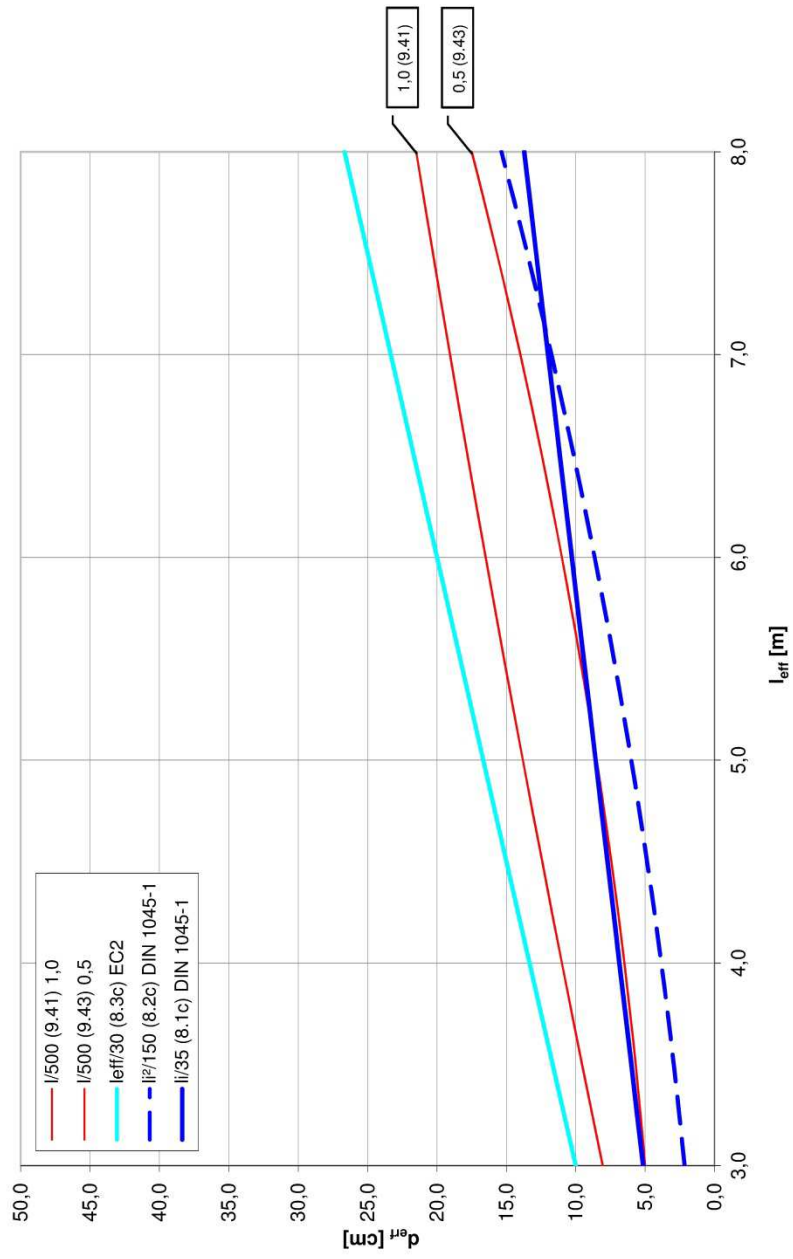
Tafel 9.8a: d_{eff} Platte 5 $l_x/l_y = 1,0 / 0,5$ (5X) für $l/250$ 

Tafel 9.8b: d_{eff} Platte 5 $I_y/I_x = 1,0 / 0,6 / 0,5$ (5X) / (5Y) für $I/500$



Tafel 9.9a: d_{eff} Platte 6 $l_y/l_x = 1,0 / 0,5$ für I/250



Tafel 9.9b: d_{eff} Platte 6 $I_y/I_x = 1,0 / 0,5$ für $I/500$ 

10 Nutzhöhen und Schlankheiten für Platten mit punktförmiger Stützung

10.1 Randbedingungen

Im Gegensatz zu den Lagerungsbedingungen von Abschnitt 8 und 9 entfällt die Unterscheidung in ein- und zweiachsiges Tragverhalten. Berücksichtigt wird die Lastabtragung in Gurt- und Feldstreifen, wie beispielsweise in [18] beschrieben.

Von der Systematik her werden Einfeld- und Durchlaufsysteme unterschieden, obwohl eine 8 x 8 m-Einfeldplatte in der Praxis eher selten ist.

An einer glatten Deckenuntersicht wird aus Gründen der Vergleichbarkeit der Nutzhöhen von Abschnitt 8 und 9 festgehalten ebenso an der Berechnung mit $v = 0$.

Dadurch werden die ermittelten Nutzhöhen nicht bei den vielfältig möglichen Stützenkopfverstärkungen gültig. Insofern beeinflusst die Querkrafttragfähigkeit die Nutzhöhe.

Die notwendige Durchstanzbewehrung kann grundsätzlich durch Biegebewehrung allein in oberer Lage bis zur Zulässigkeitsgrenze entspr. [10] Gl. 107 abgeleitet werden:

$$v_{Rd,max} = 1,5 v_{Rd,ct} > v_{Ed} \quad (10.1)$$

Dies erscheint im Hinblick auf die Größe der Bewehrung im Verhältnis zur Nutzhöhe nicht sinnvoll. Es wird deshalb bei abgestufter Oberbewehrung gerechnet in Abhängigkeit von der Nutzhöhe mit $\emptyset 10/12$, $\emptyset 12/10$, $\emptyset 14/10$, $\emptyset 16/10$, $\emptyset 20/10$, $\emptyset 25/10$ und $\emptyset 28/10$ kreuzweise angeordnet. Die gegebenenfalls erforderliche Ergänzung wird mit Dübelleisten vollzogen, wobei nicht mehr als 2 Reihen über den Rand- und nicht mehr als 3 Reihen über den Innenstützen notwendig werden sollen. Damit wird eine vergleichbare Nutzhöhe – auch im Vergleich zu Abschnitt 8 und 9 erreicht. Es wird mit Dübelleisten System HDB gerechnet. Damit wird:

$$v_{Rd,max} = 1,9 v_{Rd,ct} > v_{Ed} \quad (10.2)$$

Das Nachweisverfahren entspricht [10] Abschnitt 10.5.3 mit Ausnahme von Unterabschnitt (3) bis (5). Ebenso findet Abschnitt 10.5.4, 5 Anwendung. Die Mindestdicke der Platten entspr. [10] Abschnitt 13.3.1 von 20 cm wird ebenso wie diejenige der HDB-Zulassung (18 cm) nicht beachtet.

Nach Festlegung der Nutzhöhe für glatte Deckenuntersicht wird die Biegebemessung und die Durchbiegungsermittlung benutzt, um den Ausnutzungsgrad für $l/250$ bzw. $l/500$ zu ermitteln. Die Länge „ l “ bezieht sich dabei auf die diagonale Verbindung der Unterstützungspunkte.

Das Verfahren entspricht im Ablauf Tafel 7.2, nach dem ersten Berechnungsgang wird die Durchstanzbewehrung entsprechend den genannten Kriterien festgelegt und mit dieser dann das Berechnungsverfahren fortgesetzt.

Rechenergebnisse sind in Tabellen von Anlage 10, die Dateibezeichnungen sind in Anlage 10, soweit erforderlich, erläutert.

Sie entsprechen denen von Anlage 8 und 9 mit der Leitbezeichnung P. Dateien sind im Dateiverzeichnis unter Ziffer 11 abgelegt. Es werden Durchlaufsysteme für $I_y/I_x = 1,0$ und $0,5$ wie in Abschnitt 9 untersucht. Die Dateien für die Berechnung der Durchstanzbewehrung tragen dieselbe Bezeichnung wie die zugehörige Datei für die Ermittlung der Durchbiegungen.

10.2 Einfeldplatte allseits freier Rand (wie Platte 1),

Darstellung Tafel 10.1a, b

10.2.1 Gleichungen für $I_y/I_x = 1,0$; Berechnung Tabelle 10.2.1

$$l/250: \quad d = 0,0025 l^2 + 0,045 l - 0,025 \quad (10.3)$$

$$l/500: \quad d = 0,0025 l^2 + 0,04 l + 0,015 \quad (10.4)$$

10.2.2 Gleichungen für $I_y/I_x = 0,5$; Berechnung Tabelle 10.2.2

$$l/250: \quad d = 0,006875 l^2 - 0,01375 l + 0,12 \quad (10.5)$$

$$l/500: \quad d = 0,0075 l^2 - 0,0275 l + 0,19 \quad (10.6)$$

10.3 Mehrfeldplatte, einseitig eingespannt, sonst freie Ränder (wie Platte 2), Darstellung Tafel 10.2a, b

10.3.1 Gleichungen für $I_y / I_x = 1,0$; Berechnung Tabelle 10.3.1

$$l/250: \quad d = 0,003125 l^2 + 0,03125 l \quad (10.7)$$

$$l/500: \quad d = 0,00125 l^2 + 0,0525 l - 0,05 \quad (10.8)$$

10.3.2 Gleichungen für $I_y / I_x = 0,5$; Berechnung Tabelle 10.3.2; a, b

$$2X \quad l/250: \quad d = 0,0025 l^2 + 0,02 l + 0,01 \quad (10.9)$$

$$l/500: \quad d = 0,00125 l^2 + 0,0325 l + 0,005 \quad (10.10)$$

$$2Y \quad l/250: \quad d = 0,003125 l^2 + 0,02875 l - 0,005 \quad (10.11)$$

$$l/500: \quad d = 0,065 l - 0,085 \quad (10.12)$$

10.4 Mehrfeldplatte, zweiseitig eingespannt, sonst freie Ränder (wie Platte 3), Darstellung Tafel 10.3a, b

10.4.1 Gleichungen für $I_y / I_x = 1,0$; Berechnung Tabelle 10.4.1

$$l/250: \quad d = 0,065 l - 0,1 \quad (10.13)$$

$$l/500: \quad d = -0,0025 l^2 + 0,09 l - 0,14 \quad (10.14)$$

10.4.2 Gleichungen für $I_y/I_x = 0,5$; Berechnung Tabelle 10.4.2; a, b

$$3X \quad l/250: \quad d = -0,000625 l^2 + 0,04375 l - 0,065 \quad (10.15)$$

$$l/500: \quad d = 0,000625 l^2 + 0,02875 l + 0,005 \quad (10.16)$$

$$3Y \quad l/250: \quad d = 0,001876 l^2 - 0,04375 l - 0,05 \quad (10.17)$$

$$l/500: \quad d = -0,00125 l^2 + 0,0775 l - 0,12 \quad (10.18)$$

10.5 Mehrfeldplatte, über Eck eingespannt, sonst freie Ränder (wie Platte 4), Darstellung Tafel 10.4a, b**10.5.1 Gleichungen für $I_y/I_x = 1,0$; Berechnung Tabelle 10.5.1**

$$l/250: \quad d = 0,00625 l^2 - 0,0225 l + 0,14 \quad (10.19)$$

$$l/500: \quad d = 0,004376 l^2 + 0,00125 l + 0,085 \quad (10.20)$$

10.5.2 Gleichungen für $I_y/I_x = 0,5$; Berechnung Tabelle 10.5.2

$$l/250: \quad d = 0,000625 l^2 + 0,04125 l - 0,055 \quad (10.21)$$

$$l/500: \quad d = 0,001876 l^2 + 0,02625 l + 0,015 \quad (10.22)$$

10.6 Mehrfeldplatte, dreiseitig eingespannt, sonst freie Ränder (wie Platte 5), Darstellung Tafel 10.5a, b**10.6.1 Gleichungen für $I_y/I_x = 1,0$; Berechnung Tabelle 10.6.1**

$$l/250: \quad d = 0,00625 l^2 - 0,0225 l + 0,14 \quad (10.23)$$

$$l/500: \quad d = 0,00625 l^2 - 0,0225 l + 0,14 \quad (10.24)$$

10.6.2 Gleichungen für $I_y/I_x = 0,5$; Berechnung Tabelle 10.6.2; a, b

$$5X \quad l/250: \quad d = -0,00125 l^2 + 0,0375 l - 0,01 \quad (10.25)$$

$$l/500: \quad d = -0,00125 l^2 + 0,0425 l - 0,03 \quad (10.26)$$

$$5Y \quad l/250: \quad d = 0,0025 l^2 + 0,0175 l + 0,01 \quad (10.27)$$

$$l/500: \quad d = 0,003125 l^2 + 0,01375 l + 0,035 \quad (10.28)$$

**10.7 Mehrfeldplatte, allseitig eingespannt,
(wie Platte 6), Darstellung Tafel 10.6****10.7.1 Gleichungen für $I_y/I_x = 1,0$; Berechnung Tabelle 10.7.1**

$$l/250: \quad d = 0,00625 l^2 - 0,0225 l + 0,14 \quad (10.29)$$

$$l/500: \quad d = 0,00625 l^2 - 0,0225 l + 0,14 \quad (10.30)$$

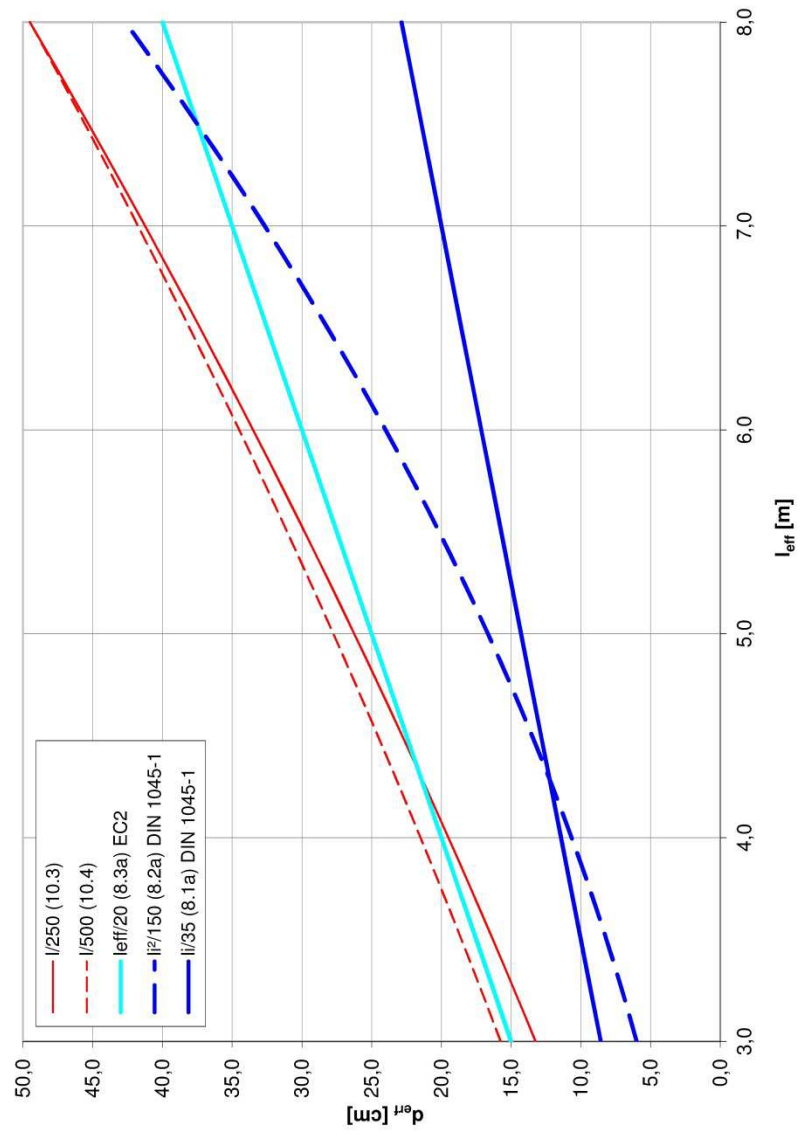
10.7.2 Gleichungen für $I_y/I_x = 0,5$; Berechnung Tabelle 10.7.2

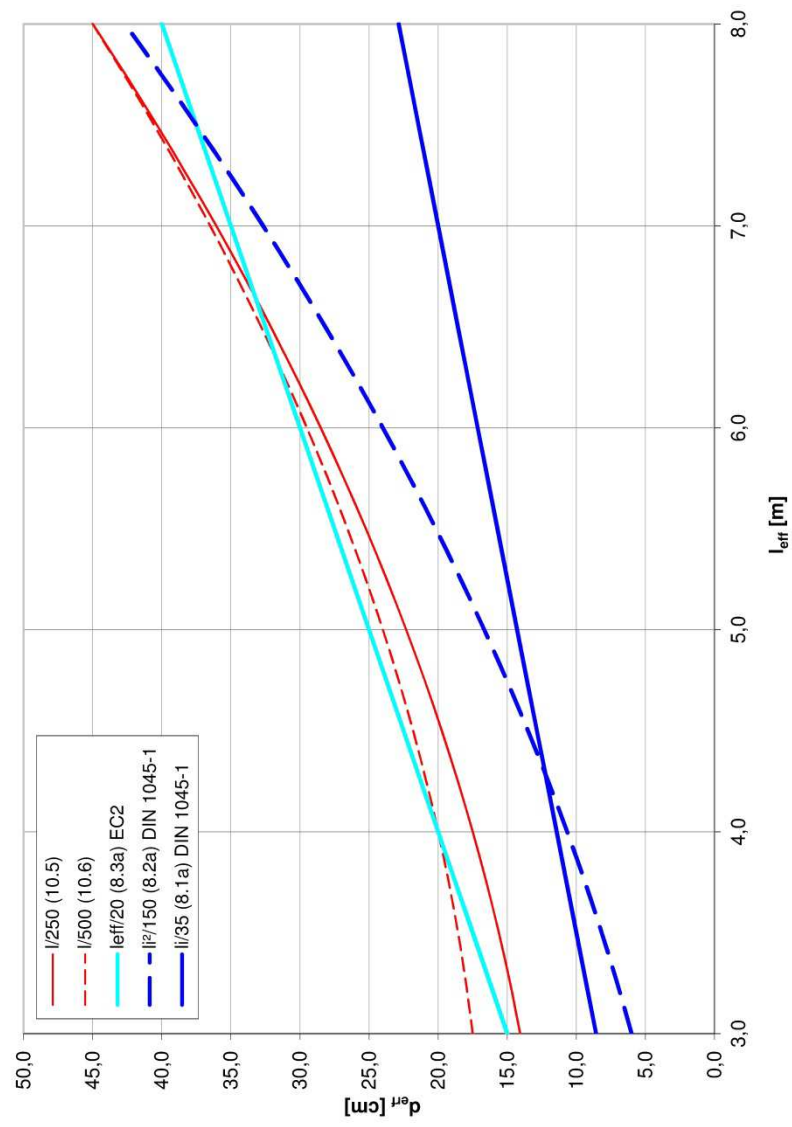
$$l/250: \quad d = 0,0025 l^2 + 0,065 \quad (10.31)$$

$$l/500: \quad d = 0,035 l - 0,015 \quad (10.32)$$

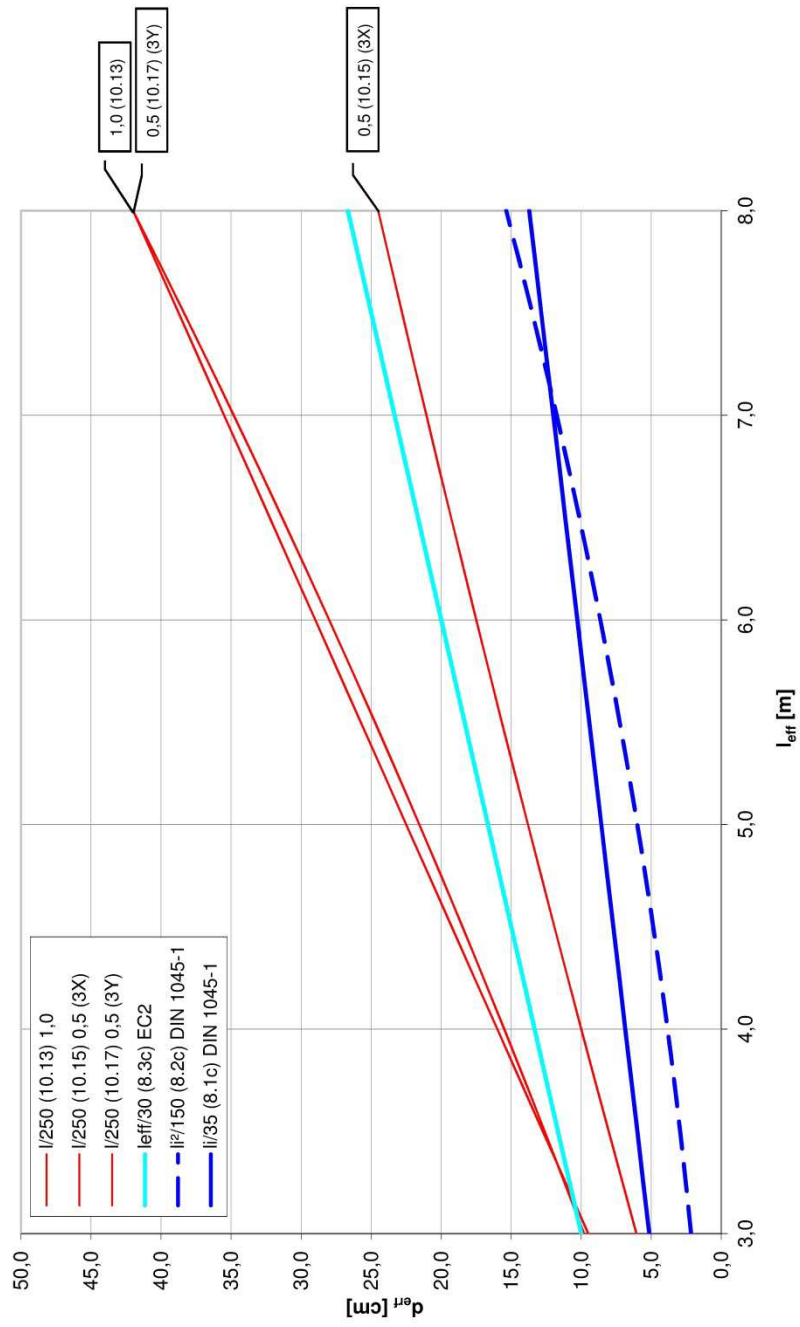
10.8 Darstellung und Bewertung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in den Tabellen Anlage 10 dokumentiert und werden hier im Anschluß in den Tafeln 10.1a, b bis 10.6 a, b grafisch dargestellt.

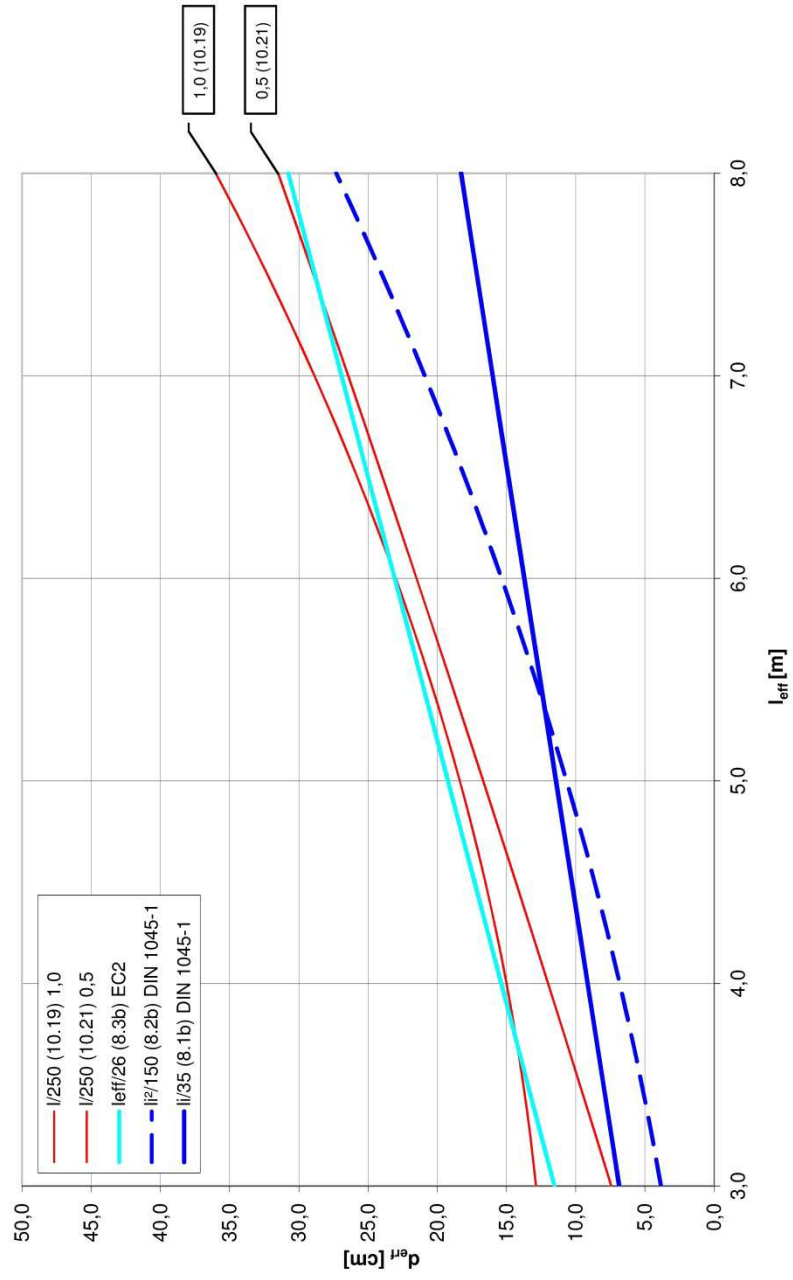
Tafel 10.1a: d_{eff} Platte 1 $I_y/I_x = 1,0$ 

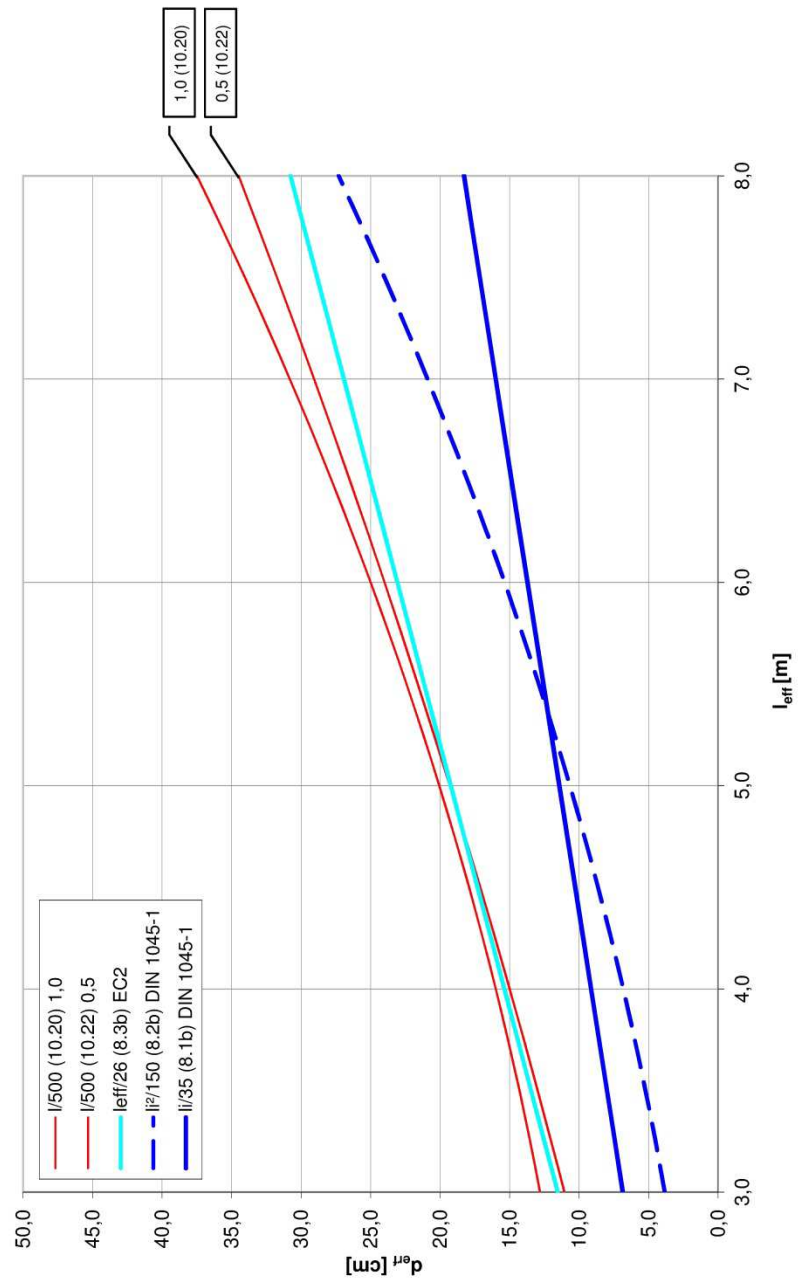
Tafel 10.1b: d_{eff} Platte 1 $I_y/I_x = 0,5$ 

Tafel 10.3a: d_{erf} Platte 3 $l_y/l_x = 1,0 / 0,5$ (3X) / (3Y) für I/250

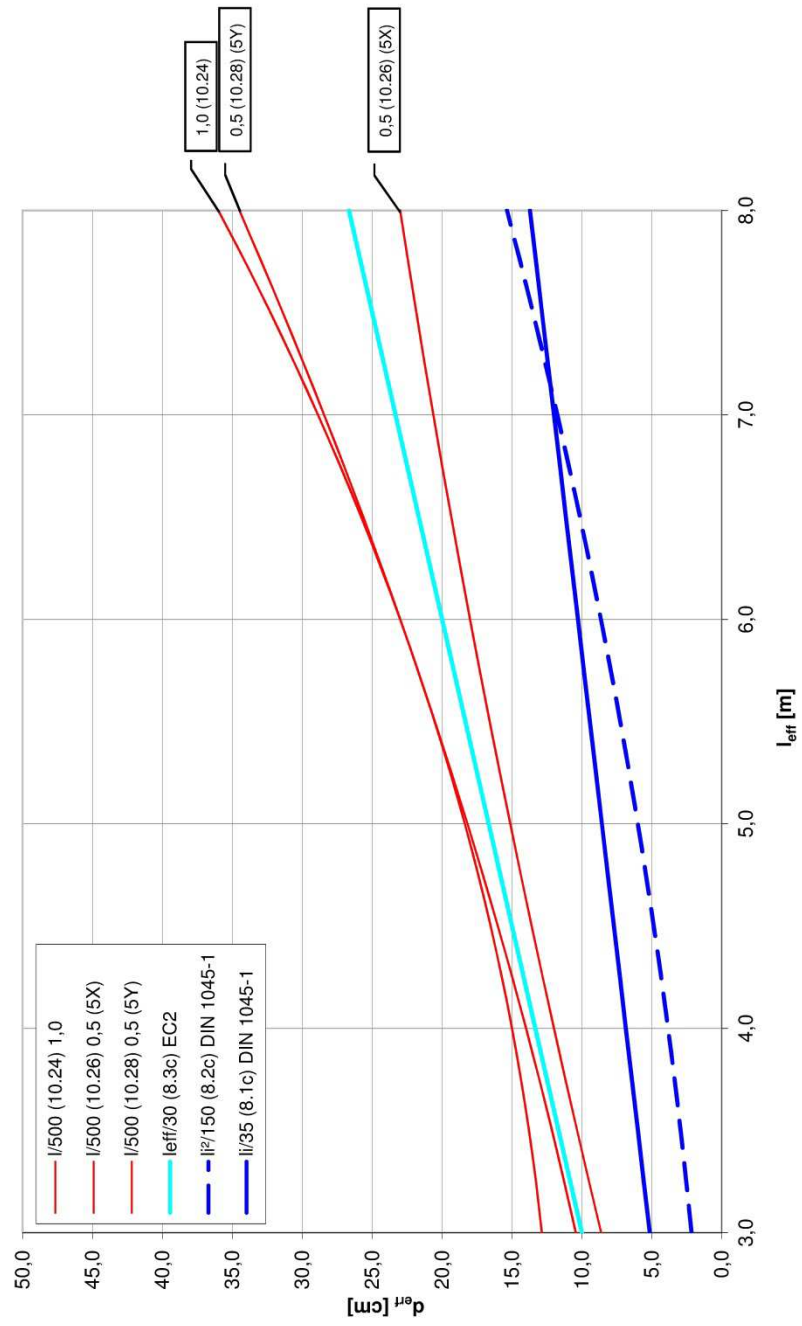


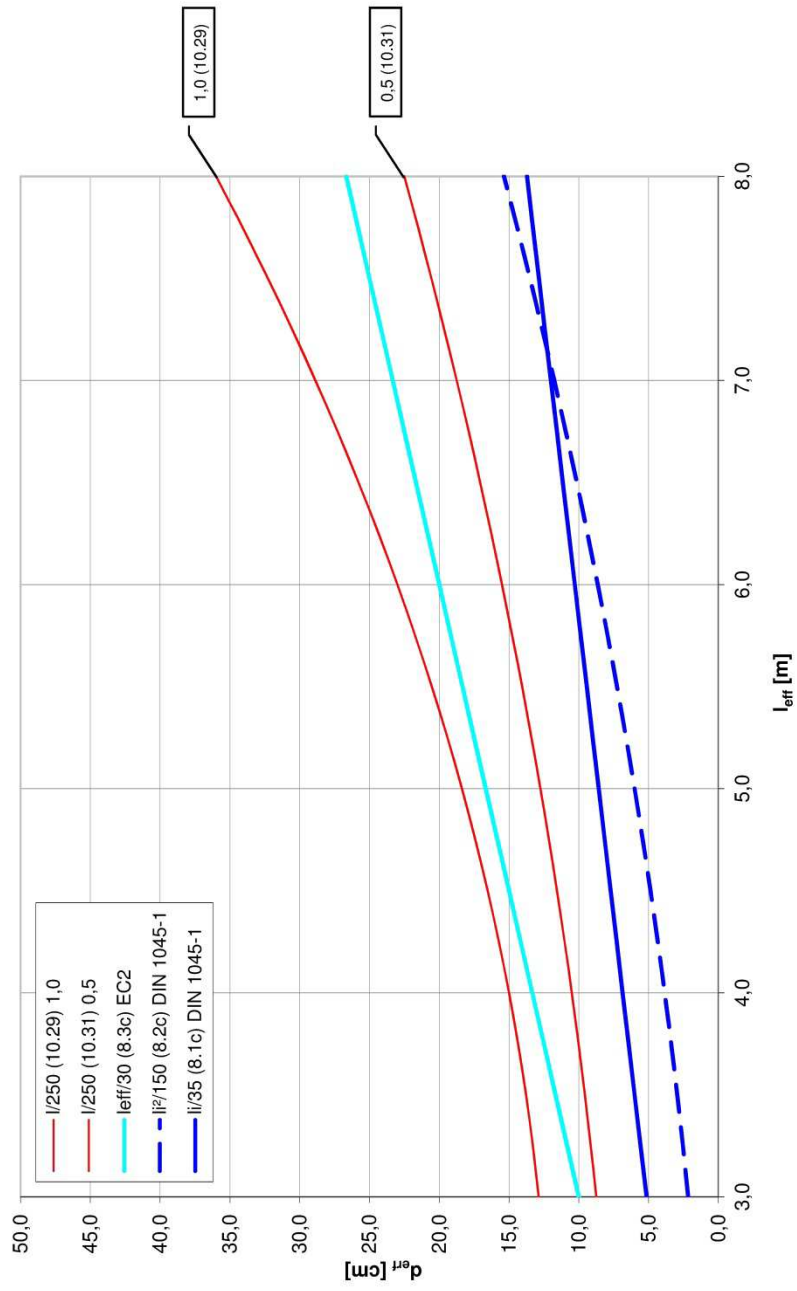
Tafel 10.4a: d_{erf} Platte 4 $I_y/I_x = 1,0 / 0,5$ für I/250

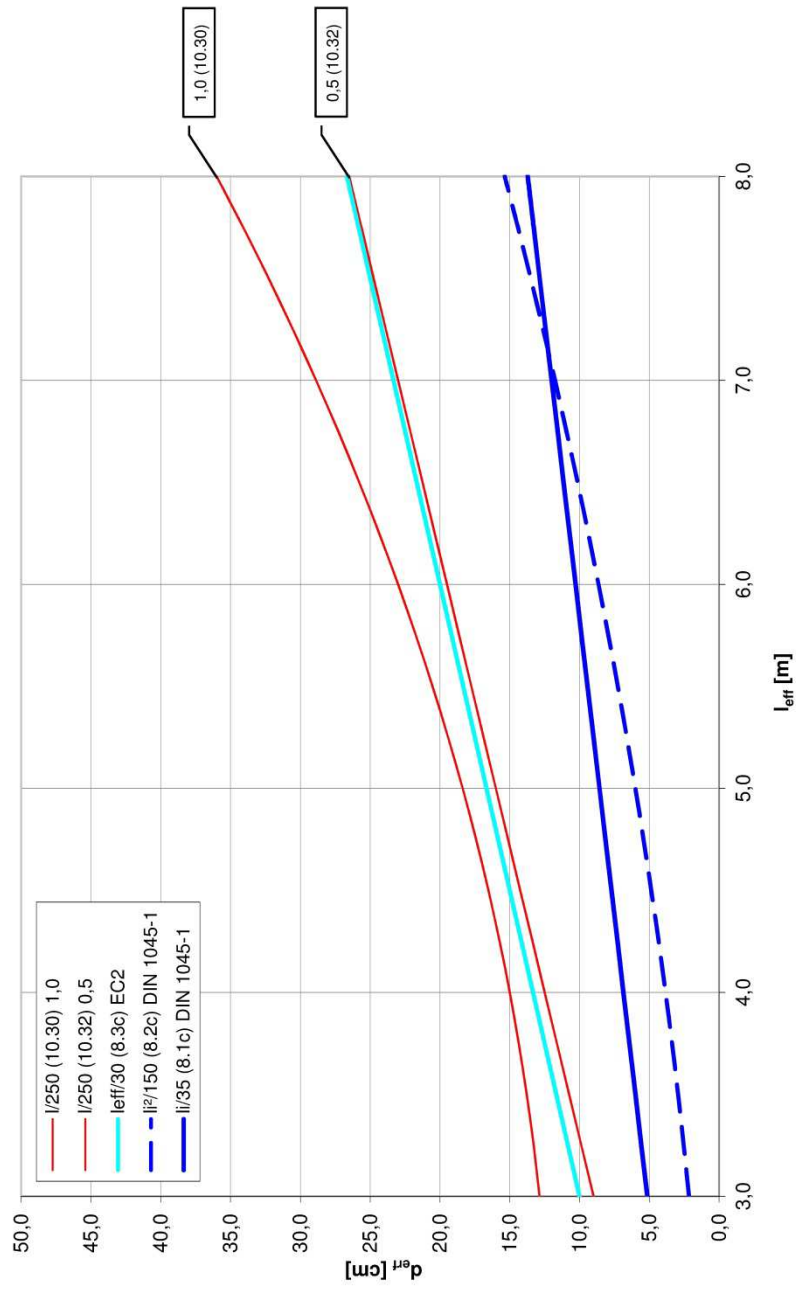


Tafel 10.4b: d_{erf} Platte 4 $I_y/I_x = 1,0 / 0,5$ für $I/500$ 

Tafel 10.5b: d_{err} Platte 5 $I_y/I_x = 1,0 / 0,5$ (5X) / (5Y) für $I/500$



Tafel 10.6a: d_{eff} Platte 6 $I_y/I_x = 1,0 / 0,5$ für I/250

Tafel 10.6b: d_{eff} Platte 6 $l_y/l_x = 1,0 / 0,5$ für $l/500$ 

Für ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Durchstanzbewehrung als Oberbewehrung und Dübelleisten sind in Abschnitt 10.2 zwei Parameter von Bedeutung:

- die Plattendicke, die durch das Durchstanzen nach den beschriebenen Kriterien gegeben ist,
- die zulässige Durchbiegung für $l/250$ und $l/500$.

Wird Durchstanzen maßgebend, kann der Ausnutzungsgrad der Verformungsgrenze $< 100\%$ werden. Es ergibt sich darüber hinaus auch die Möglichkeit, daß die Plattendicken sowohl für $l/250$ und $l/500$ gleich sind und lediglich der Ausnutzungsgrad bei $< 100\%$ differiert (Platte 5 und 6).

Ebenso von Bedeutung ist die Form der Biegefläche. Bei $I_y/I_x = 1,0$ ist sie doppelt gekrümmt. Bei kleineren Plattenverhältnissen ($I_y/I_x = 0,5$) wird in Richtung der kürzeren Spannweite so gut wie kein Stützenmoment mehr aufgebaut (einfache Krümmung). Die Folge ist, dass sich die Nutzhöhen denen von $I_y/I_x = 1,0$ annähern (Platte 2, 3, 5 bei $l/500$).

Je dicker die Platten werden, umso mehr nähert sich das Verhältnis Eigengewichte/reduzierter Verkehrslast dem Faktor 1,0. Dies gilt besonders für die Platten 1 und 3.

11 Rechenbeispiele

11.1 Vorbemerkungen

Die in Abschnitt 8 und 10 vorgestellte Ermittlung der zutreffenden statischen Nutzhöhen wird mit Berechnungen zur Durchbiegung aus der Literatur verglichen. Für elastisch liniengelagerte Platten liegen keine Beispiele vor.

Eine exakte Übereinstimmung der Grundparameter wie Betongüten, Stützweitenverhältnisse oder Ausbau – und Nutzlasten ist dabei nicht immer gegeben. Bei größeren Abweichungen bei der Nutzhöhe werden die Durchbiegungen zum Vergleich mit dem Programm direkt ermittelt.

11.2 Beispiele aus [8] (Beisp. z. Bem. n. *DIN 1045-1*, Bd. 1, Hochb.)

11.2.1 Mehrfeldplatte einachsig gespannt, als Zweifeldplatte, (Bsp. 1), starr gelagert, $v = 0$

System : $l_1 = 5,00\text{m}$; $l_2 = 4,00\text{ m}$; $h = 16\text{ cm}$; $d = 14\text{ cm}$; C20/25
 $g = 4,00\text{ kN/m}^2$; $g_1 = 1,60\text{ kN/m}^2$; $q = 5,00\text{ kN/m}^2$

$$[10] d = l_1/35 = 0,8 \cdot 5,00/35 = 0,114\text{ m} = 11,4\text{ cm} < 14\text{ cm}$$

$$[13] d = l_1/26 = 19,2\text{ cm} > 14\text{ cm}$$

Gl. 8.19 für $l_1 = 5,00\text{ m}$; $l/250$

$$d = 0,025 \cdot 5,00^2 + 0,0175 \cdot 5,00 + 0,01 = 0,16\text{ m} = \boxed{16\text{ cm} > 14 < 19,2}$$

$$\text{Gl. 8.19 für } l_1 = 4,00\text{ m} \rightarrow d = \boxed{14\text{ cm} < 16 < 19,2}$$

Bei genauerer Rechnung wird bei Datei Bsp 11-1-1 (Gruppe 13)

$$w = 25,27\text{ mm} \cong \boxed{l/198 > l/250}$$

mit einem Ausnutzungsgrad für $l/250$: $\eta_1 = 1,2635 > 1,00$ bei angegebener Bew.

11.2.2 Mehrfeldplatte zweiachsig gespannt als Zweifeldplatte, starr gelagert, $\nu = 0$, (Bsp. 3)

System : $l_{x1} = l_{x2} = 4,20 \text{ m}$
 $l_y = 5,16 \text{ m}$
 $h = 12 \text{ cm}$; $d = 9,5 \text{ cm}$; C20/25
 $g = 3,00 \text{ kN/m}^2$; $g_1 = 1,80 \text{ kN/m}^2$; $q = 4,00 \text{ kN/m}^2$

$$\begin{aligned} [10] \quad d &= l_i/35 = 0,8 \cdot 4,20/35 = 0,096 \text{ m} &&= 9,6 \text{ cm} \\ [13] \quad d &= l/26 &&= 16,2 \text{ cm} \end{aligned}$$

Gl. 8.42 näherungsweise für $l/250$

$$d = 0,025 \cdot 4,20 - 0,005 = 0,10 \text{ m} = \boxed{10 \text{ cm} > 9,6 < 16,2}$$

Bei genauerer Rechnung wird bei Datei Bsp 11-1-2 (Gruppe 13) mit der angegebenen Bewehrung $\eta_1 = 1,3166 > 1,00$ bei $w = 22,12 \text{ mm} \cong \boxed{l/189 > l/250}$

11.2.3 Mehrfeldplatte punktgelagert, (Bsp. 4)

Plattenverhältnis 1:1 $l_y/l_x = 6,75 \text{ m}$
 Stützen 45/45 cm
 $h = 24 \text{ cm}$; C35/45
 Erhöhte Anforderungen $d \geq (0,8 \cdot 6,75)^2 / 150 = 0,194 \text{ m} = 19,4 \text{ cm}$
 $g = 6,00 \text{ kN/m}^2$; $g_1 = 1,25 \text{ kN/m}^2$; $q = 3,20 \text{ kN/m}^2$

Nach Abschnitt 10
 Eckfeld = „A5“ (wie Platte 4)
 Randfeld = „B5“ (wie Platte 5)
 Innenfeld = „C3“ (wie Platte 6)

Alle Felder C20/25; $l/500$

11.2.3.1 Eckfeld

Nach Gleichung 10.20

$$d = 0,004375 \cdot 6,75^2 + 0,00125 \cdot 6,75 + 0,085 = 0,293 \text{ m} = 29,3 \text{ cm}$$

$$\rightarrow \boxed{h = 32 \text{ cm} > 24 \text{ cm}}$$

11.2.3.2 Randfeld

Nach Gleichung 10.23

$$d = 0,00625 \cdot 6,75^2 - 0,0225 \cdot 6,75 + 0,14 = 0,272 \text{ m} = 27,2 \text{ cm}$$

$$\rightarrow \boxed{h = 30 \text{ cm} > 24 \text{ cm}}$$

11.2.3.3 Innenfeld

Nach Gleichung 10.29

$$d = 0,00625 \cdot 6,75^2 - 0,0225 \cdot 6,75 + 0,14 = 0,273 \text{ m} = 27,3 \text{ cm}$$

$$\rightarrow \boxed{h = 30 \text{ cm} > 24 \text{ cm}}$$

Eine Vergleichsberechnung bei Datei Bsp 11-1-3 (Gruppe 13) liefert mit C35/45 in

$$\text{A5: } w = 30,77 \text{ mm} \rightarrow 9,546/30,77 = \boxed{1/310 > 1/500}$$

Ausnutzungsgrad bei statisch erf. Bewehrung o. + u.

$$\eta = 2,018 > 1,00$$

$$\text{B5: } w = 19,94 \text{ mm} \rightarrow 9546 / 19,94 = \boxed{1/479 > 1/500}$$

Ausnutzungsgrad bei statisch erforderlicher Bewehrung

$$\eta = 1,22 > 1,00$$

$$\text{C20/25 A5: } \eta = 2,31 > 1,00$$

$$\text{B5: } \eta = 1,48 > 1,00$$

11.3 Beispiel aus [38] (Minnert, mb – news 4/2004)

Einfeldplatte $l = 4,00 \text{ m}$

$$f_{ck} = 20 \text{ MN/m}^2 \text{ (C20/25)}$$

$$\varphi = 2,5; \quad \varepsilon_{cs\infty} = -0,6 \text{ ‰}$$

$$g_1 = 1,00 \text{ kN/m}^2; q = 5,00 \text{ kN/m}^2; \Psi = 0,3$$

$$l_i^2/150 = 10,67 \sim 11 \text{ cm}$$

Gl. 8.14:

$$d = 0,00375 \cdot 4,00^2 + 0,025 \cdot 4,00 + 0,01625 = 0,176 \text{ m} = 17,6 \text{ cm}$$

$$\rightarrow h = 20 \text{ cm}$$

Nach [30] $d = 17 \text{ cm}$, $h = 19 \text{ cm}$

Nach [10] $d = 400/20 = 20 \text{ cm}$

$$\boxed{17,6 > 17 < 20}$$

Der Ansatz der Verformungsvergrößerung aus Zustand I nach Bild 6 in [38] ist unzutreffend, da die in dieser Arbeit ermittelten Bewehrungsgrade zwischen 0,1 % und 0,2 % pro Richtung betragen und zu wesentlich zu großen Verformungswerten in Zustand II führen.

11.4 Rechenansatz nach [30] (Heft 533, DAfStb)

Vorermittlung

$$l = 5,00 \text{ m}; \text{C20/25}; \text{Bst 500 S}; h = 26,5 \text{ cm}$$

$$g = 6,625 \text{ kN/m}^2; g_1 = 1,00 \text{ kN/m}^2; q = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

wirksame Bauteildicke:

$$0,265 \cdot 5 / (0,625 + 5) = 0,252 \rightarrow \text{bei RH} = 50 \%$$

$$\varphi_\infty = 2,6$$

$$E_{c, \text{eff}} = 24900 / (1 + 2,6) = 6916 \text{ MN/m}^2$$

$$M_{\text{rare}} = (0,265 \cdot 25 + 1,0 + 5,0) \cdot 5^2 / 8 = 39,45 \text{ kNm/m}$$

$$f_{\text{ct, fl}} = \frac{[1 + 1,5 \cdot (\frac{h}{100})^{0,7}]}{1,5 \cdot (\frac{h}{100})^{0,7}} \cdot f_{\text{ctm}}$$

$$= 1,337 \cdot 2,2 = 2,94 \text{ MN/m}^2$$

$$M_{\text{cr}} = \frac{b \cdot h^2}{6} \cdot f_{\text{ct, fl}} = \frac{1,0 \cdot 1000 \cdot 0,265^2}{6} \cdot 2,94 = 34,41 \text{ kNm/m}$$

$$(1/r)_{\text{Last}} = \frac{39,45 \cdot 10^{-3} \cdot 12 \cdot 10^{-3}}{6,916 \cdot 10^3 \cdot 1,0 \cdot 0,265^3} = \frac{473,4}{0,1287} \cdot 10^{-6}$$

$$= 3,678 \cdot 10^{-6} \text{ mm}^{-1}$$

$$f_I = 3,678 \cdot 10^{-6} \cdot 0,104 \cdot 5,00^2 \cdot 10^6 = 9,56 \text{ mm}$$

oder

$$f_I = \frac{5 \cdot 12,625 \cdot 12 \cdot 5,0^4}{384 \cdot 6916 \cdot 0,265^3} = 9,58 \text{ mm}$$

$$f_{II} = f_I \cdot k_a$$

$$k_a = \Psi \cdot \rho_s^{\omega} + 0,2$$

$$M/M_{cr} = 39,45/34,41 = 1,1465; \text{ aus [30], Tab. 9.1}$$

$$\rightarrow \Psi = 3,8395; \omega = -0,1812$$

$$\rho_s = 5,70 / 100 \cdot 26,25 = 0,215 \%$$

$$k_a = 3,8395 \cdot 0,215^{\omega} + 0,2 = 3,8395 \cdot 1,3212 + 0,2 = 5,273$$

$$f_{II} = 9,57 \cdot 5,273 = 50,46 \text{ mm} \triangleq \boxed{1/99 > 1/500}$$

Gl. 8.19:

$$d = 0,00375 \cdot 5,00^2 + 0,025 \cdot 5,00 + 0,01625 = 0,235 \text{ m} = 23,5 \text{ cm}$$

$$\rightarrow h = 26,5 \text{ cm}$$

nach [30]

$$\lambda_i = 35,2 - 3,65 \cdot 5,00 + 0,15 \cdot 5,00^2 = 20,7$$

$$k_c = 1,00 \rightarrow d = 500/20,7 = 24,5 \text{ cm}$$

nach [10]

$$d = 1 / 30 = 25 \text{ cm}$$

$$\boxed{23,5 < 24,5 < 25}$$

11.5 Rechenbeispiele aus [16] (Goris, mb – news 5/20)

11.5.1 Einfeldplatte einachsig gespannt

$l = 4,50 \text{ m}$; $d = 18 \text{ cm}$; C20/25; $a_s = 5,6 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $l/250$

[10] $l_i/35 = 12,85 \text{ cm} \sim 13 \text{ cm}$

[13] $l_i/20 = 22,5 \text{ cm}$

Gl. 8.13

$d = 0,0025 \cdot 4,50^2 + 0,0375 \cdot 4,50 - 0,03 = 0,1894 \text{ m} = 18,94 \text{ cm}$
 bei 3 cm Betondeckung, $\eta = 100\%$

$$\boxed{13 < 19 < 22,5}$$

11.5.2 Einfeldplatte einachsig gespannt

$l = 6,50 \text{ m}$; $h = 32,5 \text{ cm}$; $d = 30 \text{ cm}$, C20/25
 $g = 9,13 \text{ kN/m}^2$; $q = 10,00 \text{ kN/m}^2$; $\Psi = 0,4$; $a_s = 12,0 \text{ cm}^2/\text{m}$

nach Datei Bsp 11-4-2 (Gruppe 13)

wird bei $a_s = 11,7/0,8 \text{ cm}^2$ und $\varphi = 0,3 \rightarrow \eta = 105,8$
 und die Durchbiegung $w = 27,5 \text{ mm} \rightarrow \boxed{l/236 > l/250}$

11.5.3 Mehrfeldplatte einachsig gespannt

$l_1 = 5,20 \text{ m}$; $l_2 = 4,80$; $h/d = 19 / 16,5 \text{ cm}$; C20/25
 $a_s = 5,13 \text{ cm}^2/\text{m}$; $\Psi = 0,4$

$$w = 2,6 \text{ cm} \rightarrow \boxed{l/200 > l/250}$$

Mit $\Psi = 0,3$ und 3 cm Betondeckung

$l/250$ Gl. 8.19

$d = 0,0025 \cdot 5,20^2 + 0,0175 \cdot 5,20 + 0,01 = 0,169 \text{ m} = 16,9 \text{ cm}$

$\rightarrow h = 20 \text{ cm}$

1/500 Gl. 8.20

$$d = 0,003125 \cdot 5,20^2 + 0,0315 \cdot 5,20 + 0,07188 = 0,195 \text{ m} = 19,5 \text{ cm}$$

$$\rightarrow h = 22,5 \text{ cm}$$

$$\begin{array}{ll} [10] & l_i/35 = 11,9 \text{ cm}, l_i^2/150 = 11,5 \text{ cm} \\ [13] & l_i/20 = 20,8 \text{ cm} \end{array}$$

$$\boxed{11,9 < 17 < 20,8}$$

bzw.

$$\boxed{11,5 < 22,5 > 20,8}$$

11.6 Rechenbeispiel nach [19] (Göttlich, Der Bausachverständige 1/2009)

Einfeldplatte einachsrig gespannt

$l = 5,00 \text{ m}$; $q = 5,00 \text{ kN/m}^2$; 1/500
nach [30] $d = 25 \text{ cm}$ bei C20/25

Mit Gl. 8.14 wird

$$d = 0,00375 \cdot 5,00^2 + 0,0255 \cdot 5,00 + 0,01625 = 0,235 \text{ m} = 23,5 \text{ cm}$$

nach

$$\begin{array}{ll} [10] & l_i^2/150 = 16,7 \text{ cm} \\ [13] & l_i/20 = 25,0 \text{ cm} \end{array}$$

$$\boxed{16,7 < 23,5 < 25}$$

12 Zusammenfassung und Ausblick

12.1 Ergebnisse

Entsprechend Abschnitt 2, Bild 2.1 werden Schlankheitskriterien angegeben, die in [10] und [13] ohne Berechnung zu unterschiedlichen Mindestnutzhöhen benutzt werden können. Ein Bezug zu $l/250$ bzw. $l/500$ ist nicht möglich. Voraussetzungen der in Bild 2.1 dargestellten Kriterien sind:

- Starr gelagerte Einfeldplatten, deren Ränder teilweise volleingespannt sind.
- Momentennullpunktabstände werden mit $l_i = 0,8 l_{\text{eff}}$ bei einseitiger, mit $l_i = 0,6 l_{\text{eff}}$ bei zweiseitiger Volleinspannung festgelegt.
- Eine Unterscheidung in verschiedene Betongüten unterbleibt.
- In einachsig und zweiachsig gespannte Platten wird nicht unterschieden.
- Für punktgestützte Platten ist nur ein Wert für das Einfeldsystem vorhanden.

Mit der vorliegenden Arbeit kann gezeigt werden, dass

- **Schlankheitswerte auch mit genauerer Berechnung der Momentennullpunktabstände über Durchlaufsysteme weder für [10] noch für [13] zutreffen und**
- **auf der genannten Grundlage Schlankheitswerte für zweiachsig gespannte Platten deutlich unterschätzt werden,**
- **Nutzhöhen und Schlankheiten für starre Linienlagerung für $l/250$ bzw. für $l/500$ über denen von [10] liegen, aber unter denen von [13] bis ca. $l_{\text{eff}} = 7,00$ m bleiben,**
- **bei bestimmten Plattenverhältnissen $l_i/35$ bzw. $l_i^2/150$ nach [10] als untere Grenzwerte angesehen werden können,**
- **Nutzhöhen und Schlankheiten für elastische Linienlagerung bei der gewählten Balkenhöhe von $l_{\text{eff}}/12$ für $l/250$ bzw. von $l_{\text{eff}}/10$ für $l/500$ in den Stützweiten des „üblichen Hochbaus“ bis ca. $l_{\text{eff}} = 4,50$ m als starr gelagert angesehen werden können. Bei größeren Stützweiten erhöhen sich die Plattendicken gegenüber starrer Linienlagerung.**

- Deutlich ablesbar ist dies in Tafel 12.4a, b bis Tafel 12.9a, b,
- die Nutzhöhen und Schlankheiten bei Punktstützung teilweise unter den Werten von [13] liegen,
 - Nutzhöhen für von C20/25 abweichende Betongüten im Prozentbereich geringer werden und durch Rekursionsformeln darstellbar sind,
 - der Einfluss der Querdehnung überschätzt wird. Die Momentenwerte für $\nu = 0,2$ steigen zwar gegenüber denen von $\nu = 0$, ein höherer Bewehrungsgrad gleicht dies bei gleicher Nutzhöhe aus (Tab. 8.2.1.9 und Tab. 8.3.1.5.7).

Zum Vergleich sind Ergebnisse in den Tafeln 12.1a, b bis 12.9a, b für $b/l = 1,0$ für einachsig gespannte Platten, für $l_y/l_x = 1,0$ für zweiachsig gespannte Platten bei starrer und elastischer Linienlagerung sowie bei Punktstützung auf den Folgeseiten zusammengestellt. Sie belegen die Schlussfolgerungen auf der Grundlage der in Abschnitt 7, Tafel 7.3 vorgegebenen Lasten und Rechenannahmen.

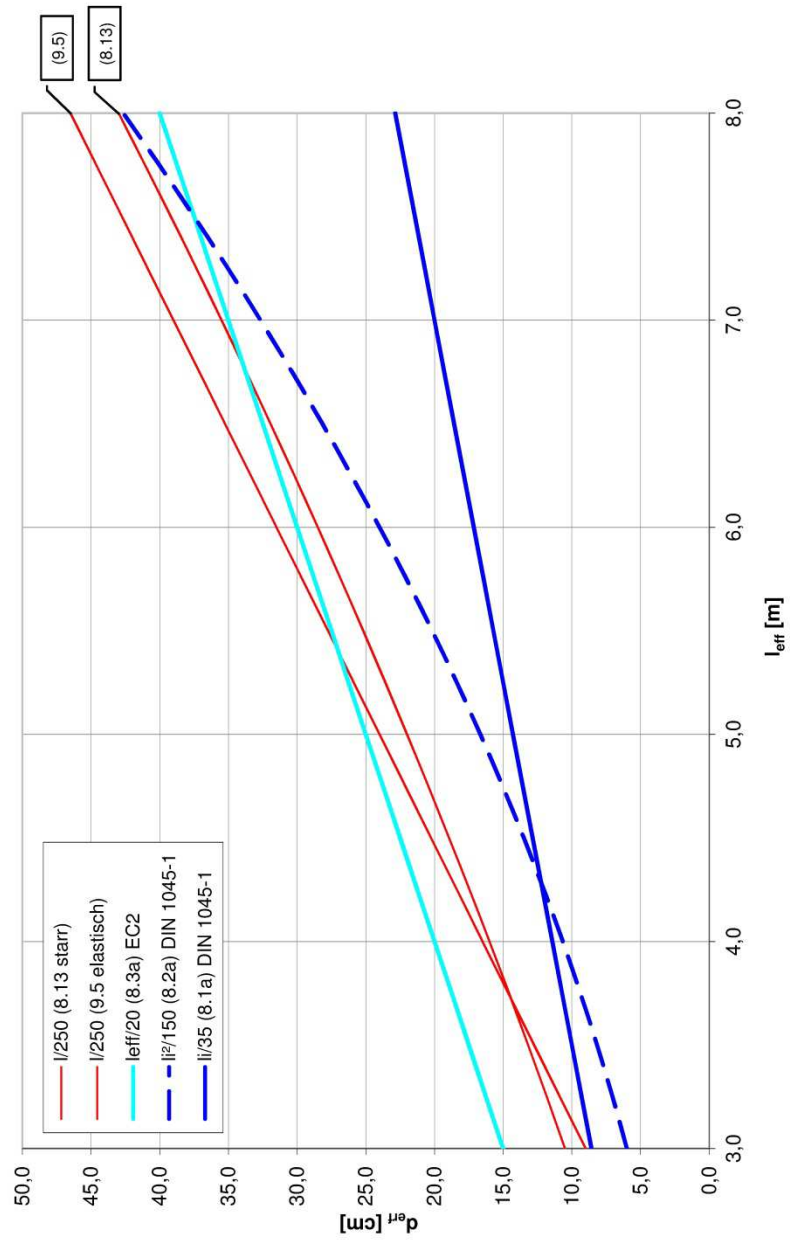
Rechenbeispiele aus der Literatur werden mit den Ergebnissen dieser Arbeit verglichen und stützen den dargelegten Sachverhalt.

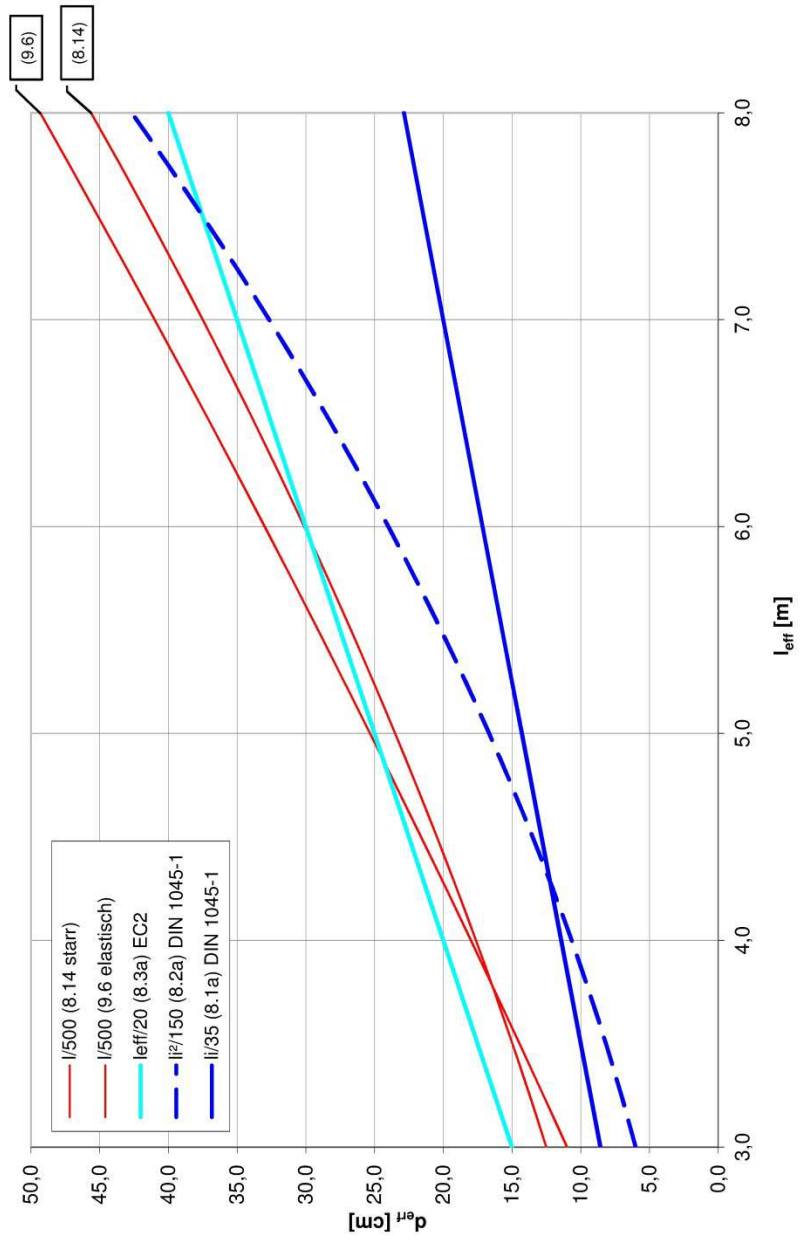
Die Ergebnisse heben die Diskrepanz zwischen [10] und [13] auf und erlauben für $l/250$ und $l/500$ ohne rechnerischen Nachweis zutreffende Nutzhöhen in Abhängigkeit von Lagerungsbedingungen und Plattenverhältnissen – einachsig oder zweiachsig gespannt – sowohl im Entwurf als auch bei der Prüfung anzugeben. Im Einzelfall bei abweichenden Randbedingungen nachzurechnen, entspricht der bisher geübten Praxis.

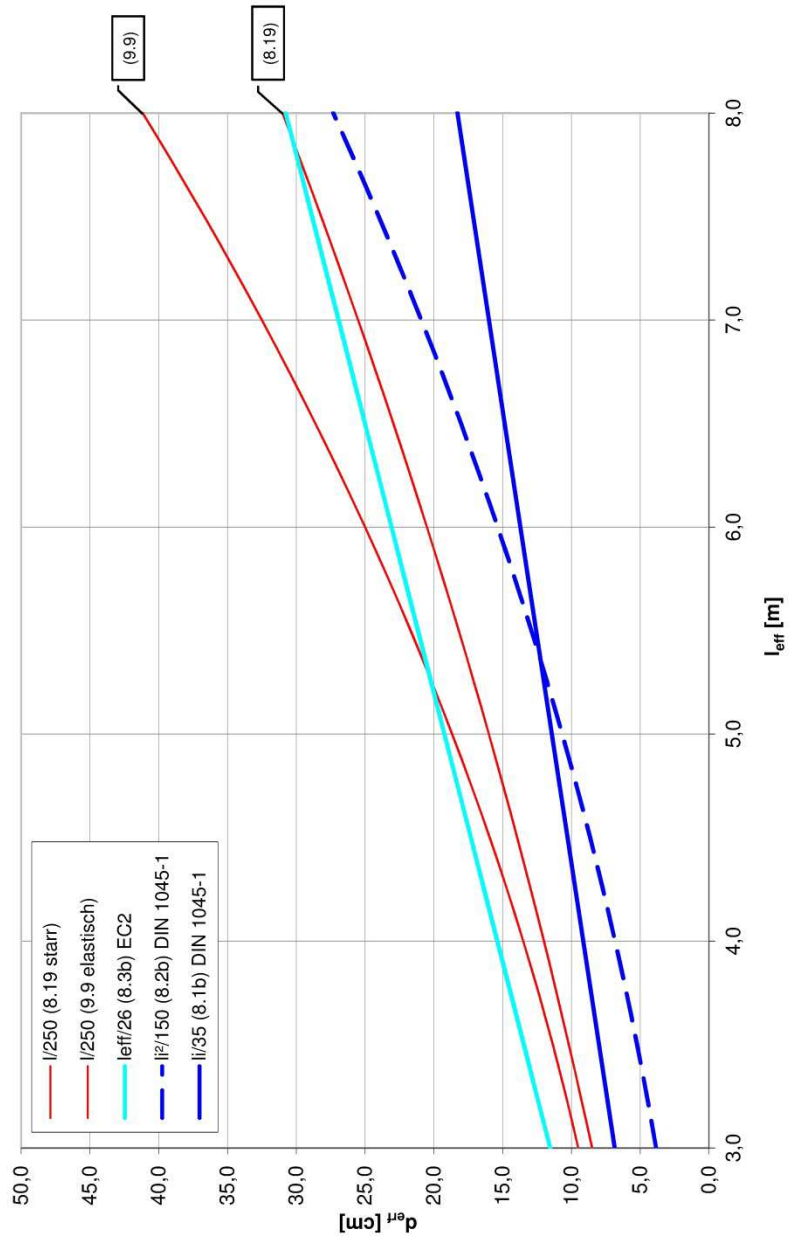
12.2 Ausblick

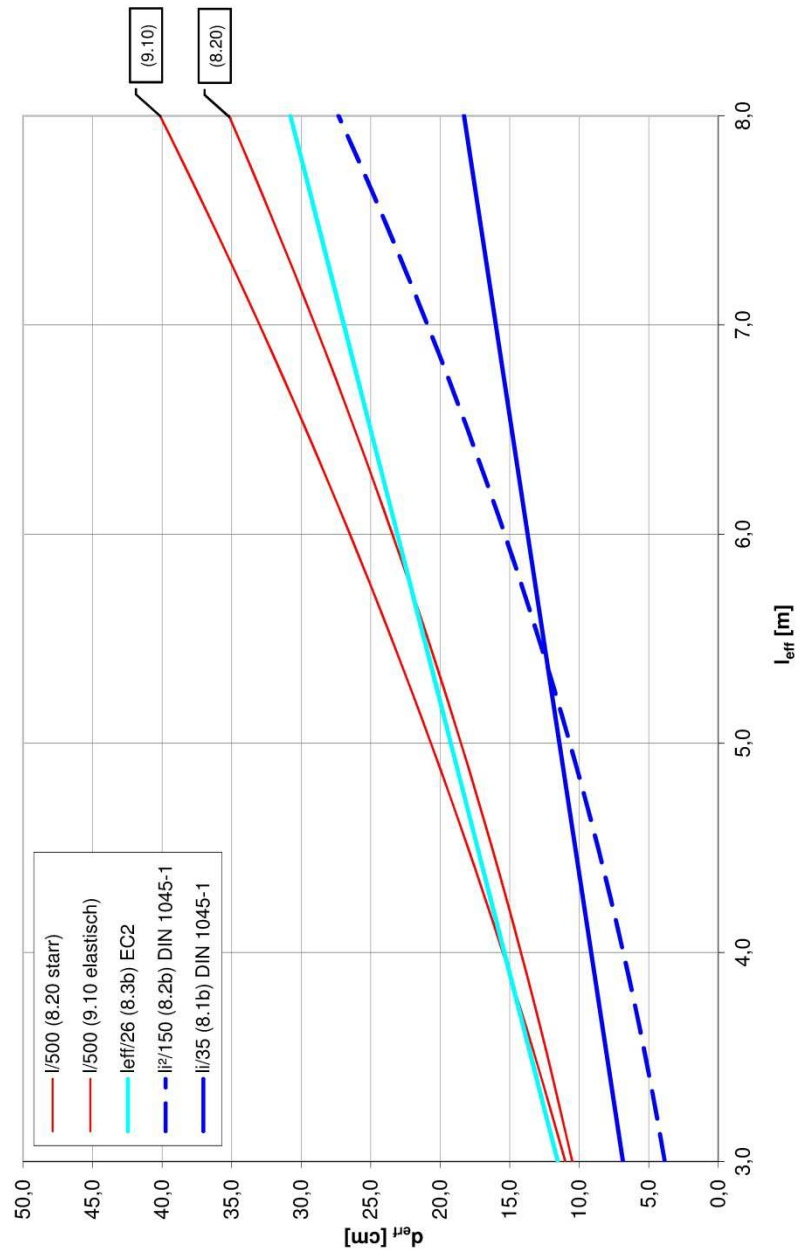
Die dargestellten Zusammenhänge beruhen unter anderem auf der Annahme eines E-Moduls E_{cm} für Beton. Es ist allgemein bekannt, dass durch die Zusammensetzung des Kieszuschlags, des Wasser-Zementfaktors und des Zements Abweichungen bis 50 % auftreten können. Hierzu besteht Klärungsbedarf, inwieweit mittlere E-Modulwerte durch geeignete Betonrezepturen sichergestellt werden können.

Die Durchbiegungen als Funktion der Nutzhöhe werden teilweise durch Überhöhungen auszugleichen sein. Allerdings entsteht oft der Eindruck, zu viel überhöht zu haben. Auch hierzu sind weitere Untersuchungen nötig, um bessere Ergebnisse zu erzielen.

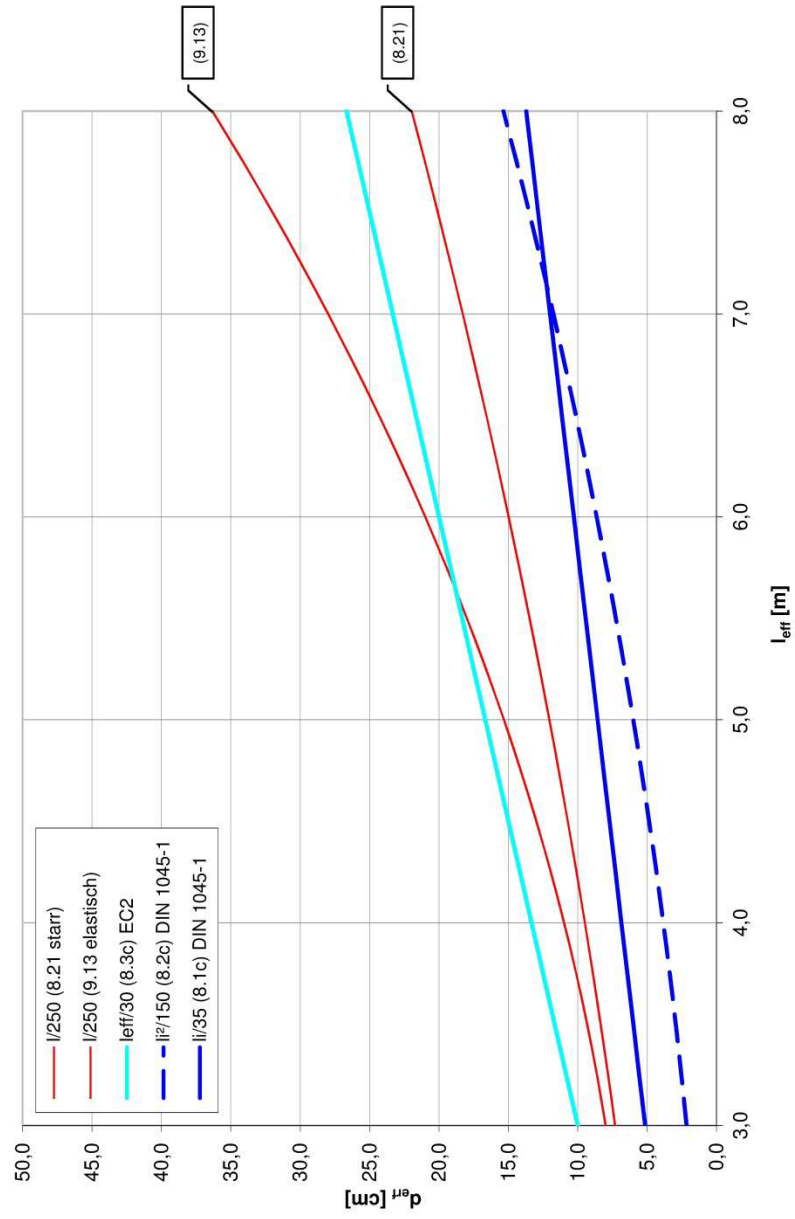
Tafel 12.1a: d_{eff} einachsig gespannt, gelenkig gelagert $b/l = 1,0$ für $l/250$ 

Tafel 12.1b: d_{eff} einachsig gespannt, gelenkig gelagert $b/l = 1,0$ für $l/500$ 

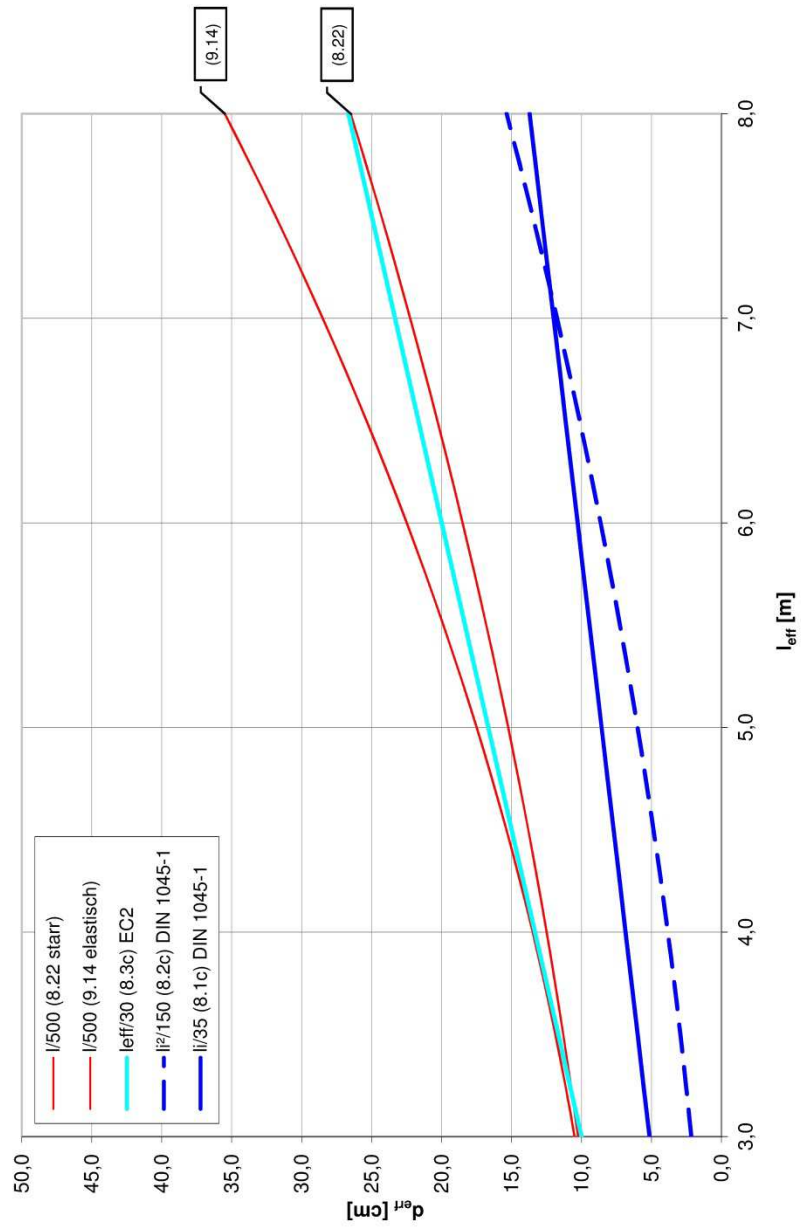
Tafel 12.2a: d_{er} einachsig gespannt, einseitig eingespannt (Randfeld) $b/l = 1,0$ für $l/250$ 

Tafel 12.2b: d_{eff} einachsig gespannt, einseitig eingespannt (Randfeld) $b/l = 1,0$ für $l/500$ 

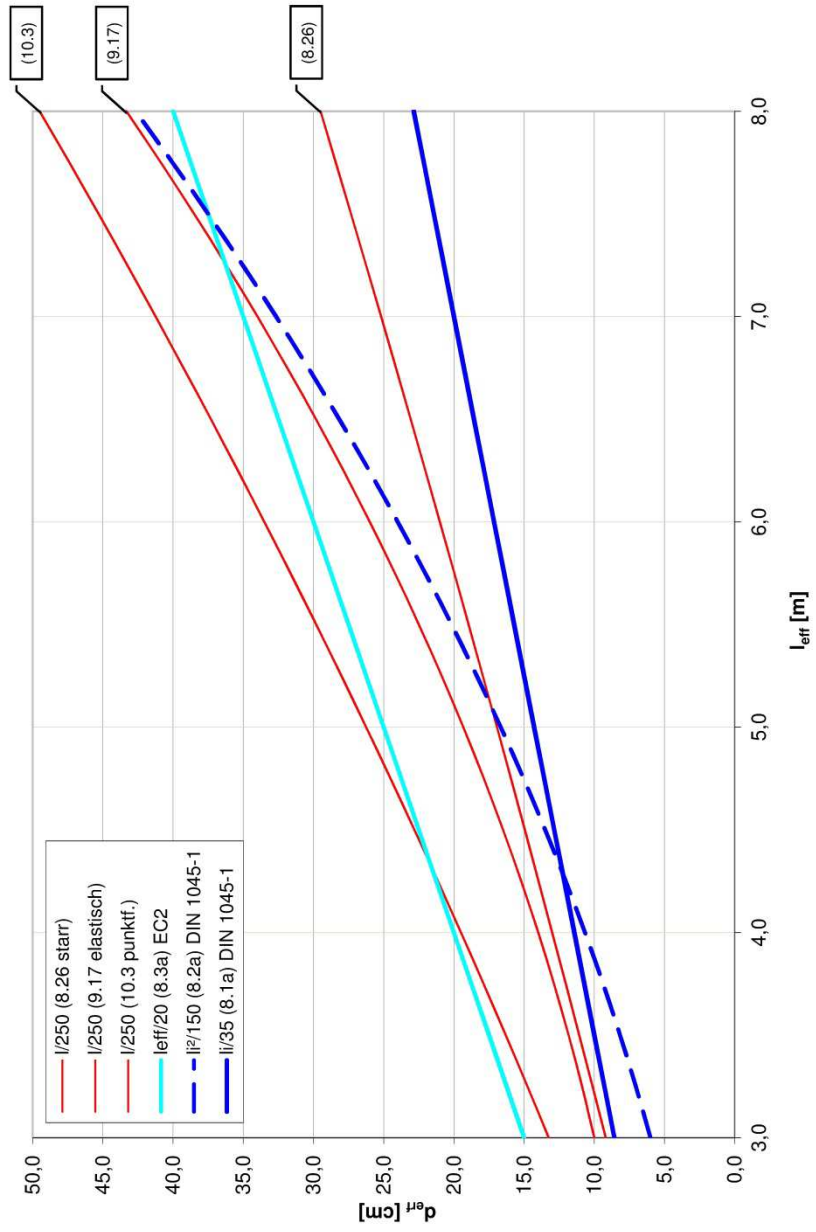
Tafel 12.3a: d_{eff} einachsrig gespannt, zweiseitig eingespannt (Mittelfeld) $b/l = 1,0$ für $l/250$

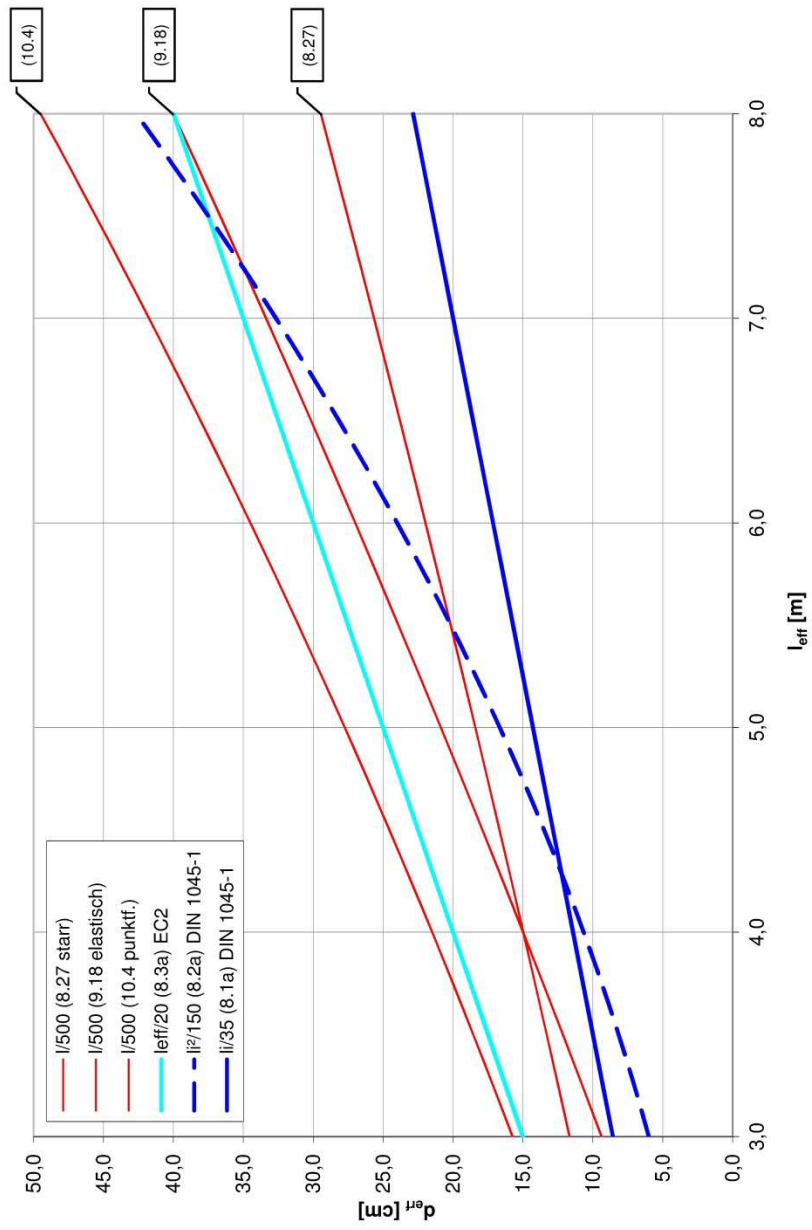


Tafel 12.3b: d_{eff} einachsig gespannt, zweiseitig eingespannt (Mittelfeld) $b/l = 1,0$ für $l/500$

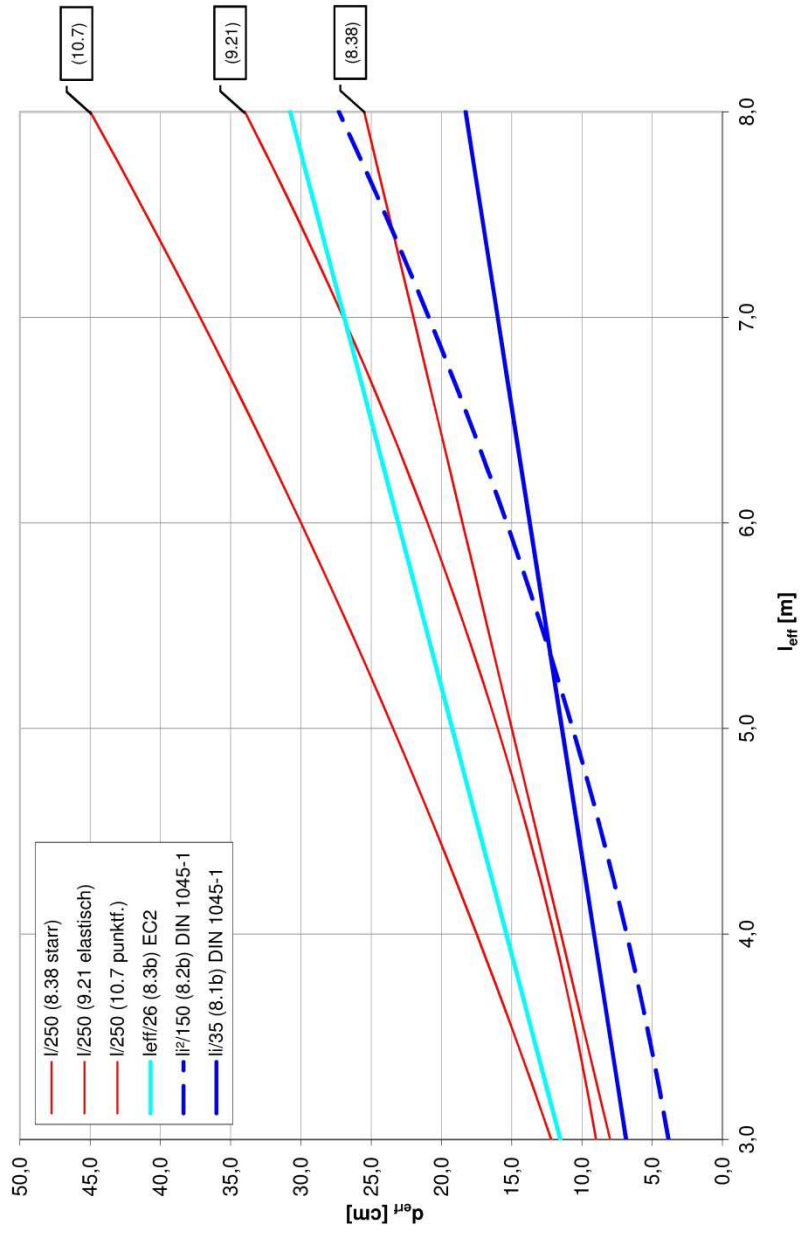


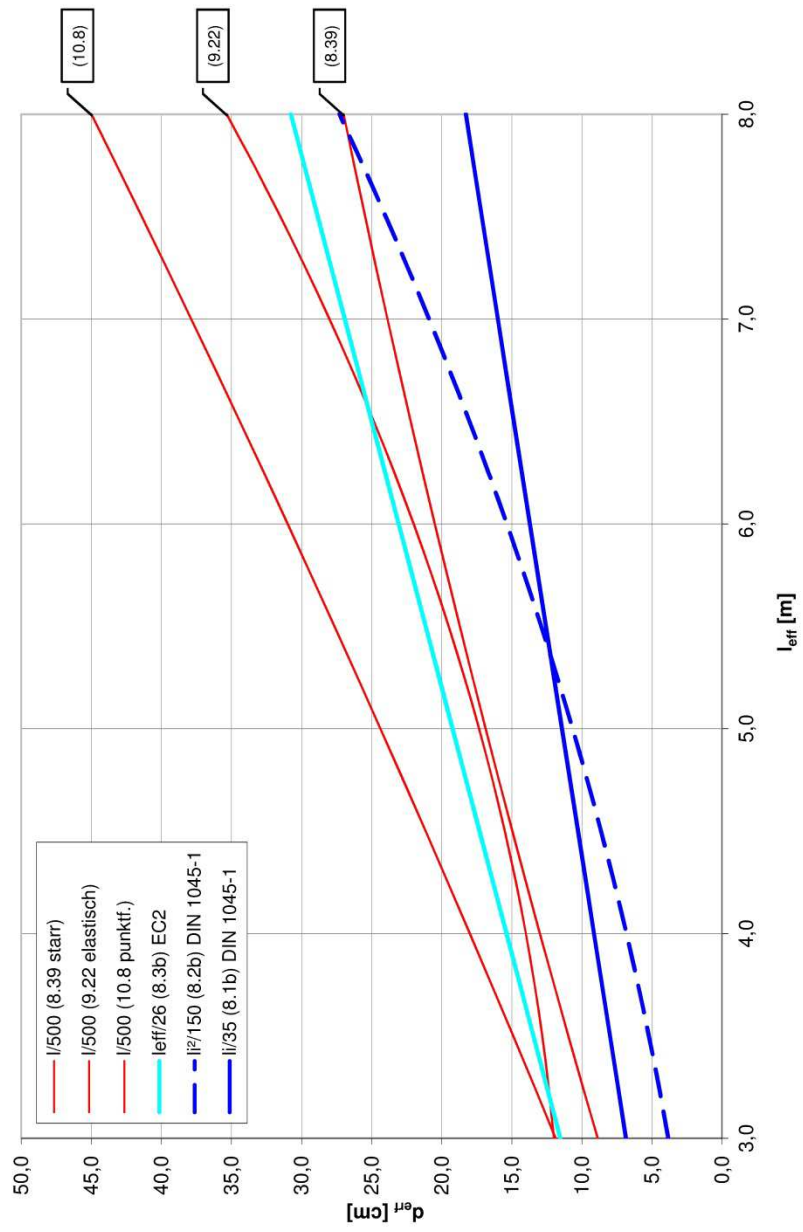
Tafel 12.4a: d_{eff} Platte 1 $I_y/I_x = 1,0$ für I/250



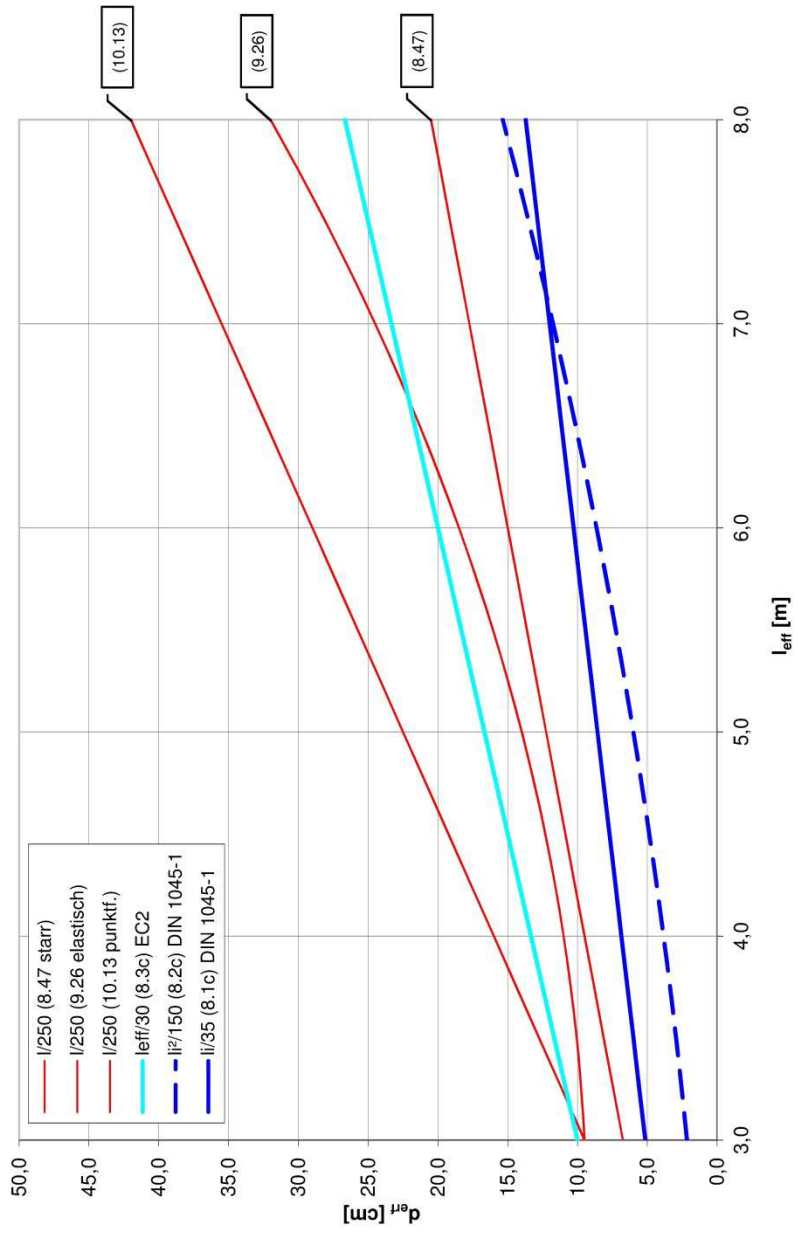
Tafel 12.4b: d_{erf} Platte 1 $I_y/I_x = 1,0$ für $l/500$ 

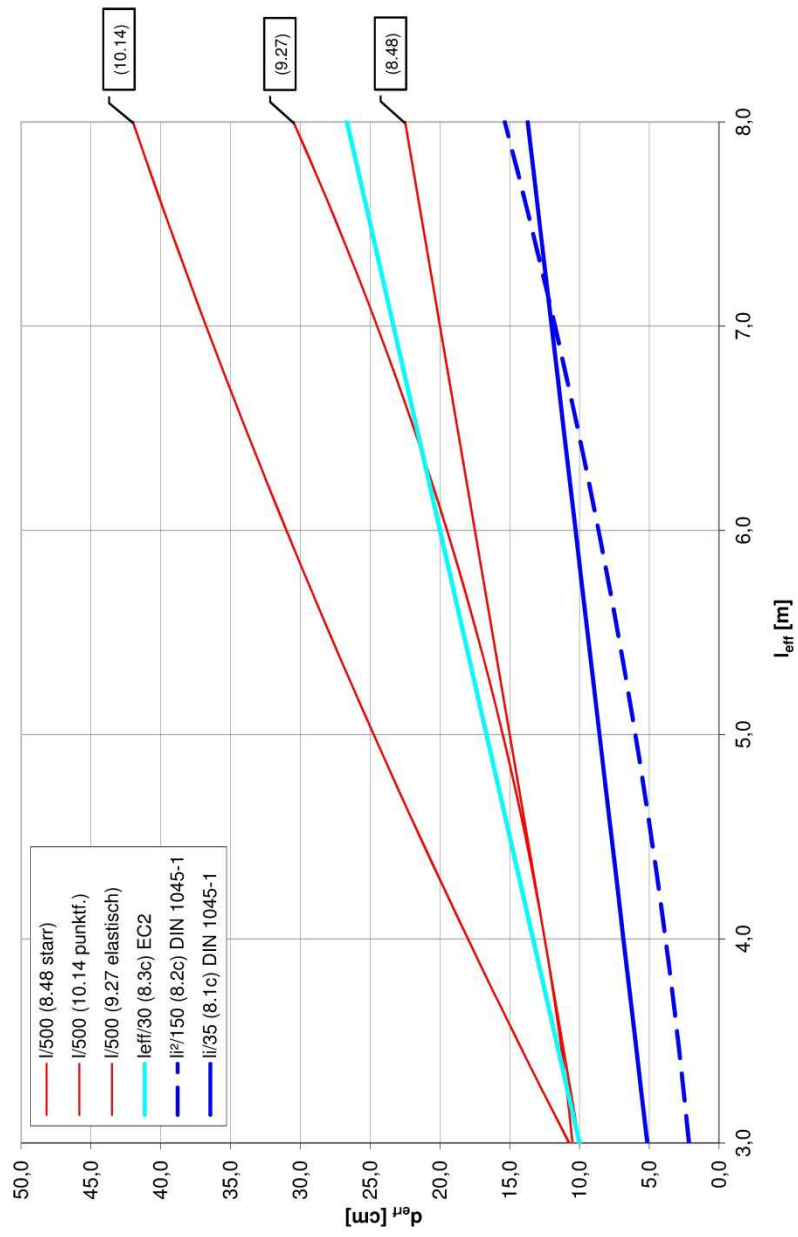
Tafel 12.5a: d_{eff} Platte 2 $I_y/I_x = 1,0$ für $l/250$



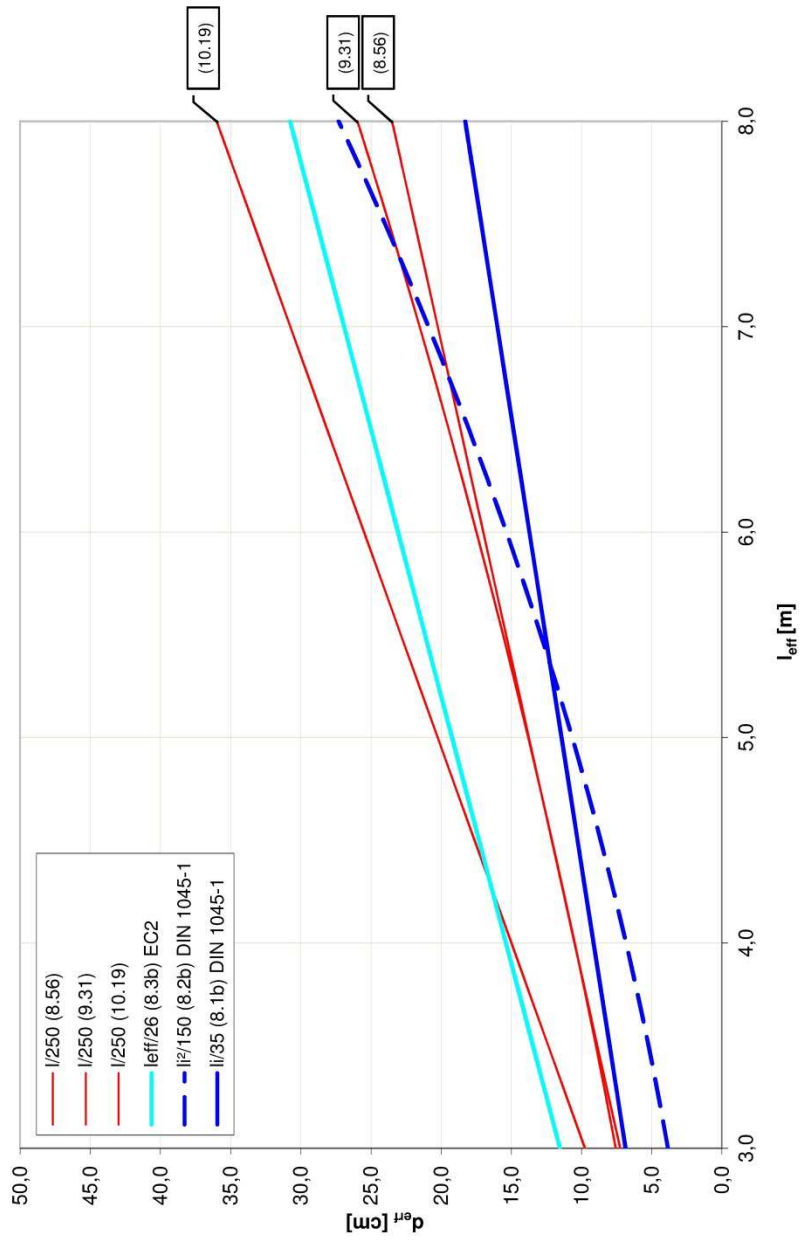
Tafel 12.5b: d_{eff} Platte 2 $I_y/I_x = 1,0$ für $l/500$ 

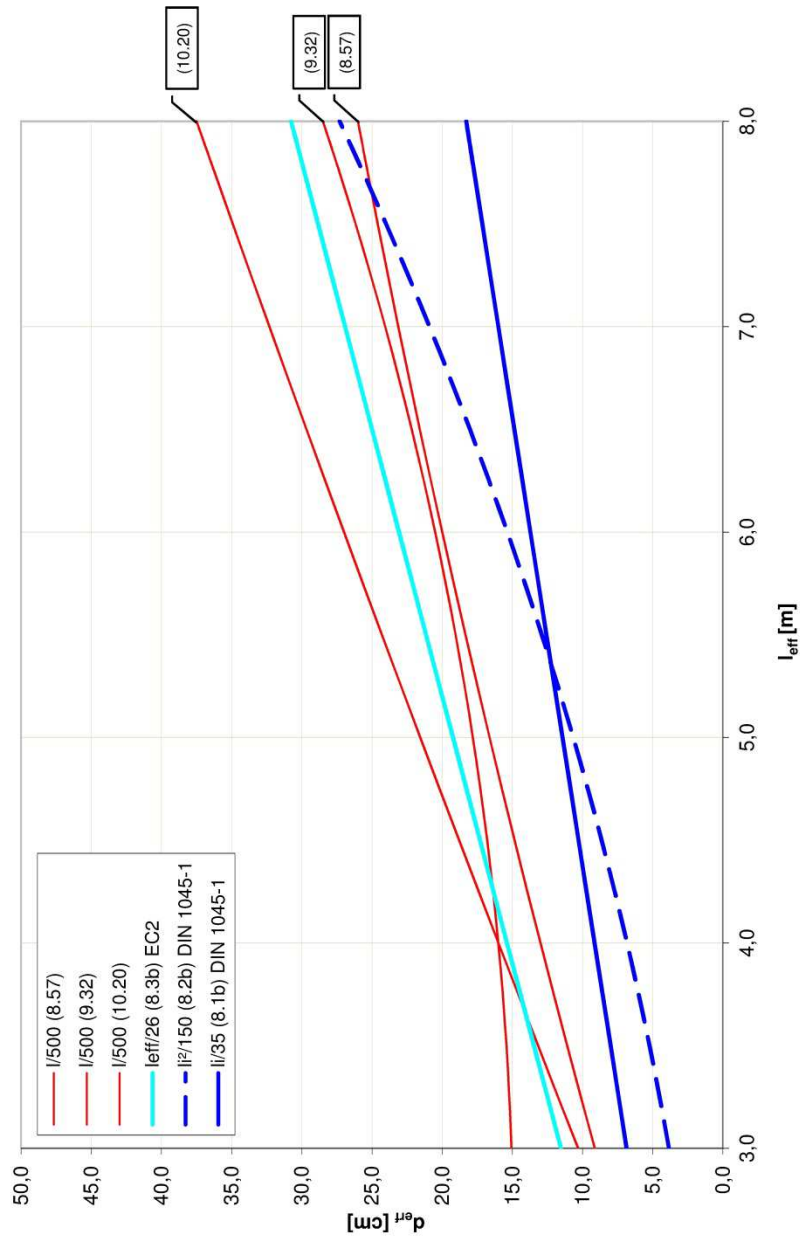
Tafel 12.6a: d_{eff} Platte 3 $I_y/I_x = 1,0$ für $l/250$



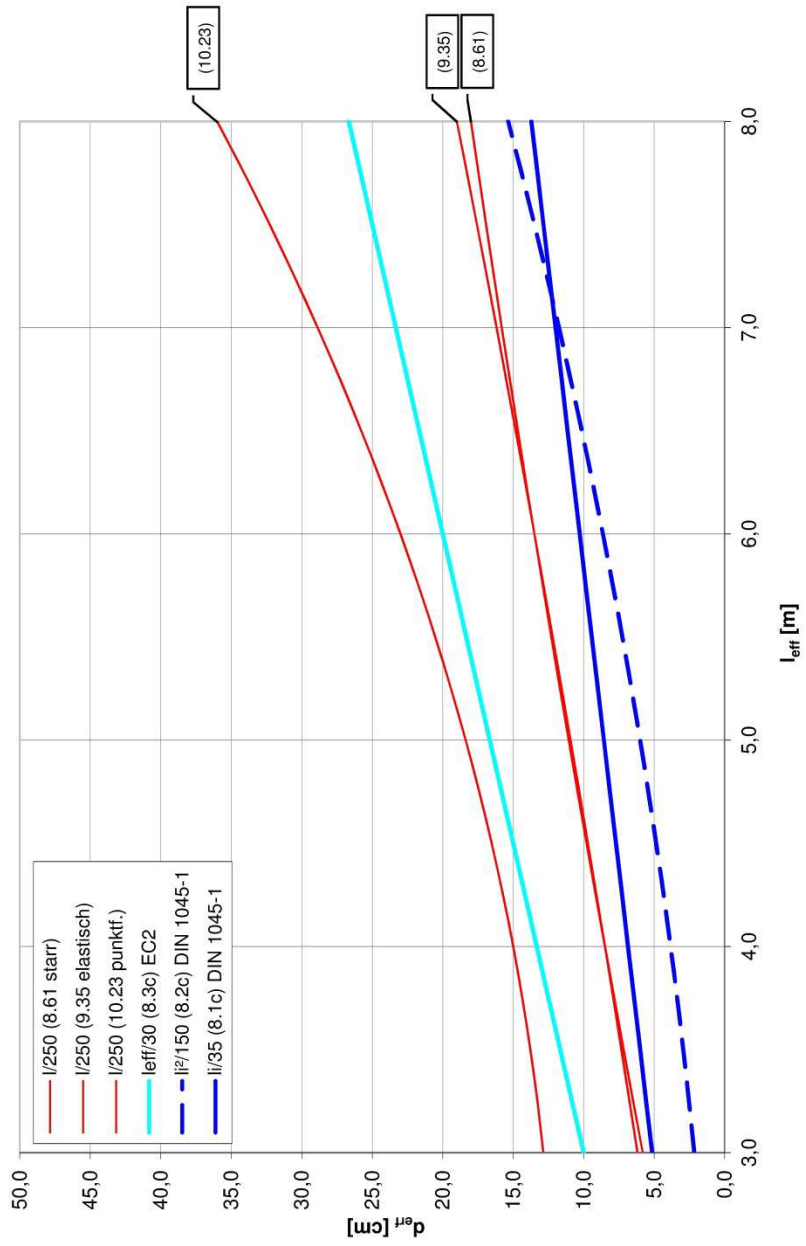
Tafel 12.6b: d_{err} Platte 3 $I_y/I_x = 1,0$ für $I/500$ 

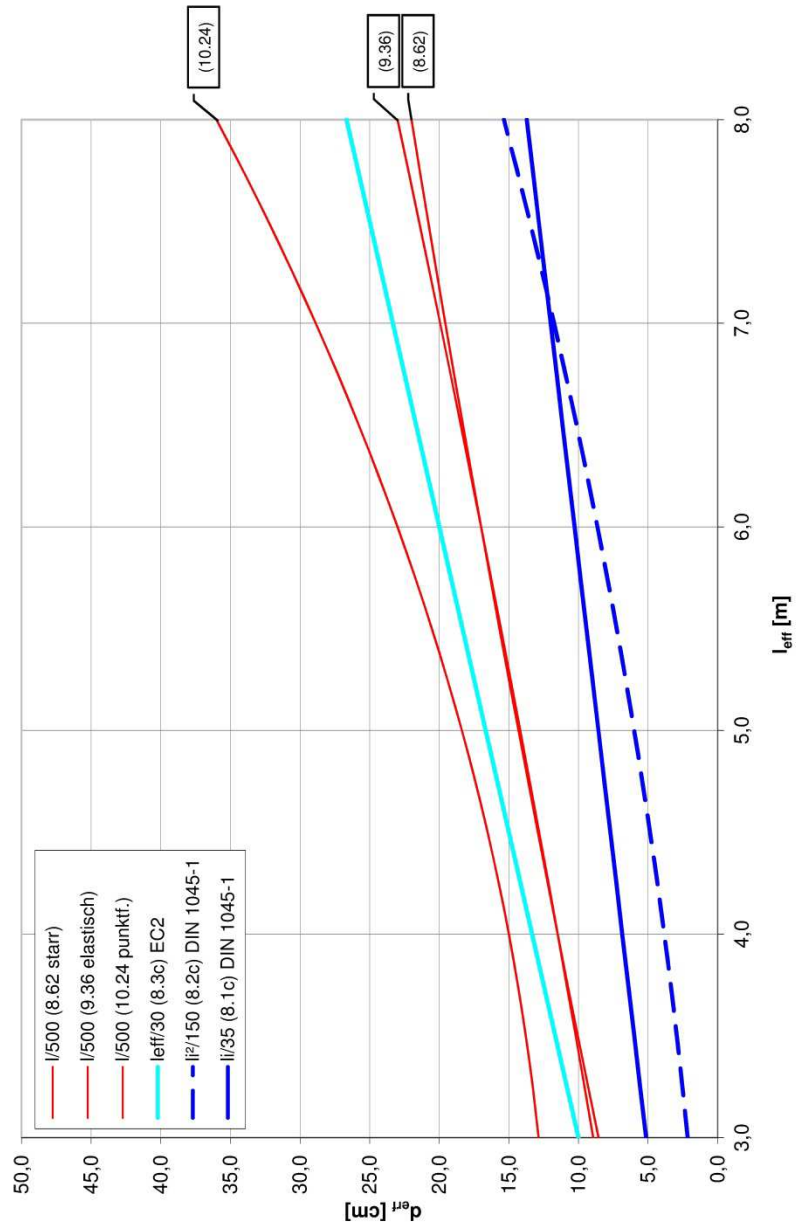
Tafel 12.7a: d_{eff} Platte 4 $I_y/I_x = 1,0$ für $I/250$



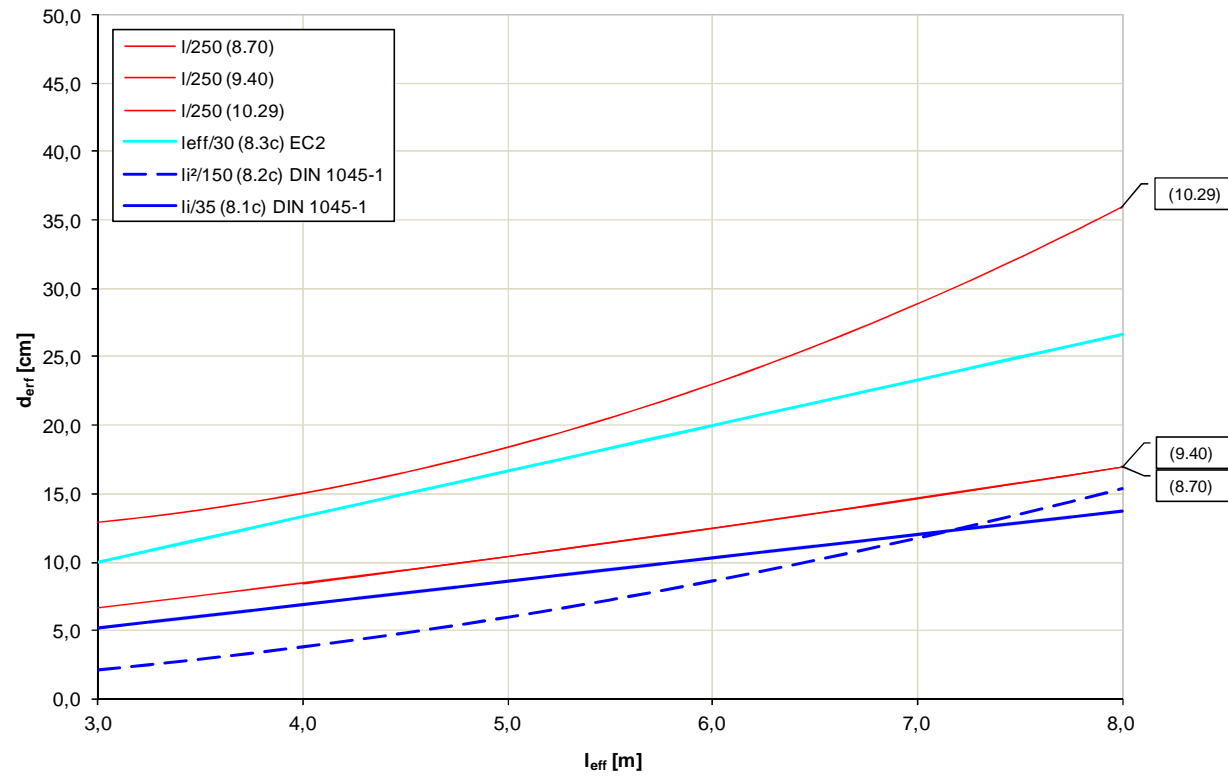
Tafel 12.7b: d_{eff} Platte 4 $I_y/I_x = 1,0$ für $l/500$ 

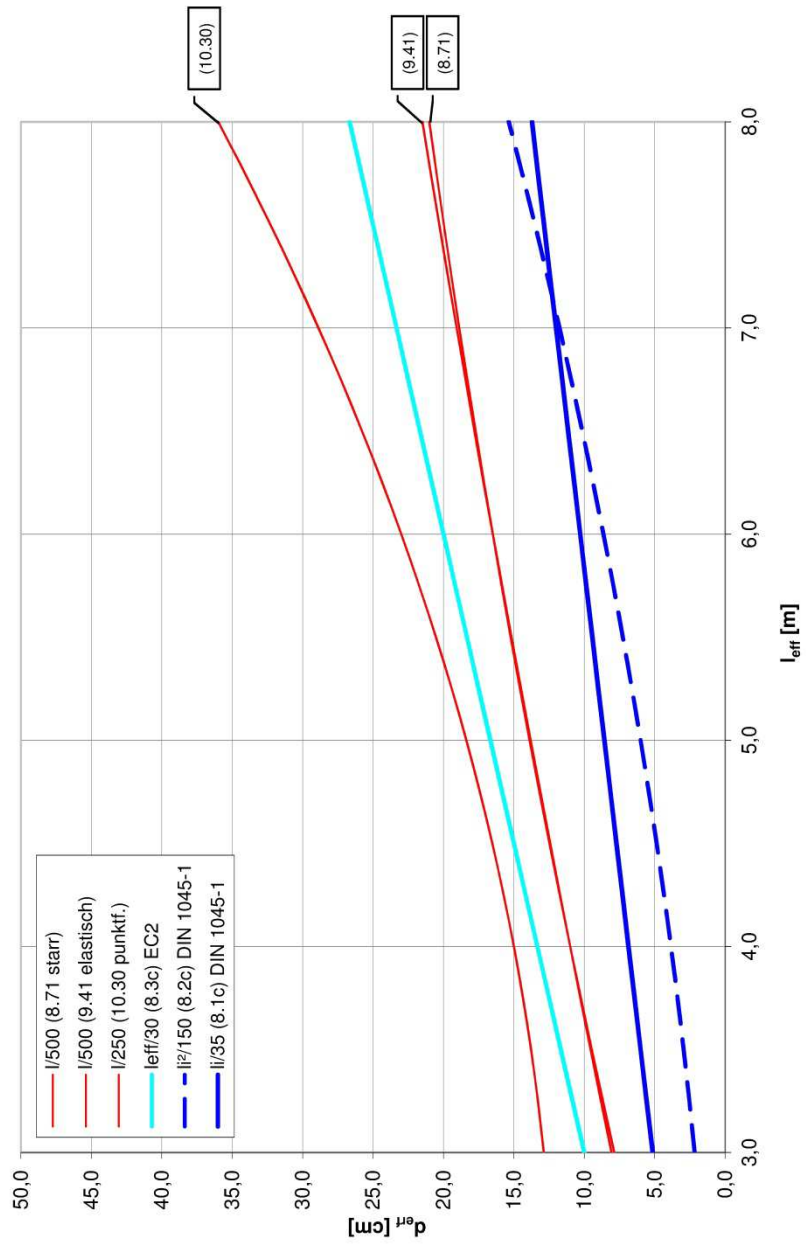
Tafel 12.8a: d_{eff} Platte 5 $I_y/I_x = 1,0$ für $l/250$



Tafel 12.8b: d_{eff} Platte 5 $I_y/I_x = 1,0$ für $I/500$ 

Tafel 12.9a: d_{eff} Platte 6 $I_y/I_x = 1,0$ für I/250



Tafel 12.9b: d_{eff} Platte 6 $I_y/I_x = 1,0$ für $I/500$ 

Literaturverzeichnis

- [1] **Barth, Ch., Lutzkanov, D.:** Neue Finite Elemente für dicke und dünne Platten, Bauinformatik 6/94
- [2] **Barth, Ch., Lutzkanov, D.:** Moderne Finite Elemente für Scheiben und Schalen mit Drehfreiheitsgraden, Bauinformatik 6/95
- [3] **Barth, Ch.:** Neue Platten und Scheibenelemente, mb-news 1/98
- [4] **Chen, W., Saleeb, A.:** Constitutive Equations for Engineering Material, Volume I: Elasticity and Modelling. Toronto: J. Wiley & Sons, 1982
- [5] **Comité Euro-International du Béton (CEB) (Hrsg.):** CEB-FIP Model Code 1990 – Final Draft. Lausanne: CEB-Bulletin d'information, 1991 (203 - 205)
- [6] **Comité Euro-International du Béton (CEB) (Hrsg.):** High Performance Concrete: Recommended Extensions to Model Code 90, Research Needs. Lausanne: CEB-Bulletin d'information, 1995 (228)
- [7] **Deutscher Ausschuss für Stahlbeton:** Heft 525, Erläuterungen zu DIN 1045-1, 2. überarbeitete Auflage 2010, Berlin, Beuth-Verlag
- [8] **Deutscher Beton - und Bautechnik-Verein e.V.:** Beispiele zur Bemessung nach DIN 1045 – 1, Band: Hochbau, Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, 2002
- [9] **DIN 1045:1988-7:** Beton- und Stahlbetonbau, Bemessung und Ausführung
- [10] **DIN 1045-1:2008-8:** Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 1: Bemessung und Konstruktion
- [11] **DIN 1055-100: 2001-03:** Einwirkungen auf Tragwerke Teil 100: Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln
- [12] **DIN 1055-3: 2006-03:** Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 3: Eigen- und Nutzlasten für Hochbauten
- [13] **DIN EN 1992-1-1:2005-10 (D) Eurocode 2:** Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetonbauwerken – Teil 1-1 Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau, Deutsche Fassung EN 1992-1-1: 2004
- [14] **Eibl, J., Ivanyi, G.:** Studie zum Trag- und Verformungsverhalten von Stahlbeton. Berlin: Ernst & Sohn, 1976 (Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 260)

-
- [15] **Gopalakrishnan, K.S., Neville, A. M., Ghali, A.:** Creep Poisson's ratio of concrete under multiaxial compression. In: ACI Journal 66 (1969), S. 1008 - 1019
- [16] **Goris, A.:** Verformungsbegrenzung bei Stahlbetonplatten, mb – news, 5/2010
- [17] **Grasser, E.:** Darstellung und kritische Analyse der Grundlagen für eine wirklichkeitsnahe Bemessung von Stahlbetonquerschnitten bei einachsigen Spannungszuständen, TH München, Dissertation, 1968
- [18] **Grasser, E., Thielen, G.:** Hilfsmittel zur Berechnung der Schnittgrößen und Formänderungen von Stahlbetontragwerken, 3. Aufl., Beuth Verlag Berlin, 1991, Heft 240, Dt. Ausschuss für Stahlbeton
- [19] **Göttlich, P.:** Stimmt $I_1/35$ immer noch? Der Bausachverständige 1/2009
- [20] **Harth, S.:** Beitrag zur Berechnung rechteckiger Stahlbetonplatten unter Berücksichtigung wirklichkeitsnaher Stoffgesetze, TU München, Dissertation, 1989
- [21] **Hegger, J., et al.:** Ansonsten blieb sie ungerissen. Deutsches Ingenieurblatt, Jan./Feb. 2005, Seite 2-7
- [22] **Hilsdorf, H.K., Reinhardt, H.-W.:** Beton. In: Beton-Kalender 2000 Bd. I. Berlin. Ernst & Sohn. 2000, S. 1-118
- [23] **Hirschfeld, K.:** Momentenbeiwerte kreuzweise bewehrter Platten, RWTH Aachen, Lehrstuhl für Baustatik und Massivbau, 1958
- [24] **Hordijk, D.A.:** Local approach to fatigue of concrete, Delft, Dissertation, 1991
- [25] **ISO 4356:** Basics for the design of structures, deformations of buildings at the serviceability limit state, 1977
- [26] **Kirchhoff, G.:** J. Math. (Crelle) 40, 51 (1850). – Ges. Abh., S. 237. Leipzig: J.A. Barth, 1882
- [27] **Kordina, K., Schubert, L., Troitzsch, U.:** Kriechen von Beton unter Zugbeanspruchung Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 498, Berlin, Beuth-Verlag, 2000
- [28] **König, G., Grimm, R.:** Hochleistungsbeton. In: Beton-Kalender 1996 Bd. II. Berlin. Ernst & Sohn. 1996, S. 441-546
- [29] **Kretz, J.:** Grundlagen zu Verformungsberechnungen für überwiegend auf Biegung beanspruchte Stahlbetonquerschnitte unter Berücksichtigung des Reißens des Betons, mb-news 4/2009, mb-AEC Software GmbH
- [30] **Krüger, W., Mertzsch, O.:** Zum Trag- und Verformungsverhalten bewehrter Betonquerschnitte im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit, Heft 533, Dt. Ausschuss für Stahlbeton - 2006

- [31] **Kupfer, H.:** Das Verhalten des Betons unter mehrachsiger Kurzbelastung unter besonderer Berücksichtigung der zweiachsigen Beanspruchung, TU München, Dissertation 1972
- [32] **Laermann, K.-H.:** Einfluss der Querdehnzahl auf die Beanspruchung von Platten, Beton- und Stahlbetonbau 1, 1976, Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin
- [33] **Laermann, K.-H.:** Stahlbetonplatten auf elastischer Unterlage unter Berücksichtigung inhomogenen, anisotropen und inelastischen Werkstoffverhaltens, Beton- und Stahlbetonbau 10/1982, Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin
- [34] **Marcus, H.:** Die Theorie elastischer Gewebe und ihre Anwendung auf die Berechnung biegsamer Platten, Springer Berlin 1924
- [35] **Mayer, H., Rüsç, H.:** Bauschäden als Folge der Durchbiegung von Stahlbeton- Bauteilen, Dt. Ausschuss für Stahlbeton, Heft 193
- [36] **mb-Programme, Software im Bauwesen:** mb-software-Handbuch, Finite Elemente, Programmsystem microFe, Hameln 1995
- [37] **Mindlin, R.D.:** Influence of rotary inertia and shear on flexural motions of isotropic elastic plates. J.Appl.Mech. 18, 31-38 (1951)
- [38] **Minnert, J.:** Hinweise zur sinnvollen Abschätzung der Durchbiegung von Stahlbetonbauwerken, mb – news 4/2004
- [39] **Ramm, E., Müller, J., Wassermann, K.:** Problemfälle bei FE - Modellierungen, Baustatik/Baupraxis Tagungsband BB4, 1990
- [40] **Rehm, G.:** Über die Grundlagen des Verbunds zwischen Stahl und Beton, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 138, Berlin, Ernst & Sohn, 1961
- [41] **Reissner, E.:** The effect of transverse-shear deformations of bending of elastic plates. J. Appl.Mech. 12, 68-77 (1945)
- [42] **Rombach, G.:** Anwendung der Finite-Element-Methode im Betonbau, 2. Auflage, Ernst & Sohn, Berlin, 2006
- [43] **Rombach, G.:** Die Prüfung der Standsicherheit am ganzheitlichen Modell, Der Prüfenieur 33, 2008
- [44] **Schaper, G., et al.:** Berechnung der Momente von Stahlbetonplatten mit Finite-Element-Programmen, Der Prüfenieur 4/1997
- [45] **Schwennicke, A.:** Zur Berechnung von Stahlbetonbalken und –scheiben im gerissenen Zustand unter Berücksichtigung der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen. Dissertation, TU Berlin 1983
- [46] **Wunderlich, W. Kiener, G., Ostermann, W.:** Modellierung und Berechnung von Deckenplatten mit Unterzügen, Baustatik/Baupraxis, Tagungsband BB5, 1990

- [47] **Zilch, K., Donaubaue, U.:** Rechnerische Untersuchungen der Durchbiegung von Stahlbetonplatten unter Ansatz wirklichkeitsnaher Steifigkeiten und Lagerungsbedingungen unter Berücksichtigung zeitabhängiger Verformungen, Heft 533, Dt. Ausschuss für Stahlbeton - 2006

Bildverzeichnis

Bild 2.1	Grenzwerte der zulässigen Biegeschlankheit	7
Bild 2.2	Erforderliche statische Nutzhöhe in Abhängigkeit von der Spannweite und des statischen Systems	7
Bild 3.1	Zweiseitig eingespanntes System	8
Bild 3.2	Einseitig eingespanntes System	9
Bild 3.3	Plattenbezeichnungen und verwendeter Ausschnitt 5 x 5 Raster	15
Bild 3.4	Plattenbezeichnungen und verwendeter Ausschnitt 2 x 5 Raster	16
Bild 3.5	Plattenbezeichnungen und verwendeter Ausschnitt 1 x 5 Raster	17
Bild 3.6	Benennung der Einfeldplatten	17
Bild 7.1	Last-Verformungs-Linie eines Stahlbetonbauteils	49
Bild 7.2	Spannungs-Dehnungs-Bez. f. Beton unter Druckbelastung	51
Bild 7.3	Sekantenmodul E_{cm} und Tangentenmodul E_{c0}	51
Bild 7.4	Festigkeiten des Betons nach Kupfer	58
Bild 7.5	Verteilung der Biegesteifigkeit bei Rissbildung	60
Bild 7.6	Definition des effektiven E-Moduls mit Ber. d. Kriechens	61
Bild 7.7	Überlagerung von Z I und Z II	62
Bild 7.8	Biegemoment, Verkrümmung und Durchbiegung	62
Bild 7.9	Interpolation der mittleren Verkrümmung	63
Bild 9.1	Plattendicke h / Balkenhöhe h_0	112

Tabellenverzeichnis

Tabelle 6.1	Abminderungsfaktoren S, E im 5 x 5 Raster.....	37
Tabelle 6.2	Abminderungsfaktoren P im 5 x 5 Raster	38
Tabelle 6.3	Abminderungsfaktoren im 4 x 4-, 3 x 3-, 2 x 2 – Raster.....	39
Tabelle 6.4	Abminderungsfaktoren S, E, P im 2 x 5 Raster.....	40
Tabelle 6.5	Abminderungsfaktoren S, E, P im 1 x 5 Raster.....	41
Tabelle 6.6	Abminderungsfaktoren S, E, Einfeldplatte.....	42
Tabelle 6.7	Abminderungsfaktoren einachsig gespannter Durchlaufsysteme.....	43
Tabelle 6.8	Abminderungsfaktoren volleingespannter Einfeldplatten.....	43
Tabelle 6.9	Vergleich der ermittelten Abminderungsfaktoren.....	46
Tabelle 7.1	Vergleich der Ausnutzungsgrade	66
Tabelle 8.1	Grenzen der Plattennutzhöhen $l_y/l_x < 1,0$ zu $l_i/35$	108
Tabelle 8.2	Zusammenst. der Ergeb. $l_y/l_x = 1,0$; starr ein- und zweiachsig.....	109
Tabellen zur Berechn. v. Nutzhöhen Abschn. 8 Anlageverz.		A8.2-A8.39
Tabelle 9.1	Balkenmindestnutzhöhen	111
Tabelle 9.2	Balkenhöhen	113
Tabellen zur Berechn. v. Nutzhöhen Abschn. 9 Anlageverz.		A9.2 –A9.19
Tabellen zur Berechn. v. Nutzhöhen Abschn. 10 Anlageverz.		A10.2-A10.16

Tafelverzeichnis

Tafel 2.1	Schlankheitskriterien für Platten in Stahlbetonvorschriften.....	4
Tafel 3.1	Berechnete Plattensysteme im 5 x 5 Raster	15
Tafel 3.3	Diagramme der Abminderungsfaktoren.....	A.3.23
Tafel 3.3S.1 – 3.3S.11	Abminderungsf. starr zweiachsig	A.3.25-A.3.35
Tafel 3.3E.1 – 3.3E.11	Abminderungsf. elastisch zweiachsig..	A.3.36-A 3.46
Tafel 3.3P.1 – 3.3P.8	Abminderungsf. bei Punktstützung.....	A 3.47-A 3.54
Tafel 3.3S.1e – 3.3S.2e	Abminderungsf. starr einachsig	A 3.55-A 3.56
Tafel 3.3E.1e – 3.3E.2e	Abminderungsf. elastisch einachsig	A 3.57-A 3.58
Tafel 7.1	Eigenschaften von Kriechen und Schwinden.....	53
Tafel 7.2	Berechnungsablauf.....	64
Tafel 7.3	Belastung für die Berechnung.....	66
Tafel 7.4	Untersuchte Plattensysteme	67
Tafel 8.1	d_{erf} bei statisch erf. Bewehrung (einachsig), $l/250$ u. $l/500$	88
Tafel 8.2	d_{erf} bei ungestaffelter Bewehrung (einachsig) $l/250$ u. $l/500$	89
Tafel 8.3a	d_{erf} Vergleich C20/25, C25/30, C30/35 (einachsig) $l/250$	90
Tafel 8.3b	d_{erf} Vergleich C20/25, C25/30, C30/35 (einachsig) $l/500$	91
Tafel 8.4	d_{erf} Randfeld (einachsig) $l/250$ u. $l/500$	92
Tafel 8.5	d_{erf} Mittelfeld (einachsig) $l/250$ u. $l/500$	93
Tafel 8.6a	d_{erf} Platte 1 $I_y/I_x = 1,0$; $l/250$ u. $l/500$	94
Tafel 8.6b	d_{erf} Platte 1 $I_y/I_x = 1,0$ bis $0,5$; $l/250$	95
Tafel 8.6c	d_{erf} Platte 1 $I_y/I_x = 1,0$ bis $0,5$; $l/500$	96
Tafel 8.7a	d_{erf} Platte 2 $I_y/I_x = 1,0$; $0,7$; $0,5$; $2X/2Y$, $l/250$	97
Tafel 8.7b	d_{erf} Platte 2 $I_y/I_x = 1,0$; $0,7$; $0,6$; $0,5$; $2X/2Y$, $l/500$	98
Tafel 8.8a	d_{erf} Platte 3 $I_y/I_x = 1,0$; $0,7$; $0,5$; $3X/3Y$, $l/250$	99
Tafel 8.8b	d_{erf} Platte 3 $I_y/I_x = 1,0$; $0,7$; $0,6$; $0,5$; $3X/3Y$, $l/500$	100

Tafel 8.8b	d_{erf} Platte 4 $l_y/l_x = 1,0; 0,7; 1/250$	101
Tafel 8.9b	d_{erf} Platte 4 $l_y/l_x = 1,0; 0,7; 0,6; 1/500$	102
Tafel 8.10a	d_{erf} Platte 5 $l_y/l_x = 1,0; 0,7; 0,5; 5X/5Y, 1/250$	103
Tafel 8.10b	d_{erf} Platte 5 $l_y/l_x = 1,0; 0,7; 0,6; 0,5; 5X/5Y, 1/500$	104
Tafel 8.11a	d_{erf} Platte 6 $l_y/l_x = 1,0; 0,7; 0,5; 1/250$	105
Tafel 8.11b	d_{erf} Platte 6 $l_y/l_x = 1,0; 0,7; 0,5; 1/500$	106
Tafel 9.1a	d_{erf} einachsig, $b/l = 1,0; 1/250$ u. $1/500$	120
Tafel 9.1b	d_{erf} einachsig, $b/l = 0,5; 1/250$ u. $1/500$	121
Tafel 9.2a	d_{erf} Randfeld (einachsig), $b/l = 1,0; 1/250$ u. $1/500$	122
Tafel 9.2b	d_{erf} Randfeld (einachsig), $b/l = 0,5; 1/250$ u. $1/500$	123
Tafel 9.3a	d_{erf} Mittelfeld (einachsig), $b/l = 1,0; 1/250$ u. $1/500$	124
Tafel 9.3b	d_{erf} Mittelfeld (einachsig), $b/l = 0,5; 1/250$ u. $1/500$	125
Tafel 9.4a	d_{erf} Platte 1 $l_y/l_x = 1,0; 1/250$ u. $1/500$	126
Tafel 9.4b	d_{erf} Platte 1 $l_y/l_x = 0,5; 1/250$ u. $1/500$	127
Tafel 9.5a	d_{erf} Platte 2 $l_y/l_x = 1,0; 0,5; 2X, 1/250$	128
Tafel 9.5b	d_{erf} Platte 2 $l_y/l_x = 1,0; 0,5; 0,6; 2X/2Y, 1/500$	129
Tafel 9.6a	d_{erf} Platte 3 $l_y/l_x = 1,0; 0,5; 3X, 1/250$	130
Tafel 9.6b	d_{erf} Platte 3 $l_y/l_x = 1,0; 0,5; 0,6; 3X/3Y, 1/500$	131
Tafel 9.7a	d_{erf} Platte 4 $l_y/l_x = 1,0; 0,5; 1/250$	132
Tafel 9.7b	d_{erf} Platte 4 $l_y/l_x = 1,0; 0,5; 1/500$	133
Tafel 9.8a	d_{erf} Platte 5 $l_y/l_x = 1,0; 0,5; 5X, 1/250$	134
Tafel 9.8b	d_{erf} Platte 5 $l_y/l_x = 1,0; 0,5; 0,6; 5X/5Y, 1/500$	135
Tafel 9.9a	d_{erf} Platte 6 $l_y/l_x = 1,0; 0,5; 1/500$	136
Tafel 9.9b	d_{erf} Platte 6 $l_y/l_x = 1,0; 0,5; 1/500$	137
Tafel 10.1a	d_{erf} Platte 1 $l_y/l_x = 1,0; 1/250$ u. $1/500$	145
Tafel 10.1b	d_{erf} Platte 1 $l_y/l_x = 0,5; 1/250$ u. $1/500$	146
Tafel 10.2a	d_{erf} Platte 2 $l_y/l_x = 1,0; 0,5; 2X/2Y, 1/250$	147
Tafel 10.2b	d_{erf} Platte 2 $l_y/l_x = 1,0; 0,5; 2X/2Y, 1/500$	148
Tafel 10.3a	d_{erf} Platte 3 $l_y/l_x = 1,0; 0,5; 3X/3Y, 1/250$	149

Tafel	10.3b	d_{erf} Platte 3 $I_y/I_x = 1,0; 0,5; 3X/3Y, 1/500$	150
Tafel	10.4a	d_{erf} Platte 4 $I_y/I_x = 1,0; 0,5; 1/250$	151
Tafel	10.4b	d_{erf} Platte 4 $I_y/I_x = 1,0; 0,5; 1/500$	152
Tafel	10.5a	d_{erf} Platte 5 $I_y/I_x = 1,0; 0,5; 5X/5Y, 1/250$	153
Tafel	10.5b	d_{erf} Platte 5 $I_y/I_x = 1,0; 0,5; 5X/5Y, 1/500$	154
Tafel	10.6a	d_{erf} Platte 6 $I_y/I_x = 1,0; 0,5; 1/250$	155
Tafel	10.6b	d_{erf} Platte 6 $I_y/I_x = 1,0; 0,5; 1/500$	156
Tafel	12.1a	d_{erf} einachsig $b/l = 1,0; \text{starr/elastisch}, 1/250$	167
Tafel	12.1b	d_{erf} einachsig $b/l = 1,0; \text{starr/elastisch}, 1/500$	168
Tafel	12.2a	d_{erf} Randfeld $b/l = 1,0; \text{starr/elastisch}, 1/250$	169
Tafel	12.2b	d_{erf} Randfeld $b/l = 1,0; \text{starr/elastisch}, 1/500$	170
Tafel	12.3a	d_{erf} Mittelfeld $b/l = 1,0; \text{starr/elastisch}, 1/250$	171
Tafel	12.3b	d_{erf} Mittelfeld $b/l = 1,0; \text{starr/elastisch}, 1/500$	172
Tafel	12.4a	d_{erf} Platte 1 $I_y/I_x = 1,0; \text{starr/elastisch/punktf.}, 1/250$	173
Tafel	12.4b	d_{erf} Platte 1 $I_y/I_x = 1,0; \text{starr/elastisch/punktf.}, 1/500$	174
Tafel	12.5a	d_{erf} Platte 2 $I_y/I_x = 1,0; \text{starr/elastisch/punktf.}, 1/250$	175
Tafel	12.5b	d_{erf} Platte 2 $I_y/I_x = 1,0; \text{starr/elastisch/punktf.}, 1/500$	176
Tafel	12.6a	d_{erf} Platte 3 $I_y/I_x = 1,0; \text{starr/elastisch/punktf.}, 1/250$	177
Tafel	12.6b	d_{erf} Platte 3 $I_y/I_x = 1,0; \text{starr/elastisch/punktf.}, 1/500$	178
Tafel	12.7a	d_{erf} Platte 4 $I_y/I_x = 1,0; \text{starr/elastisch/punktf.}, 1/250$	179
Tafel	12.7b	d_{erf} Platte 4 $I_y/I_x = 1,0; \text{starr/elastisch/punktf.}, 1/500$	180
Tafel	12.8a	d_{erf} Platte 5 $I_y/I_x = 1,0; \text{starr/elastisch/punktf.}, 1/250$	181
Tafel	12.8b	d_{erf} Platte 5 $I_y/I_x = 1,0; \text{starr/elastisch/punktf.}, 1/500$	182
Tafel	12.9a	d_{erf} Platte 6 $I_y/I_x = 1,0; \text{starr/elastisch/punktf.}, 1/250$	183
Tafel	12.9b	d_{erf} Platte 6 $I_y/I_x = 1,0; \text{starr/elastisch/punktf.}, 1/500$	184

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Formänderungsintegrale zur Bestimmung der maßgebenden Stützweiten	A1.1-A1.4
-----------------	--	------------------

1.1	$I_y / I_x = 1,0$	A 1.1
1.2	$I_y / I_x = 1,5$	A 1.2
1.3	$I_y / I_x = 0,9$	A 1.3
1.4	$I_y / I_x = 0,6$	A 1.4

Anlage 2	Dateiverzeichnis	A2.1-A2.19
-----------------	-------------------------	-------------------

Anlage 3	Momentennullpunktabstände	A3.1-A3.58
-----------------	----------------------------------	-------------------

3.1	5 x 5 Raster S, E.....	A 3.1
3.2	5 x 5 Raster P	A 3.6
3.3	2 x 5 Raster S, E, P.....	A 3.9
3.4	1 x 5 Raster S, E, P.....	A 3.14
3.5	Einfeldplatten zweiachs., volleing. S, E, P.....	A 3.19
3.6	Nullstellenabst. einachs. gesp. S, E.....	A 3.20
3.7	Tafeln S, E, P	A 3.22-A 3.58

Anlage 4	Vergleich der Momentennullpunktabstände unterschiedlicher Deckendicken	A4.1-A4.3
-----------------	---	------------------

4.1	starr liniengelagert.....	A 4.1
4.2	elastisch liniengelagert	A 4.2
4.3	punktgestützt	A 4.3

Anlage 5	Einfluss der Schubverzerrung	A5.1-A5.3
-----------------	-------------------------------------	------------------

5.1	starr liniengelagert.....	A 5.1
5.2	elastisch liniengelagert.....	A 5.2
5.3	punktgestützt	A 5.3

Anlage 6	Momentennullpunktabst. schlanker Einfeldpl.	A6.1-A6.6
-----------------	--	------------------

Anlage 7	Ausnutzungsgrade bei verschiedenen Nutzungsarten	A7.1
-----------------	---	-------------

Anlage 8	Berechnungen in Tabellen zu Abschnitt 8	A8.1-A8.39
-----------------	--	-------------------

8.2	Einachsig gespannte Platten.....	A 8.2
8.2.1.5 A	Einfeldplatte einachsig, Bew. stat. erf. Kat. A.....	A 8.2
8.2.1.5 B	Einfeldplatte einachsig, Bew. stat. erf. Kat. E.....	A 8.2
8.2.1.6	Einfeldplatte wie vor, Bew. ungest. Kat. A.....	A 8.3
8.2.1.7	Einfeldplatte wie 8.2.1.6, C25/30.....	A 8.3
8.2.1.8	Einfeldplatte wie 8.2.1.6, C30/35.....	A 8.4
8.2.1.9	Einfeldplatte wie 8.2.1.6, $\nu = 0,2$	A 8.4
8.2.2.3	Mehrfeldplatte einachsig, einseitig voll eingesp.	A 8.5
8.2.2.4	Mehrfeldplatte wie vor, am Durchlaufsystem.....	A 8.5
8.2.3.3	Mehrfeldplatte einachsig, zweis. Voll eingesp.....	A 8.6
8.2.3.4	Mehrfeldplatte wie vor, am Durchlaufsystem.....	A 8.6
8.3	Zweiachsig gespannte Platten	A 8.7
8.3.1.5.1	Einfeldplatte, allseits gelenkig (Platte 1) $I_y/I_x = 1,0$	A 8.7
8.3.1.5.2	Platte 1 wie vor, $I_y/I_x = 0,9$	A 8.8
8.3.1.5.3	Platte 1 wie vor, $I_y/I_x = 0,8$	A 8.9

8.3.1.5.4	Platte 1 wie vor, $l_y/l_x = 0,7$A 8.10
8.3.1.5.5	Platte 1 wie vor, $l_y/l_x = 0,6$A 8.11
8.3.1.5.6	Platte 1 wie vor, $l_y/l_x = 0,5$A 8.12
8.3.1.5.7	Platte 1 wie 8.3.1.5.1, $v = 0,2$A 8.13
8.3.2.3	Mehrfeldplatte, eins. eingesp. sonst gel. (Platte 2), volle Einsp. $l_y/l_x = 1,0$A 8.14
8.3.2.4.1	Platte 2 wie vor, am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$A 8.15
8.3.2.4.2 X	Platte 2 wie 8.3.2.4.1, $l_y/l_x = 0,7$ (2X)A 8.16
8.3.2.4.2 Y	Platte 2 wie 8.3.2.4.1, $l_y/l_x = 0,7$ (2Y)A 8.17
3.3.2.4.3	Platte 2 wie 8.3.2.4.1, $l_y/l_x = 0,5$ (2X)A 8.18
8.3.2.4.4	Platte 2 wie 8.3.2.4.1, $l_y/l_x = 0,6$ (2Y)A 8.19
8.3.3.3	Mehrfeldplatte, zweis. eingesp., sonst gel. (Platte 3), volle Einspannung $l_y/l_x = 1,0$A 8.20
8.3.3.4.1	Platte 3 wie vor, am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$A 8.21
8.3.3.4.2 X	Platte 3 wie 8.3.3.4.1, $l_y/l_x = 0,7$ (3X).....A 8.22
8.3.3.4.2 Y	Platte 3 wie 8.3.3.4.1, $l_y/l_x = 0,7$ (3Y)A 8.23
8.3.3.4.3	Platte 3 wie 8.3.3.4.1, $l_y/l_x = 0,5$ (3X).....A 8.24
8.3.3.4.4	Platte 3 wie 8.3.3.4.1, $l_y/l_x = 0,6$ (3Y)A 8.25
8.3.4.3	Mehrfeldplatte über Eck eingesp. (Platte 4) volle Einspannung $l_y/l_x = 1,0$A 8.26
8.3.4.4.1	Platte 4 wie vor, am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$A 8.27
8.3.4.4.2	Platte 4 wie 8.3.4.4.1, $l_y/l_x = 0,7$A 8.28
8.3.4.4.3	Platte 3 wie 8.3.4.4.1, $l_y/l_x = 0,6$A 8.29
8.3.5.3	Mehrfeldplatte dreiseitig eingesp. (Platte 5) volle Einspannung $l_y/l_x = 1,0$A 8.30
8.3.5.4.1	Platte 5 wie vor, am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$A 8.31
8.3.5.4.2 X	Platte 5 wie 8.3.5.4.1, $l_y/l_x = 0,7$ (5X)A 8.32
8.3.5.4.2 Y	Platte 5 wie 8.3.5.4.1, $l_y/l_x = 0,7$ (5Y)A 8.33
8.3.5.4.3	Platte 5 wie 8.3.5.4.1, $l_y/l_x = 0,5$ (5X)A 8.34

8.3.5.4.4	Platte 5 wie 8.3.5.4.1, $l_y/l_x = 0,6$ (5Y).....	A 8.35
8.3.6.3	Mehrfeldplatte alls. eingesp. (Platte 6) volle Einspannung $l_y/l_x = 1,0$	A 8.36
8.3.6.4.1	Platte 6 wie vor, am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$	A 8.37
8.3.6.4.2	Platte 6 wie 8.3.6.4.1, $l_y/l_x = 0,7$	A 8.37
8.3.6.4.3	Platte 6 wie 8.3.6.4.1, $l_y/l_x = 0,5$	A 8.39

Anlage 9	Berechnungen in Tabellen zu Abschnitt 9	A9.1-A9.19
-----------------	--	-------------------


9.5	Einachsig gespannte Platten.....	A 9.2
9.5.1.1	Einfeldplatte einachsig gespannt $b/l = 1,0$	A 9.2
9.5.1.2	Einfeldplatte wie vor, $b/l = 0,5$	A 9.3
9.5.2.1	Mehrfeldpl. am Durchlaufsystem. (Randf.) $b/l = 1,0$	A 9.4
9.5.2.2	Mehrfeldpl. wie vor, $b/l = 0,5$	A 9.5
9.5.3.1	Mehrfeldpl. am Durchlaufsystem. (Mittelf.) $b/l = 1,0$	A 9.6
9.5.3.2	Mehrfeldpl. wie vor, $b/l = 0,5$	A 9.7
9.6	Zweiachsig gespannte Platten	A 9.8
9.6.1.1	Platte 1 $l_y/l_x = 1,0$	A 9.8
9.6.1.2	Platte 1 $l_y/l_x = 0,5$	A 9.8
9.6.2.1	Platte 2 am Durchlaufsystem. $l_y/l_x = 1,0$	A 9.9
9.6.2.2a	Platte 2 wie vor, $l_y/l_x = 0,5$ (2X)	A 9.10
9.6.2.2b	Platte 2 wie vor, $l_y/l_x = 0,6$ (2Y)	A 9.11
9.6.3.1	Platte 3 am Durchlaufsystem. $l_y/l_x = 1,0$	A 9.12
9.6.3.2a	Platte 3 wie vor, $l_y/l_x = 0,5$ (3X).....	A 9.13
9.6.3.2b	Platte 3 wie vor, $l_y/l_x = 0,6$ (3Y)	A 9.13
9.6.4.1	Platte 4 am Durchlaufsystem. $l_y/l_x = 1,0$	A 9.14
9.6.4.2	Platte 4 wie vor, $l_y/l_x = 0,5$	A 9.15
9.6.5.1	Platte 5 am Durchlaufsystem. $l_y/l_x = 1,0$	A 9.16
9.6.5.2a	Platte 5 wie vor, $l_y/l_x = 0,5$	A 9.17

9.6.5.2b	Platte 5 wie vor, $l_y/l_x = 0,6$A 9.17
9.6.6.1	Platte 6 am Durchlaufsystem. $l_y/l_x = 1,0$A 9.18
9.6.6.2	Platte 6 wie vor, $l_y/l_x = 0,5$A 9.19

Anlage 10	Berechnungen in Tabellen zu Abschnitt 10	A10.1-A10.16
------------------	---	---------------------

10.2.1	wie Platte 1 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$A 10.2
10.2.2	wie Platte 1 wie vor, $l_y/l_x = 0,5$A 10.3
10.3.1	wie Platte 2 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$A 10.4
10.3.2.2a	wie Platte 2 wie vor, $l_y/l_x = 0,5$ (2X)A 10.5
10.3.2b	wie Platte 2 wie vor, $l_y/l_x = 0,5$ (2Y)A 10.6
10.4.1	wie Platte 3 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$A 10.7
10.4.2a	wie Platte 3 wie vor, $l_y/l_x = 0,5$ (3X)A 10.8
10.4.2b	wie Platte 3 wie vor, $l_y/l_x = 0,5$ (3Y)A 10.9
10.5.1	wie Platte 4 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$A 10.10
10.5.2	wie Platte 4 wie vor, $l_y/l_x = 0,5$A 10.11
10.6.1	wie Platte 5 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$A 10.12
10.6.2a	wie Platte 5 wie vor, $l_y/l_x = 0,5$ (5X)A 10.13
10.6.2.b	wie Platte 5 wie vor, $l_y/l_x = 0,5$ (5Y)A 10.14
10.7.1	wie Platte 6 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$A 10.15
10.7.2	wie Platte 6 wie vor, $l_y/l_x = 0,5$A 10.16

Anlage 1 Formänderungsintegrale zur Bestimmung der maßgebenden Plattenstützweiten



Anlage 1.1: $l_y/l_x = 1,0$, $l_y = l_x = 6,00m$, $v = 0$, $q = 1,0 kN/m^2$

Plattentyp	6	5	4	3	2	1
$-M_x$	$0,5000 \times \frac{6^2}{12}$ = 1,5000	$0,6667 \times \frac{6^2}{12}$ = 2,000	$0,5000 \times \frac{6^2}{8}$ = 2,2500	$0,8333 \times \frac{6^2}{12}$ = 2,5000	$0,7143 \times \frac{6^2}{8}$ = 3,2144	0
$-M_y$	1,5000	$0,3333 \times \frac{6^2}{8}$ = 1,5000	2,2500	0	0	0
M_{Fx}	$0,01794 \times 36$ = 0,6458	$0,02263 \times 36$ = 0,8147	$0,02692 \times 36$ = 0,9661	$0,02668 \times 36$ = 0,9605	$0,03341 \times 36$ = 1,2028	$0,03646 \times 36$ = 1,3126
M_{Fy}	0,6458	$0,01977 \times 36$ = 0,7117	0,9691	$0,01794 \times 36$ = 0,6458	$0,02721 \times 36$ = 0,9796	1,3126
EIw_x [kNm ² /m]	$-\frac{1}{2} \times \frac{6}{4} \times 1,5$ $\times 6 + \frac{5}{12} \times \frac{6}{4}$ $\times 2,1458 \times 6$ = -6,750 + 8,047 = 1,2968*	$-\frac{1}{2} \times \frac{6}{4} \times 2,0 \times 6 + \frac{5}{12}$ $\times \frac{6}{4} \times 2,18147 \times 6$ = -9,000 + 10,5551 = 1,5551	$-\frac{1}{4} \times \frac{6}{4} \times 2,25$ $\times 6 + \frac{5}{12} \times \frac{6}{4}$ $\times 2,0941 \times 6$ = -5,0625 + 7,8529 = 2,7904*	$-\frac{1}{2} \times \frac{6}{4} \times 2,50 \times 6$ $+ \frac{5}{12} \times \frac{6}{4} \times 3,4605$ $\times 6$ = -11,250 + 12,977 = 1,7268	$-\frac{1}{4} \times \frac{6}{4} \times 3,2144$ $\times 6 + \frac{5}{12} \times \frac{6}{4}$ $\times 2,810 \times 6$ = -7,2315 + 10,5375 = 3,3060	$\frac{5}{12} \times \frac{6}{4} \times$ $1,3126 \times$ $6 =$ 4,9223*
EIw_y [kNm ² /m]	1,2968*	$-\frac{1}{4} \times \frac{6}{4} \times 1,5 \times 6 + \frac{5}{12}$ $\times \frac{6}{4} \times 1,4627 \times 6$ = -3,375 + 5,4814 = 2,1064	2,7904*	$\frac{5}{12} \times \frac{6}{4} \times 0,6458$ $\times 6 = 2,4218$	$\frac{5}{12} \times \frac{6}{4} \times 0,9796 \times 6$ = 3,6735	4,9223

*bei gleichen Stützweiten und symmetrischer Einspannung richtungsunabhängig, in Richtung gelenkig gelagerter Känder entsteht der größere Wert.



Anlage 1.2: $I_y/I_x = 1.5$; $l_y = 6,00 \text{ m}$; $l_x = 4,00 \text{ m}$; $v = 0$; $q = 1,0 \text{ kN/m}^2$

Plattentyp	6	5	4	3	2	1
$-M_x$	$0,8350 \times 4^2/12$ $= 1,1133$	$0,9101 \times 4^2/12$ $= 1,2135$	$0,8350 \times 4^2/8$ $= 2,2500$	$0,9620 \times 4^2/12$ $= 1,2827$	$0,9268 \times 4^2/8$ $= 1,8536$	0
$-M_y$	$0,1650 \times 6^2/12$ $= 0,4950$	$0,0899 \times 6^2/8$ $= 0,4046$	$0,1650 \times 6^2/8$ $= 0,7425$	0	0	0
M_{Fx}	$0,03121 \times 4^2$ $= 0,4994$	$0,033663 \times 16$ $= 0,5386$	$0,0485 \times 16 =$ $0,7760$	$0,03532 \times 16$ $= 0,5651$	$0,05258 \times 16$ $= 0,8413$	$0,07210 \times 16$ $= 1,1536$
M_{Fy}	$0,00616 \times 6^2$ $= 0,2218$	$0,00572 \times 36$ $= 0,2059$	$0,0958 \times 36$ $= 0,3449$	$0,00441 \times 36$ $= 0,1588$	$0,0079 \times 36$ $= 0,2844$	$0,01424 \times 36$ $= 0,5126$
EI/w_x [kNm ² /m]	$-\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times 1,1133$ $\times 4 + \frac{5}{12} \times \frac{1}{4}$ $\times 1,6127 \times 4$ $= -2,2266$ $+ 2,6878$ $= 0,4612 *$	$-\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times 1,2135$ $\times 4 + \frac{5}{12} \times \frac{1}{4}$ $\times 1,7521 \times 4$ $= -2,4270$ $+ 2,9202 = 0,4932$	$-\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times 1,67 \times 4$ $+ \frac{5}{12} \times \frac{1}{4} \times 1,611$ $\times 4$ $= -1,670$ $+ 2,6850$ $= 1,0151 *$	$-\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times 1,2827$ $\times 4 + \frac{5}{12} \times \frac{1}{4}$ $\times 1,8478 \times 4$ $= -2,5654$ $+ 3,0797 = 0,5143$	$-\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times 1,8536 \times 4$ $+ \frac{5}{12} \times \frac{1}{4}$ $\times 1,7681$ $\times 4$ $= -1,8536 + 2,9468$ $= 1,0932$	$\frac{5}{12} \times \frac{1}{4} \times$ $1,1536 \times 4 =$ $1,9227*$
EI/w_y [kNm ² /m]	$-\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times 0,495$ $\times 6 + \frac{5}{12} \times \frac{1}{4}$ $\times 0,7168 \times 6$ $= -2,2275$ $+ 2,688 = 0,4605$	$-\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times 0,4046$ $\times 6 + \frac{5}{12} \times \frac{1}{4}$ $\times 0,4082 \times 6$ $= -0,9104$ $+ 1,5308 = 0,6203$	$-\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times 0,7425$ $\times 6 + \frac{5}{12} \times \frac{1}{4}$ $\times 0,7162 \times 6$ $= -1,6706$ $+ 2,6856 = 1,0151$	$\frac{5}{12} \times \frac{1}{4} \times 0,1588$ $\times 6 = 0,5955$	$\frac{5}{12} \times \frac{1}{4} \times 0,2844 \times 6$ $= 1,0665$	$\frac{5}{12} \times \frac{1}{4}$ $\times 0,5126 \times 6$ $= 1,9223$

*kleinere Stützweite nur bei symmetrischer Einspannung maßgebend, größerer Wert teilw. bei größerer Stützweite



Anlage 1.3: $l_y/l_x = 0,9$; $l_y = 5,40 \text{ m}$; $l_x = 6,00 \text{ m}$; $v = 0$; $q = 1,0 \text{ kN/m}^2$

Plattentyp	6	5	4	3	2	1
$-M_x$	$0,3962 \times \frac{6^2}{12}$ $= 1,1886$	$0,5675 \times \frac{6^2}{12}$ $= 1,7025$	$0,3962 \times \frac{6^2}{8}$ $= 1,7829$	$0,7664 \times \frac{6^2}{12}$ $= 2,2992$	$0,6212 \times \frac{6^2}{8}$ $= 2,7954$	0
$-M_y$	$0,6068 \times \frac{5,4^2}{12}$ $= 1,4245$	$0,4325 \times \frac{5,4^2}{8}$ $= 1,5765$	$0,6038 \times \frac{5,4^2}{8}$ $= 2,2089$	0	0	0
M_{Fx}	$0,01426 \times 36$ $= 0,5134$	$0,01905 \times 36$ $= 0,6856$	$0,02147 \times 36$ $= 0,7729$	$0,02354 \times 36$ $= 0,8474$	$0,02798 \times 36$ $= 1,0073$	$0,02934 \times 36$ $= 1,056$
M_{Fy}	$0,02174 \times 5,4^2$ $= 0,6339$	$0,02541 \times 5,4^2$ $= 0,7410$	$0,03272 \times 5,4^2$ $= 0,9541$	$0,02460 \times 5,4^2$ $= 0,7173$	$0,03524 \times 5,4^2$ $= 1,0276$	$0,04431 \times 5,4^2$ $= 1,3037$
EIw_x [kNm ² /m]	$-\frac{1}{2} \times \frac{6}{4} \times 1,1886$ $\times 6 + \frac{5}{12} \times \frac{6}{4}$ $\times 1,702 \times 6$ $= -5,3487$ $+ 6,3825 = 1,0338$	$-\frac{1}{2} \times \frac{6}{4} \times 1,7025$ $\times 6 + \frac{5}{12} \times \frac{6}{4}$ $\times 2,3883 \times 6$ $= -7,6613$ $+ 8,95601$ $= 1,2949$	$-\frac{1}{4} \times \frac{6}{4} \times 1,7829$ $\times 6 + \frac{5}{12} \times \frac{6}{4}$ $\times 1,6644 \times 6$ $= -4,0115$ $+ 6,2415 = 2,23$	$-\frac{1}{2} \times \frac{6}{4} \times 2,2992$ $\times 6 + \frac{5}{12} \times \frac{6}{4}$ $\times 3,1466 \times 6$ $= -10,3464$ $+ 11,80 = 1,4534$	$-\frac{1}{4} \times \frac{6}{4} \times 2,7954$ $\times 6 + \frac{5}{12} \times \frac{6}{4}$ $\times 2,405 \times 6$ $= -6,2897$ $+ 9,0188$ $= 2,7291$	$\frac{5}{12} \times \frac{6}{4} \times 1,0532$ $\times 6 = 3,9008$
EIw_y [kNm ² /m]	$-\frac{1}{2} \times \frac{5,4}{4} \times 1,4245$ $\times 5,4 + \frac{5}{12} \times \frac{5,4}{4}$ $\times 2,0584 \times 5,4$ $= -5,1923$ $+ 6,2524 = 1,0601$	$-\frac{1}{4} \times \frac{5,4}{4} \times 1,5765$ $\times 5,4 + \frac{5}{12} \times \frac{5,4}{4}$ $\times 1,5293 \times 5,4$ $= -2,8731$ $+ 4,6452 = 1,7721$	$-\frac{1}{4} \times \frac{5,4}{4} \times 2,2089$ $\times 5,4 + \frac{5}{12} \times \frac{5,4}{4}$ $\times 2,0586 \times 5,4$ $= -4,0257$ $+ 6,253 = 2,2273$	$\frac{5}{12} \times \frac{5,4}{4} \times 0,7173$ $\times 5,4 = 2,1788$	$\frac{5}{12} \times \frac{5,4}{4} \times 1,0276 \times 5,4$ $= 3,1233$	$\frac{5}{12} \times \frac{5,4}{4} \times 1,3037 \times 5,4$ $= 3,9600$

Kleinere Stützweiten maßgebend



Anlage 1.4: $l_y/l_x = 0,6$; $l_y = 3,60 \text{ m}$; $l_x = 6,00 \text{ m}$; $v = 0$; $q = 1,0 \text{ kN/m}^2$

Plattentyp	6	5	4	3	2	1
$-M_x$	$0,1147 \times \frac{6^2}{12}$ $= 0,3441$	$0,2059 \times \frac{6^2}{12}$ $= 0,6177$	$0,1147 \times \frac{6^2}{8}$ $= 0,5162$	$0,3932 \times \frac{6^2}{12}$ $= 1,1796$	$0,2447 \times \frac{6^2}{8}$ $= 1,1012$	0
$-M_y$	$0,8853 \times \frac{3,6^2}{12}$ $= 0,9561$	$0,7941 \times \frac{3,6^2}{8}$ $= 1,2864$	$0,8853 \times \frac{6^2}{8}$ $= 1,4342$	0	0	0
M_{Fx}	$0,00436 \times 36$ $= 0,1570$	$0,00722 \times 36$ $= 0,2599$	$0,00686 \times 36$ $= 0,2470$	$0,01141 \times 36$ $= 0,4108$	$0,01172 \times 36$ $= 0,4219$	$0,01053 \times 36$ $= 0,3791$
M_{Fy}	$0,03362 \times 12,96$ $= 0,4357$	$0,04835 \times 12,96$ $= 0,62667$	$0,05295 \times 12,96$ $= 0,6862$	$0,06204 \times 12,96$ $= 0,8040$	$0,07302 \times 12,96$ $= 0,9463$	$0,08127 \times 12,96$ $= 1,0533$
E/w_x [kNm ² /m]	$\frac{1}{2} \times \frac{6}{4} \times 0,3441$ $-\frac{6}{5} \times \frac{6}{12} \times \frac{6}{4}$ $\times 0,5011 \times 6$ $= -1,5485$ $+ 1,8791 = 0,3307$	$\frac{1}{2} \times \frac{6}{4} \times 0,6177$ $-\frac{6}{5} \times \frac{6}{12} \times \frac{6}{4}$ $\times 0,8776 \times 6$ $= -2,7765 + 3,291$ $= 0,5145$	$-\frac{1}{4} \times \frac{6}{4} \times 0,5562$ $\times 6 + \frac{6}{12} \times \frac{6}{4}$ $\times 0,5051 \times 6$ $= -1,1625$ $+ 1,8941 = 0,7327$	$-\frac{1}{2} \times \frac{6}{4} \times 1,1796 \times 6$ $-\frac{6}{5} \times \frac{6}{12} \times 1,509 \times 6$ $+ \frac{6}{12} \times \frac{6}{4} \times 1,509 \times 6$ $= -5,3082 + 5,39640$ $= 0,6558$	$-\frac{1}{4} \times \frac{6}{4} \times 1,1012$ $\times 6 + \frac{6}{12} \times \frac{6}{4}$ $\times 0,9725 \times 6$ $= -2,4776$ $+ 3,6469 = 1,1693$	$\frac{5}{12} \times \frac{6}{4}$ $\times 0,3791 \times 6$ $= 1,4216$
E/w_y [kNm ² /m]	$-\frac{1}{2} \times \frac{3,6}{4} \times 0,9561$ $\times \frac{3,6}{12} \times \frac{3,6}{4}$ $\times 1,3918 \times 3,6$ $= -1,5489$ $+ 1,8789 = 0,3301$	$-\frac{1}{4} \times \frac{3,6}{4} \times 1,2864$ $\times \frac{3,6}{12} \times \frac{3,6}{4}$ $\times 1,2698 \times 3,6$ $= -1,0420$ $+ 1,7142 = 0,6722$	$-\frac{1}{4} \times \frac{3,6}{4} \times 1,4372$ $\times \frac{3,6}{12} \times \frac{3,6}{4}$ $\times 1,4033 \times 3,6$ $= -1,1617$ $+ 1,8945 = 0,7328$	$\frac{5}{12} \times \frac{3,6}{4} \times 0,8040$ $\times 3,6 = 1,0854$	$\frac{5}{12} \times \frac{3,6}{4} \times 0,9463$ $\times 3,6 = 1,2775$	$\frac{5}{12} \times \frac{3,6}{4}$ $\times 1,0533$ $\times 3,6$ $= 1,4220$

*kleinere Stützweiten maßgebend

Anlage 2 Dateiverzeichnis

Nomenklatur entspr. Abschnitt 3.2, 8, 9 - 13

Gruppe 1	Nullpunktabstände 5 x 5 - Raster
1.1	starre Lagerung S, Anl. 3.1
1.1.1	v = 0,2; x-Richtung
	Komb. 1: S1115556NX, ..666....777..., ..888... ..999..., S1111116NX
	Komb. 2: S6616666NX, ..666....777..., ..888... ..999..., S6611116NX
	Komb. 3: S7716666NX, ..666....777..., ..888... ..999..., S7719996NX
	Komb. 4: S8816666NX, ..666....777..., ..888... ..999..., S8811116NX
	Komb. 5: S9916666NX, ..666....777..., ..888... ..999..., S9911116NX
	v = 0,2; y-Richtung
	Komb. 1 – 5: Endung ..6NY
1.1.2	v = 0; Anfang S, Endung ..60NX, ..60NY
1.2	elastische Lagerung E, Anl. 3.1
1.2.1	v = 0,2; Anfang E, Endung ..6NX, ..6NY
1.2.2	v = 0; Anfang E, Endung ..60NX, ..60NY
1.3	Punktstützung P, Anl. 3.2
1.3.1	v = 0,2; Anfang P, Endung ..6NX, ..6NY
1.3.2	v = 0; Anfang P, Endung ..60NX, ..60NY
Gruppe 2	Nullpunktabstände 2 x 5 - Raster
2.1	starre Lagerung S Anl. 3.3
2.1.1	v = 0,2; x-Richtung
	Komb. 1: S111556NX, ..66....77..., ..88... ..99..., S111116NX
	Komb. 2: S661666NX, ..66....77..., ..88... ..99..., S661116NX
	Komb. 3: S771666NX, ..66....77..., ..88... ..99..., S771116NX
	Komb. 4: S881666NX, ..66....77..., ..88... ..99..., S881116NX
	Komb. 5: S991666NX, ..66....77..., ..88... ..99..., S991116NX

$v = 0$; y-Richtung

Komb. 1 – 5: Endung ..6NY

- 2.1.2 $v = 0$; Anfang S, Endung ..60NX, ..60NY
- 2.2 elastische Lagerung E, Anl. 3.3
- 2.2.1 $v = 0,2$; Anfang E, Endung ..6NX, ..6NY
- 2.2.2 $v = 0$; Anfang E, Endung ..60NX, ..60NY
- 2.3 Punktstützung P, Anl. 3.3
- 2.3.1 $v = 0,2$; Anfang P, Endung ..6NX, ..6NY
- 2.3.2 $v = 0$; Anfang P, Endung ..60NX, ..60NY

Gruppe 3 Nullpunktabstände 1 x 5 - Raster

- 3.1 starre Lagerung S, Anl. 3.4
- 3.1.1 $v = 0,2$; x-Richtung
 - Komb. 1: S11156NX, ..6..,7.., ..8.., ..9.., S11116NX
 - Komb. 2: S66166NX, ..7.., ..8.., ..9.., S66116NX
 - Komb. 3: S77166NX, ..7.., ..8.., ..9.., S77116NX
 - Komb. 4: S88166NX, ..7.., ..8.., ..9.., S88116NX
 - Komb. 5: S99166NX, ..7.., ..8.., ..9.., S99116NX
- $v = 0,2$; y-Richtung
- Komb. 1 – 5: Endung ..6NY
- 3.1.2 $v = 0$; Anfang S, Endung ..60NX, ..60NY
- 3.2 elastische Lagerung E, Anl. 3.4
- 3.2.1 $v = 0,2$; Anfang E, Endung ..60NX, ..60NY
- 3.2.2 $v = 0$; Anfang E, Endung ..60NX, ..60NY
- 3.3 Punktstützung P, Anl. 3.4
- 3.3.1 $v = 0,2$; Anfang P, Endung ..6NX, ..6NY
- 3.3.2 $v = 0$; Anfang P, Endung ..60NX, ..60NY

-
- Gruppe 4 Nullpunktabstände Einfeldplatten Platte 2 - 6**
- 4.1 starre Lagerung S, Anl. 3.5
- 4.1.1 $v = 0,2$; x-Richtung
für Pl. 2 – 6: S15..6NX, ..6.., ..7.., ..8.., ..S11..6NX
(für Ränder entsprechende Kennung G oder E)
 $v = 0,2$; y-Richtung
für Pl. 2 – 6: Endung ..6NY
- 4.1.2 $v = 0$; Anfang S, Endung ..60NX, ..60NY
- 4.2 elastische Lagerung E, Anl. 3.5
- 4.2.1 $v = 0,2$; Anfang E, Endung ..6NX, ..6NY
- 4.2.2 $v = 0$; Anfang E, Endung ..60NX, ..60NY
- 4.3 Punktstützung P, Anl. 3.5
- 4.3.1 $v = 0,2$; Anfang P, Endung ..6NX, ..6NY
- 4.3.2 $v = 0$; Anfang P, Endung ..60NX, ..60NY
- Gruppe 5 Nullpunktabstände 4 x 4 -, 3 x 3 -, und 2 x 2 - Raster**
- 5.1 starre Lagerung 4 x 4 – Raster, S161111160N, ..60NY
- 5.2 starre Lagerung 3 x 3 – Raster, S911111160N, ..60NY
- 5.3 starre Lagerung 2 x 2 – Raster, S4111160N, ..60NY
- Gruppe 6 Nullpunktabstände 5 x 5 - Raster verschiedene Decken-**
dicken $v = 0$
- 6.1 starre Lagerung, S111111-63-60NX, ..NY, ..85-60NX, ..NY
- 6.2 elastische Lagerung, E11111-85-60NX, ..NY
- 6.3 Punktstützung
- 6.3.1 $v = 0,2$; P111111-85-6NX, ..NY; ..28-6NX, ..NY
- 6.3.2 $v = 0$; P111111-85-60NX, ..NY; ..28-60NX, ..NY

Gruppe 7 Nullpunktabstände 5 x 5 - Raster mit Schubverzerrung

- 7.1 starre Lagerung S
 - 7.1.1 $v = 0,2$; S6616666QNX, ..NY
 - 7.1.2 $v = 0$; S66166660QNX, ..NY
- 7.2 elastische Lagerung E
 - 7.2.1 $v = 0,2$; E6616666QNX, ..NY
 - 7.2.2 $v = 0$; E66166660SQX, ..NY
- 7.3 Punktstützung P
 - 7.3.1 $v = 0,2$; P6616666QNX, ..NY
 - 7.3.2 $v = 0$; P66166660QNX, ..NY

Gruppe 8 Nullpunktabstände von einachsig gespannten Durchlaufsystemen

- 8.1 starre Lagerung S, Anl. 3.6
 - 8.1.1 $v = 0,2$
 - Komb. 1: S1115XRNX, ..6., ..7., ..8., ..9., S1111XRNX
 - Komb. 2: S6615XRNX, ..6., ..7., ..8., ..9., S6611XRNX
 - Komb. 3: S7715XRNX, ..6., ..7., ..8., ..9., S7711XRNX
 - Komb. 4: S8815XRNX, ..6., ..7., ..8., ..9., S8811XRNX
 - Komb. 5: S9915XRNX, ..6., ..7., ..8., ..9., S9911XRNX
 - 8.1.2 $v = 0$; Endung ..R0NX
- 8.2 elastische Lagerung E, Anl. 3.6
 - 8.2.1 $v = 0,2$; Endung ..RNX
 - 8.2.2 $v = 0$; Endung ..R0NX

Gruppe 9 Nutzhöhen bei starrer Linienlagerung
(wenn nicht anders bezeichnet, $v = 0$)

- 9.1 Einachsig gespannte Platten

-
- 9.1.1 Einfeldplatte gelenkig gelagert
Einfeldplatte einachsig, Bewehrung gestaffelt, Kat. A + E
(statisch erforderlich, gestaffelt)
 - 9.1.1.1 Kat. A
SGG2XV1AS bis SGG8XV1AS (l/250)
SGG2XV2AS bis SGG8XV2AS (l/500)
 - 9.1.1.2 Kat. E
SGG2XV1ES bis SGG8XV1ES (l/250)
SGG2XV2ES bis SGG8XV2ES (l/500)
 - 9.1.1.3 Einfeldplatte einachsig, Bewehrung ungestaffelt, Kat. A
SGG2XV1A bis SGG8XV1A (l/250)
SGG2XV2A bis SGG8XV2A (l/500)
 - 9.1.1.4 Einfeldplatte wie 9.1.1.3, hier C25/30
SGG3XV1A25, SGG5XV1A25, SGG7XV1A25 (l/250)
SGG3XV2A25, SGG5XV2A25, SGG7XV2A25 (l/500)
 - 9.1.1.5 Einfeldplatte wie 9.1.1.3, hier C30/37
SGG3XV1A30, SGG5XV1A30, SGG7XV1A30 (l/250)
SGG3XV2A30, SGG5XV2A30, SGG7XV2A30 (l/500)
 - 9.1.1.6 Einfeldplatte einachsig gespannt, $\nu = 0,2$
sonst wie 9.1.1.3
SGG3XV1A2, SGG5XV1A2, SGG7XV1A2 (l/250)
SGG3XV2A2, SGG5XV2A2, SGG7XV2A2 (l/500)
 - 9.1.2 Mehrfeldplatte einachsig gespannt
 - 9.1.2.1 Mehrfeldplatte einseitig voll eingespannt
SEG3XV1A bis SEG8XV1A (l/250)
SEG3XV2A bis SEG8XV2A (l/500)
 - 9.1.2.2 Mehrfeldplatte einachsig gespannt am Durchlaufsystem
S11113XV1AR bis S11118V1AR (l/250) (Randfeld)
aus Gr. 8, Ziff. 8.1.2

S1113XV2AR bis S1118V2AR (l/500) (Randfeld)

aus Gr. 8, Ziff. 8.1.2

9.1.2.3 Mehrfeldplatte zweiseitig voll eingespannt

SEE3XV1A bis SEE8XV1A (l/250)

SEE3XV2A bis SEE8XV2A (l/500)

9.1.2.4 Mehrfeldplatte einachsig gespannt am Durchlaufsystem

S1113XV1AM bis S1118XV1AM (l/250) (Mittelfeld)

aus Gr.8, Ziff. 8.1.2

S1113XV2AM bis S1118XV2AM (l/500) (Mittelfeld)

aus Gr. 8, Ziff. 8.1.2

9.2 Zweiachsig gespannte Platten

9.2.1 Platte 1

9.2.1.1 Einfeldplatte allseits gelenkig gelagert (Platte 1) $l_y/l_x = 1,0$

SGGGG4V1A bis SGGGG8V1A (l/250)

SGGGG4V2A bis SGGGG8V2A (l/500)

9.2.1.2 Platte 1 wie vor, $l_y/l_x = 0,9$

S39GGGGV1A, S59GGGGV1A, S79GGGGV1A (l/250)

S39GGGGV2A, S59GGGGV2A, S79GGGGV2A (l/500)

9.2.1.3 Platte 1 wie vor, $l_y/l_x = 0,8$

S38GGGGV1A, S58GGGGV1A, S78GGGGV1A (l/250)

S38GGGGV2A, S58GGGGV2A, S78GGGGV2A (l/500)

9.2.1.4 Platte 1 $l_y/l_x = 0,7$

S37GGGGV1A, S57GGGGV1A, S77GGGGV1A (l/250)

S37GGGGV2A, S57GGGGV2A, S77GGGGV2A (l/500)

9.2.1.5 Platte 1 $l_y/l_x = 0,6$

S36GGGGV1A, S56GGGGV1A, S76GGGGV1A (l/250)

S36GGGGV2A, S56GGGGV2A, S76GGGGV2A (l/500)

-
- 9.2.1.6 Platte 1 $I_y/I_x = 0,5$
S45GGGGV1A, S55GGGG1VA
S65GGGGV1A, S75GGGGV1A, S85GGGGV1A (I/250)
S45GGGGV2A, S55GGGG2VA
S65GGGGV2A, S75GGGGV2A, S85GGGGV2A (I/500)
- 9.2.1.7 Platte 1 $I_y/I_x = 1,0$; $\nu = 0,2$
SGGGG4V1A2, SGGGG6V1A2, SGGGG8V1A2 (I/250)
SGGGG4V2A2, SGGGG6V2A2, SGGGG8V2A2 (I/500)
- 9.2.2 Platte 2
- 9.2.2.1 Mehrfeldplatte einseitig eingespannt,
sonst gelenkig gelagert (Platte 2)
volle Einspannung $I_y/I_x = 1,0$
SEGGG4V1A bis SEGGG8V1A (I/250)
SEGGG4V2A bis SEGGG8V2A (I/500)
- 9.2.2.2 Platte 2 wie vor am Durchlaufsystem, $I_y/I_x = 1,0$
S1114V1AR, S1116V1AR, S1118V1AR (I/250)
aus Gr. 3, Ziff. 3.1.2
S1114V2AR, S1116V2AR, S 1118V2AR (I/500)
aus Gr. 3, Ziff. 3.1.2
- 9.2.2.3 Platte 2 wie vor, Ziff. 9.2.2.2, $I_y/I_x = 0,7$ (2X)
S11174V1AR, S11176V1AR, S11178V1AR (I/250)
aus Gr. 2, Ziff. 2.1.2
S11174V2AR, S11176V2AR, S11178V2AR (I/500)
aus Gr. 2, Ziff. 2.1.2
- 9.2.2.4 Platte 2 wie vor, Ziff. 9.2.2.2, $I_y/I_x = 0,7$ (2Y)
S17774V1AR, S17776V1AR, S17778V1AR (I/250)
S17774V2AR, S17776V2AR, S17778V2AR (I/500)
- 9.2.2.5 Platte 2 wie vor, Ziff. 9.2.2.2, $I_y/I_x = 0,5$ (2X)

- S11154V1AR, S11156V1AR, S11158V1AR (I/250)
aus Gr. 2, Ziff. 2.1.2
- S11154V2AR, S11156V2AR, S11158V2AR (I/500)
aus Gr. 2 Ziff. 2.1.2
- 9.2.2.6 Platte 2 wie vor, Ziff. 9.2.2.2, $l_y/l_x = 0,6$ (2Y)
S16664V2AR, S16666V2AR, S16668V2AR (I/500)
- 9.2.3 Platte 3
- 9.2.3.1 Mehrfeldplatte zweiseitig eingespannt, sonst gelenkig gelagert
(Platte 3)
volle Einspannung, $l_y/l_x = 1,0$
SEEGG4V1A bis SEEGG8V1A (I/250)
SEEGG4V2A bis SEEGG8V2A (I/500)
- 9.2.3.2 Platte 3 wie vor am Durchlaufsystem, $l_y/l_x = 1,0$
S11114V1AM, S11116V1AM, S11118V1AM (I/250)
aus Gr. 3, Ziff. 3.1.2
S11114V2AM, S11116V2AM, S11118V2AM (I/500)
aus Gr .3, Ziff. 3.1.2
- 9.2.3.3 Platte 3 wie vor, Ziff. 9.2.3.2, $l_y/l_x = 0,7$ (3X)
S11174V1AM, S11176V1AM, S11178V1AM (I/250)
aus Gr. 3, Ziff. 3.1.2
S11174V2AM, S11176V2AM, S11178V2AM (I/500)
aus Gr .3, Ziff. 3.1.2
- 9.2.3.4 Platte 3 wie vor, Ziff. 9.2.3.2, $l_y/l_x = 0,7$ (3Y)
S17774V1AM, S17776V1AM, S17778V1AM (I/250)
S17774V2AM, S17776V2AM, S17778V2AM (I/500)
- 9.2.3.5 Platte 3 wie vor, Ziff. 9.3.2.2, $l_y/l_x = 0,5$ (3X)
S11154V1AM, S11156V1AM, S11158V1AM (I/250)

-
- aus Gr. 3, Ziff. 3.1.2
S11154V2AM, S11156V2AM, S11158V2AM (l/500)
aus Gr. 3, Ziff. 3.1.2
- 9.2.3.6 Platte 3 wie vor, Ziff. 9.2.3.2, $l_y/l_x = 0,6$ (3Y)
S16664V2AM, S16666V2AM, S16668V2AM (l/500)
- 9.2.4 Platte 4
- 9.2.4.1 Mehrfeldplatte über Eck eingespannt, sonst gelenkig gelagert
(Platte 4)
volle Einspannung, $l_y/l_x = 1,0$
SEGEG4V1A bis SEGEG8V1A (l/250)
SEGEG4V2A bis SEGEG8V2A (l/500)
- 9.2.4.2 Platte 4 wie vor am Durchlaufsystem, $l_y/l_x = 1,0$
S1111114-A5-V1A, S1111116-A5-V1A,
S1111118-A5-V1A (l/250) aus Gr. 1, Ziff. 1.1.2; „A5”
S1111114-A5-V2A, S1111116-A5-V2A,
S1111118-A5-V2A (l/500) aus Gr. 1, Ziff. 1.1.2; „A5”
- 9.2.4.3 Platte 4 wie vor, Ziff. 9.2.4.2, $l_y/l_x = 0,7$
S1117774-A5-V1A, S1117776-A5-V1A,
S1117778-A5-V1A (l/250) aus Gr. 1, Ziff. 1.1.2; „A5”
S1117774-A5-V2A, S1117776-A5-V2A,
S1117778-A5-V2A (l/500) aus Gr. 1, Ziff. 1.1.2; „A5”
- 9.2.4.4 Platte 4 wie vor, Ziff. 9.2.4.2, $l_y/l_x = 0,6$
S1116664-A5-V2A, S1116666-A5-V2A,
S1116668-A5-V2A (l/500) aus Gr. 1, Ziff. 1.1.2; „A5”
- 9.2.5 Platte 5
- 9.2.5.1 Mehrfeldplatte dreiseitig eingespannt, sonst gelenkig gelagert
(Platte 5)

volle Einspannung, $l_y/l_x = 1,0$

SEEEG4V1A bis SEEEG8V1A (l/250)

SEEEG4V2A bis SEEEG8V2A (l/500)

- 9.2.5.2 Platte 5 wie vor am Durchlaufsystem, $l_y/l_x = 1,0$
S1111114-B5-V1A, S1111116-B5-V1A,
S1111118-B5-V1A (l/250) aus Gr. 1, Ziff. 1.1.2; „B5”
S1111114-B5-V2A, S1111116-B5-V2A,
S1111118-B5-V2A (l/500) aus Gr. 1, Ziff. 1.1.2; „B5”
- 9.2.5.3 Platte 5 wie vor, Ziff. 9.2.5.2, $l_y/l_x = 0,7$ (5X)
S111774-B5-V1A, S111776-B5-V1A,
S111778-B5-V1A (l/250) aus Gr. 2, Ziff. 2.1.2; „B5”
S111774-B5-V2A, S111776-B5-V2A,
S111778-B5-V2A (l/500) aus Gr. 2, Ziff. 2.1.2; „B5”
- 9.2.5.4 Platte 5 wie vor, Ziff. 9.2.5.2, $l_y/l_x = 0,7$ (5Y)
S117774-B5-V1A, S117776-B5-V1A, S117778-B5-V1A
(l/250)
S117774-B5-V2A, S117776-B5-V2A, S117778-B5-V2A
(l/500)
- 9.2.5.5 Platte 5 wie vor, Ziff. 9.2.5.2, $l_y/l_x = 0,5$ (5X)
S1115554-B5-V1A, S1115556-B5-V1A,
S1115558-B5-V1A (l/250) aus Gr. 2, Ziff. 2.1.2; „B5”
S1115554-B5-V2A, S1115556-B5-V2A,
S1115558-B5-V2A (l/500) aus Gr. 2, Ziff. 2.1.2; „B5”
- 9.2.5.6 Platte 5 wie vor, Ziff. 9.2.5.2, $l_y/l_x = 0,6$ (5Y)
S1115554-A4-V2A, S1115556-A4-V2A,
S1115558-A4-V2A (l/500)
- 9.2.6 Platte 6

- 9.2.6.1 Mehrfeldplatte allseits eingespannt (Platte 6)
 volle Einspannung
 SEEEE4V1A bis SEEE8V1A (1/250)
 SEEEE4V2A bis SEEE8V2A (1/500)
- 9.2.6.2 Platte 6 wie vor am Durchlaufsystem, $l_y/l_x = 1,0$
 S1111114-C3-V1A, S1111116-C3-V1A,
 S1111118-C3-V1A (1/250) aus Gr. 1, Ziff. 1.1.2; „C3”
 S1111114-C3-V2A, S1111116-C3-V2A,
 S1111118-C3-V2A (1/500) aus Gr. 1, Ziff. 1.1.2; „C3”
- 9.2.6.3 Platte 6 wie vor, Ziff. 9.2.6.2, $l_y/l_x = 0,7$
 S1117774-C3-V1A, S1117776-C3-V1A,
 S1117778-C3-V1A (1/250) aus Gr. 1, Ziff. 1.1.2; „C3”
 S1117774-C3-V2A, S1117776-C3-V2A,
 S1117778-C3-V2A (1/500) aus Gr. 1, Ziff. 1.1.2; „C3”
- 9.2.6.4 Platte 6 wie vor, Ziff. 9.2.6.2, $l_y/l_x = 0,5$
 S1115554-C3-V1A, S1115556-C3-V1A,
 S1115558-C3-V1A (1/250) aus Gr. 1, Ziff. 1.1.2; „C3”
 S1115554-C3-V2A, S1115556-C3-V2A,
 S1115558-C3-V2A (1/500) aus Gr. 1, Ziff. 1.1.2; „C3”

Gruppe 10 Nutzhöhen bei elastischer Linienlagerung

- 10.1 Einachsige gespannte Platten
- 10.1.1 Einfeldplatten
- 10.1.1.1 einachsige gespannte Platte beidseits gelenkig gelagert,
 $b/l = 1,0$
 EGG4XV1A, EGG6XV1A, EGG7XV1A (1/250)
 EGG4XV2A, EGG6XV2A, EGG7XV2A (1/500)
- 10.1.1.2 Platte wie vor, $b/l = 0,5$
 EGG4XV1A5, EGG6XV1A5, EGG8XV1A5 (1/250)

EGG4XV2A5, EGG6XV2A5, EGG8XV2A5 (1/500)

10.1.2 Mehrfeldplatten

10.1.2.1 Mehrfeldplatte einachsig gespannt, einseitig
eingespannt am Durchlaufsystem, $b/l = 1,0$

E11114XV1AR, E11116XV1AR, E11117XV1AR (1/250)
aus Gr. 8, Ziff. 8.2.2

E11114XV2AR, E11116XV2AR, E11117XV2AR (1/500)
aus Gr. 8, Ziff. 8.2.2

10.1.2.2 Platte wie vor, $b/l = 0,5$

E11154XV1AR, E11156XV1AR, E11158XV1AR (1/250)
E11154XV2AR, E11156XV2AR, E11158XV2AR (1/500)

10.1.2.3 Mehrfeldplatte einachsig gespannt, zweiseitig
eingespannt, am Durchlaufsystem, $b/l = 1,0$

E11114XV1AM, E11116XV1AM, E11117XV1AM (1/250)
Aus Gr. 8, Ziff. 8.2.2

E11114XV2AM, E11116XV2AM, E11117XV2AM (1/500)
Aus Gr. 8, Ziff. 8.2.2

10.1.2.4 Platte wie vor, $b/l = 0,5$

E11154XV1AM, E11156XV1AM, E11158XV1AM (1/250)
E11154XV2AM, E11156XV2AM, E11158XV2AM (1/500)

10.2 Zweiachsig gespannte Platten

10.2.1 Einfeldplatte allseitig gelenkig gelagert (Platte 1)

10.2.1.1 Platte 1, $l_y/l_x = 1,0$

EGGGG4V1A, EGGGG6V1A, EGGGG7V1A (1/250)
EGGGG4V2A, EGGGG6V2A, EGGGG8V2A (1/500)

10.2.1.2 Platte 1 wie vor, $l_y/l_x = 0,5$

EGGGG54V1A, EGGGG56V1A, EGGGG58V1A (1/250)
EGGGG54V2A, EGGGG56V2A; EGGGG58V2A (1/500)

-
- 10.2.2 Mehrfeldplatte einseitig eingespannt, drei Seiten gelenkig gelagert, am Durchlaufsystem (Platte 2)
- 10.2.2.1 Platte 2, $l_y/l_x = 1,0$
E11114V1A, E11116V1A, E11117V1A (l/250)
aus Gr. 3, Ziff. 3.2.2
E11114V2A, E11116V2A, E11117V2A (l/500)
aus Gr. 3, Ziff.3.2.2
- 10.2.2.2 Platte 2 wie vor, $l_y/l_x = 0,5$ (2X)
E11154V1A, E11156V1A, E11158V1A, (l/250)
aus Gr. 2, Ziff. 2.2.2
E11154V2A, E11156V2A, E11158V2A, (l/500)
aus Gr.2, Ziff. 2.2.2
- 10.2.2.3 Platte 2 wie vor, $l_y/l_x = 0,6$ (2Y)
E66614V2AR, E66616V2AR, E66618V2AR (l/500)
- 10.2.3 Mehrfeldplatte zweiseitig eingespannt, zwei Seiten gelenkig gelagert, am Durchlaufsystem (Platte 3)
- 10.2.3.1 Platte 3 $l_y/l_x = 1,0$
E11114V1AM, E11116V1AM, E11117V1AM (l/250)
aus Gr.3, Ziff. 3.2.2
E11114V2AM, E11116V2AM, E11117V2AM (l/500)
aus Gr. 3, Ziff. 3.2.2
- 10.2.3.2 Platte 3 wie vor, $l_y/l_x = 0,5$ (3X)
E11154V1AM, E11156V1AM, E11158V1AM (l/250)
aus Gr. 3, Ziff.3.2.2
E11154V2AM, E11156V2AM, E11158V2AM (l/500)
aus Gr. 3, Ziff. 3.2.2
- 10.2.3.3 Platte 3 wie vor, $l_y/l_x = 0,6$ (3Y)
E66614V2AM, E66616V2AM, E66618V2AM (l/500)

- 10.2.4 Mehrfeldplatte über Eck eingespannt, am Durchlaufsystem
(Platte 4)
 - 10.2.4.1 Platte 4 $l_y/l_x = 1,0$
E1111114-A5-V1A, E1111116-A5-V1A, E1111118-A5-V1A
(l/250) aus Gr. 1, Ziff. 1.2.2
E1111114-A5-V2A, E1111116-A5-V2A, E1111118-A5-V2A
(l/500) aus Gr. 1, Ziff. 1.2.2
 - 10.2.4.2 Platte 4 wie vor, $l_y/l_x = 0,5$
E1115555-A5-V1A, E1115556-A5-V1A, E1115558-A5-V1A
(l/250) aus Gr. 1, Ziff.1.2.2
E1115554-A5-V2A, E1115556-A5-V2A, E1115558-A5-V2A
(l/500) aus Gr. 1, Ziff. 1.2.2
- 10.2.5 Mehrfeldplatte, an drei Seiten eingespannt, am Durchlaufsystem
(Platte 5)
 - 10.2.5.1 Platte 5, $l_y/l_x = 1,0$
E1111114-B5-V1A, E1111116-B5-V1A, E1111118-B5-V1A
(l/250) aus Gr. 1, Ziff. 1.2.2
E1111114-B5-V2A, E1111116-B5-V2A, E1111118-B5-V2A
(l/500) aus Gr. 1, Ziff.1.2.2
 - 10.2.5.2 Platte 5 wie vor, $l_y/l_x = 0,5$ (5X)
E1115554-B5-V1A, E1115556-B5-V1A, E1115558-B5-V1A
(l/250) aus Gr. 1, Ziff.2.1.2
E1115554-B5-V2A, E1115556-B5-V2A, E1115558-B5-V2A
(l/500) aus Gr. 1, Ziff.2.1.2
 - 10.2.5.3 Platte 5 wie vor, $l_y/l_x = 0,6$ (5Y)
E1116664-A4-V2A, E1116666-A4-V2A, E1116668-A4-V2A
(l/500)
- 10.2.6 Mehrfeldplatte allseits eingespannt, am Durchlaufsystem
(Platte 6)

- 10.2.6.1 Platte 1, $l_y/l_x = 1,0$
E1111114-C3-V1A, E1111116-C3-V1A, E1111118-C3-V1A
(l/250) aus Gr. 1, Ziff. 1.2.2
E1111114-C3-V2A, E1111116-A4-V2A, E1111118-C3-V2A
(l/500) aus Gr. 1, Ziff.1.2.2
- 10.2.6.2 Platte 6 wie vor, $l_y/l_x = 0,5$
E1115554-C3-V1A, E1115556-C3-V1A, E1115558-C3-V1A
(l/250) aus Gr. 1, Ziff.1.2.2
E1115554-C3-V2A, E1115556-C3-V2A, E1115558-C3-V2A
(l/500) aus Gr. 1, Ziff.1.2.2

Gruppe 11 Nutzhöhen bei Punktstützung

- 11.1 „Platte 1“
- 11.1.1 Einfeldplatte $l_y/l_x = 1,0$
P4V1A, P6V1A, P8V1A (l/250)
P4V2A, P6V2A, P8V2A (l/500)
- 11.1.2 Platte wie vor, $l_y/l_x = 0,5$
P54V1A, P56V1A, P58V1A (l/250)
P54V2A, P56V2A, P58V2A (l/500)
- 11.2 „Platte 2“
- 11.2.1 Mehrfeldplatte einseitig eingespannt, $l_y/l_x = 1,0$
am Durchlaufsystem
P11114V1AR, P11116V1AR, P11118V1AR (l/250)
aus Gr. 3, Ziff. 3.3.2
P11114V2AR, P11116V2AR, P11118V2AR (l/500)
aus Gr. 3, Ziff.3.3.2
- 11.2.2 Platte wie vor, $l_y/l_x = 0,5$ (2X)
P11154V1AR, P11156V1AR, P11158V1AR (l/250)

- aus Gr. 3, Ziff. 3.3.2
P11154V2AR, P11156V2AR, P11158V2AR (I/500)
aus Gr. 3, Ziff. 3.3.2
- 11.2.3 Platte wie vor, $l_y/l_x = 0,5$ (2Y)
P15554V1AR, P15556V1AR, P15558V1AR (I/250)
P15554V2AR, P15556V2AR, P15558V2AR (I/250)
- 11.3 „Platte 3“
- 11.3.1 Mehrfeldplatte zweiseitig eingespannt, $l_y/l_x = 1,0$
am Durchlaufsystem
P11114V1AM, P11116V1AM, P11118V1AM (I/250)
aus Gr. 3, Ziff. 3.3.2
P11114V2AM, P11116V2AM, P11118V2AM (I/500)
aus Gr. 3, Ziff. 3.3.2
- 11.3.2 Platte wie vor, $l_y/l_x = 0,5$ (3X)
P11154V1AM, P11156V1AM, P11158V1AM (I/250)
Aus Gr. 3, Ziff. 3.3.2
P11154V2AM, P11156V2AM, P11158V2AM (I/500)
Aus Gr. 3, Ziff. 3.3.2
- 11.3.3 Platte wie vor, $l_y/l_x = 0,5$ (3Y)
P15554V1AM, P15556V1AM, P15558V1AM (I/250)
P15554V2AM, P15556V2AM, P15558V2AM (I/500)
- 11.4 „Platte 4“
- 11.4.1 Mehrfeldplatte über Eck eingespannt, $l_y/l_x = 1,0$
am Durchlaufsystem
P1111114-A5-V1A, P1111116-A5-V1A, P1111118-A5-V1A
(I/250) aus Gr. 1, Ziff.1.3.2; „A5”

-
- P1111114-A5-V2A, P1111116-A5-V2A, P1111118-A5-V2A
(l/500) aus Gr. 1, Ziff. 1.3.2; „A5”
- 11.4.2 Platte wie vor, $l_y/l_x = 0,5$
P1115554-A5-V1A, P1115556-A5-V1A, P1115558-A5-V1A
(l/250) aus Gr. 1, Ziff. 1.3.2; „A5”
P1115554-A5-V2A, P1115556-A5-V2A, P1115558-A5-V2A
(l/500) aus Gr.1, Ziff. 1.3.2; „A5”
- 11.5 „Platte 5”
- 11.5.1 Mehrfeldplatte dreiseitig eingespannt, $l_y/l_x = 1,0$
am Durchlaufsystem
P1111114-B5-V1A, P1111116-B5-V1A, P1111118-B5-V1A
(l/250) aus Gr. 1, Ziff. 1.3.2; „B5”
P1111114-B5-V2A, P1111116-B5-V2A, P1111118-B5-V2A
(l/500) aus Gr. 1, Ziff. 1.3.2; „B5”
- 11.5.2 Platte wie vor, $l_y/l_x = 0,5$ (5X)
P111554-B5-V1A, P111556-B5-V1A, P111558-B5-V1A,
(l/250) aus Gr. 2, Ziff. 2.3.2; „B5”
P111554-B5-V2A, P111556-B5-V2A, P111558-B5-V2A
(l/500) aus Gr. 2, Ziff. 2.3.2; „B5”
- 11.5.3 Platte wie vor, $l_y/l_x = 0,5$ (5Y)
P5551114-B5-V1A, P5551116-B5-V1A, P5551118-B5-V1A
(l/250)
P5551114-B5-V2A, P5551116-B5-V2A, P5551118-B5-V2A
(l/500)
- 11.6 „Platte 6”
- 11.6.1 Mehrfeldplatte vierseitig eingespannt, $l_y/l_x = 1,0$
am Durchlaufsystem

P1111114-C3-V1A, P1111116-C3-V1A, P1111118-C3-V1A
(l/250) aus Gr. 1, Ziff.1.3.2; „C3”

P1111114-C3-V2A, P1111116-C3-V2A, P1111118-C3-V2A
(l/500) aus Gr. 1, Z1.3.2; „C3”

11.6.2 Platte wie vor, $l_y/l_x = 0,5$

P1115554-C3-V1A, P1115556-C3-V1A, P1115558-C3-V1A
(l/250) aus Gr. 1, Ziff. 1.3.2; „C3”

P1115554-C3-V2A, P1115556-C3-V2A, P1115558-C3-V2A
(l/500) aus Gr. 1, Ziff. 1.3.2; „C3”

Zu den Bemessungsdateien von Gruppe 11 existieren Dateien zur Ermittlung der Durchstanzbewehrung. Sie tragen den gleichen Namen wie die Dateien zur Biegebemessung und werden deshalb nicht als eigene Gruppe aufgeführt, da ihre Zuordnung durch Verknüpfung gegeben ist.

Gruppe 12 Ausnutzungsgrade bei verschiedenen Nutzungsarten

Nutzungsart Wohnen Kat. A

einachsig SGGXV1AA (l/250)

SGGXV2AA (l/500)

zweiachsig SGGGV1AA (l/250)

SGGGV2AA (l/500)

Nutzungsart Büro Kat. B

einachsig SGGXV1AB (l/250)

SGGXV2AB (l/500)

zweiachsig SGGGV1AB (l/250)

SGGGV2AB (l/500)

Nutzungsart Parken Kat. F

einachsig SGGXV1AF (l/250)

SGGXV2AF (1/500)
zweiachsig SGGGV1AF (1/250)
SGGGV2AF (1/500)

Gruppe 13 Rechenbeispiele

Bsp 11-1-1 Rechenbeispiel zu Abschnitt 11.1.1

Bsp 11-1-2 Rechenbeispiel zu Abschnitt 11.1.2

Bsp 11-1-3 Rechenbeispiel zu Abschnitt 11.1.3

Bsp 11-4-2 Rechenbeispiel zu Abschnitt 11.4.2

Gruppe 14 Volleingespannte Einfeldplatten, starr liniengelagert

SGE2 einseitige Einspannung; $\nu = 0,2$; $b/l = 0,4$

SGE einseitige Einspannung; $\nu = 0,2$; $b/l = 0,5$

SGEZ einseitige Einspannung; $\nu = 0,2$; kein Zuglager

SGE20 wie SGE2; $\nu = 0$

SGE0 wie SGE; $\nu = 0$

SGEZ0 wie SGEZ; $\nu = 0$

SEE2 zweiseitige Einspannung; $\nu = 0,2$; $b/l = 0,4$

SEE zweiseitige Einspannung; $\nu = 0,2$; $b/l = 0,5$

SEEZ zweiseitige Einspannung; $\nu = 0,2$; kein Zuglager

SEE20 wie SEE2; $\nu = 0$

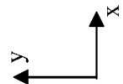









SEE0 wie SEE; $\nu = 0$

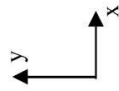









SEEZ0 wie SEEZ; $\nu = 0$

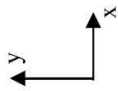









Anlage 3 Momentennullpunktabstände (Bez. Abschn. 3)

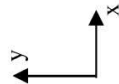









Anlage 3.1: Nullpunktabstände aus 5 x 5 - Raster starre (S) und elastische (E) Stützung

y x	v	A3		A4		A5		B3		B4		B5		C3		C4		C5		K o m b
		$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,8$	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,8$	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,8$	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$		
111555 S	0,2	0,591y	0,547y	0,783y	0,590y	0,551y	0,783y	0,590y	0,551y	0,783y	0,590y	0,551y	0,783y	0,590y	0,551y	0,783y	0,590y	0,551y	0,783y	I
	0,0	0,589y	0,545y	0,776y	0,587y	0,554y	0,780y	0,587y	0,554y	0,780y	0,587y	0,554y	0,780y	0,587y	0,554y	0,780y	0,587y	0,554y	0,780y	
E	0,2	0,803y	0,843y	0,949y	0,690y	0,683y	0,872y	0,690y	0,683y	0,872y	0,690y	0,683y	0,872y	0,690y	0,683y	0,872y	0,690y	0,683y	0,872y	
	0,0	0,791y	0,603y	0,854y	0,576y	0,550y	0,831y	0,576y	0,550y	0,831y	0,576y	0,550y	0,831y	0,576y	0,550y	0,831y	0,576y	0,550y	0,831y	
111666 S	0,2	0,592y	0,559y	0,784y	0,593y	0,570y	0,784y	0,593y	0,570y	0,784y	0,593y	0,570y	0,784y	0,593y	0,570y	0,784y	0,593y	0,570y	0,784y	
	0,0	0,588y	0,557y	0,781y	0,588y	0,564y	0,779y	0,588y	0,564y	0,779y	0,588y	0,564y	0,779y	0,588y	0,564y	0,779y	0,588y	0,564y	0,779y	
E	0,2	0,771y	0,779y	0,906y	0,684y	0,644y	0,853y	0,684y	0,644y	0,853y	0,684y	0,644y	0,853y	0,684y	0,644y	0,853y	0,684y	0,644y	0,853y	
	0,0	0,585y	0,566y	0,836y	0,589y	0,531y	0,815y	0,589y	0,531y	0,815y	0,589y	0,531y	0,815y	0,589y	0,531y	0,815y	0,589y	0,531y	0,815y	
111777 S	0,2	0,597y	0,573y	0,787y	0,600y	0,585y	0,787y	0,600y	0,585y	0,787y	0,600y	0,585y	0,787y	0,600y	0,585y	0,787y	0,600y	0,585y	0,787y	
	0,0	0,590y	0,568y	0,781y	0,592y	0,578y	0,781y	0,592y	0,578y	0,781y	0,592y	0,578y	0,781y	0,592y	0,578y	0,781y	0,592y	0,578y	0,781y	
E	0,2	0,756y	0,741y	0,884y	0,678y	0,613y	0,839y	0,678y	0,613y	0,839y	0,678y	0,613y	0,839y	0,678y	0,613y	0,839y	0,678y	0,613y	0,839y	
	0,0	0,590y	0,546y	0,821y	0,596y	0,517y	0,804y	0,596y	0,517y	0,804y	0,596y	0,517y	0,804y	0,596y	0,517y	0,804y	0,596y	0,517y	0,804y	
111888 S	0,2	0,604y	0,587y	0,791y	0,611y	0,602y	0,794y	0,611y	0,602y	0,794y	0,611y	0,602y	0,794y	0,611y	0,602y	0,794y	0,611y	0,602y	0,794y	
	0,0	0,595y	0,579y	0,784y	0,600y	0,592y	0,785y	0,600y	0,592y	0,785y	0,600y	0,592y	0,785y	0,600y	0,592y	0,785y	0,600y	0,592y	0,785y	
E	0,2	0,741y	0,707y	0,865y	0,668y	0,588y	0,826y	0,668y	0,588y	0,826y	0,668y	0,588y	0,826y	0,668y	0,588y	0,826y	0,668y	0,588y	0,826y	
	0,0	0,593y	0,533y	0,810y	0,598y	0,508y	0,797y	0,598y	0,508y	0,797y	0,598y	0,508y	0,797y	0,598y	0,508y	0,797y	0,598y	0,508y	0,797y	
111999 S	0,2	0,614y	0,601y	0,796y	0,626y	0,620y	0,801y	0,626y	0,620y	0,801y	0,626y	0,620y	0,801y	0,626y	0,620y	0,801y	0,626y	0,620y	0,801y	
	0,0	0,602y	0,591y	0,787y	0,610y	0,606y	0,790y	0,610y	0,606y	0,790y	0,610y	0,606y	0,790y	0,610y	0,606y	0,790y	0,610y	0,606y	0,790y	
E	0,2	0,719y	0,685y	0,849y	0,657y	0,570y	0,816y	0,657y	0,570y	0,816y	0,657y	0,570y	0,816y	0,657y	0,570y	0,816y	0,657y	0,570y	0,816y	
	0,0	0,595y	0,523y	0,802y	0,597y	0,503y	0,792y	0,597y	0,503y	0,792y	0,597y	0,503y	0,792y	0,597y	0,503y	0,792y	0,597y	0,503y	0,792y	

	μ	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,8$ 	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,8$ 	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,8$ 	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$ 	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$ 	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$ 	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$ 	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$ 	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$ 	K o m b
111111	0,2	0,625y	0,616y	0,802y	0,642y	0,640y	0,811y	0,642y	0,638y	0,811y	1
S	0,0	0,610y	0,602y	0,792y	0,623y	0,621y	0,798y	0,623y	0,614y	0,798y	
E	0,2	0,704y	0,645y	0,831y	0,641y	0,554y	0,807y	0,664y	0,575y	0,817y	
	0,0	0,596y	0,516y	0,797y	0,596y	0,501y	0,789y	0,597y	0,501y	0,791y	
661666	0,2	0,812x	0,811x	0,804x	0,632x	0,643x	0,598x	0,595y	0,567y	0,782y	2
S	0,0	0,799x	0,798x	0,793x	0,613x	0,621x	0,585x	0,592y	0,565y	0,778y	
E	0,2	0,859x	0,854x	0,866x	0,297x	0,227x	0,435x	0,733y	0,718y	0,882y	
	0,0	0,841x	0,840x	0,837x	0,142x	0,136x	0,242x	0,587y	0,550y	0,828y	
661777	0,2	0,798x	0,798x	0,797x	0,598x	0,604x	0,564x	0,601y	0,580y	0,789y	2
S	0,0	0,789x	0,788x	0,788x	0,585x	0,592x	0,558x	0,593y	0,574x	0,782y	
E	0,2	0,866x	0,859x	0,875x	0,309x	0,253x	0,470x	0,718y	0,685y	0,863y	
	0,0	0,842x	0,841x	0,839x	0,108x	0,047x	0,220x	0,592y	0,535y	0,814y	
661888	0,2	0,793x	0,792x	0,795x	0,570x	0,575x	0,537x	0,610y	0,595y	0,793y	2
S	0,0	0,785x	0,782x	0,788x	0,563x	0,568x	0,534x	0,599y	0,585y	0,785y	
E	0,2	0,873x	0,865x	0,889x	0,329x	0,257x	0,512x	0,704y	0,653y	0,849y	
	0,0	0,844x	0,843x	0,843x	0	0	0,199x	0,595y	0,524y	0,805y	
661999	0,2	0,791x	0,790x	0,795x	0,550x	0,548x	0,505x	0,622y	0,610y	0,799y	2
S	0,0	0,784x	0,783x	0,790x	0,542x	0,546x	0,506x	0,607y	0,597y	0,789y	
E	0,2	0,881x	0,872x	0,901x	0,356x	0,273x	0,551x	0,692y	0,629y	0,839y	
	0,0	0,847x	0,846x	0,847x	0	0	0,237x	0,596y	0,515y	0,798y	
661111	0,2	0,791x	0,791x	0,798x	0,516x	0,521x	0,472x	0,634y	0,626y	0,807y	2
S	0,0	0,791x	0,791x	0,799x	0,518x	0,522x	0,475x	0,617y	0,611y	0,795y	

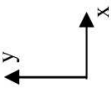









	v	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,8$ 	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,8$ 	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,8$ 	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$ 	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$ 	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$ 	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$ 	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$ 	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$ 	K o m b
E	0,2	0,890x	0,879x	0,914x	0,397x	0,296x	0,599x	0,680y	0,608y	0,829y	2
	0,0	0,849x	0,848x	0,858x	0	0	0,170x	0,595y	0,510y	0,794y	
771666	0,2	0,608y	0,596y	0,791y	0,619y	0,614y	0,796y	0,594y	0,566y	0,785y	
S	0,0	0,599y	0,585y	0,786y	0,605y	0,601y	0,787y	0,589y	0,563y	0,781y	
E	0,2	0,712y	0,682y	0,852y	0,623y	0,543y	0,801y	0,731y	0,714y	0,880y	
	0,0	0,596y	0,544y	0,804y	0,601y	0,518y	0,790y	0,608y	0,550y	0,826y	
771777	0,2	0,819x	0,812x	0,806x	0,643y	0,645y	0,811y	0,601y	0,581y	0,788y	
S	0,0	0,803x	0,802x	0,797x	0,623y	0,625y	0,798y	0,594y	0,575y	0,782y	
E	0,2	0,842x	0,836x	0,852x	0,619y	0,533y	0,796y	0,717y	0,680y	0,862y	
	0,0	0,822x	0,820x	0,822x	0,601y	0,518y	0,788y	0,594y	0,534y	0,813y	
771888	0,2	0,803x	0,802x	0,800x	0,597x	0,611x	0,576x	0,611y	0,597y	0,794y	3
S	0,0	0,794x	0,792x	0,762x	0,597x	0,601x	0,570x	0,600y	0,587y	0,786y	
E	0,2	0,849x	0,841x	0,866x	0,429x	0,389x	0,551x	0,704y	0,660y	0,848y	
	0,0	0,824x	0,822x	0,825x	0,305x	0,295x	0,355x	0,596y	0,522y	0,804y	
771999	0,2	0,797x	0,796x	0,797x	0,585x	0,589x	0,550x	0,626y	0,615y	0,802y	
S	0,0	0,788x	0,787x	0,788x	0,577x	0,580x	0,557x	0,612y	0,604y	0,792y	
E	0,2	0,858x	0,847x	0,877x	0,448x	0,395x	0,588x	0,689y	0,627y	0,836y	
	0,0	0,826x	0,825x	0,829x	0,307x	0,278x	0,348x	0,600y	0,515y	0,799y	
771111	0,2	0,793x	0,792x	0,795x	0,563x	0,565x	0,531x	0,637y	0,629y	0,808y	
S	0,0	0,784x	0,785x	0,787x	0,559x	0,561x	0,531x	0,618y	0,612y	0,796y	
E	0,2	0,866x	0,857x	0,896x	0,477x	0,413x	0,639x	0,679y	0,603y	0,828y	
	0,0	0,830x	0,828x	0,833x	0,278x	0,252x	0,345x	0,597y	0,508y	0,794y	

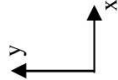









	v	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,8$ 	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,8$ 	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,8$ 	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$ 	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$ 	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$ 	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$ 	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$ 	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$ 	K o m b
881666 S	0,2	0,600y	0,580y	0,789y	0,606y	0,595y	0,780y	0,594y	0,567y	0,785y	4
	0,0	0,593y	0,574y	0,783y	0,594y	0,586y	0,783y	0,589y	0,563y	0,780y	
E	0,2	0,730y	0,713y	0,867y	0,643y	0,568y	0,815y	0,729y	0,708y	0,876y	
	0,0	0,592y	0,551y	0,816y	0,599y	0,519y	0,796y	0,590y	0,547y	0,824y	
881777 S	0,2	0,611y	0,597y	0,794y	0,621y	0,618y	0,799y	0,601y	0,583y	0,789y	
	0,0	0,600y	0,588y	0,786y	0,607y	0,604y	0,788y	0,593y	0,576y	0,759y	
E	0,2	0,753y	0,678y	0,851y	0,638y	0,554y	0,807y	0,714y	0,672y	0,859y	
	0,0	0,700y	0,663y	0,845y	0,710y	0,638y	0,845y	0,711y	0,673y	0,850y	
881888 S	0,2	0,812x	0,811x	0,805x	0,643y	0,643y	0,811y	0,612y	0,599y	0,794y	
	0,0	0,802x	0,801x	0,796x	0,624y	0,624y	0,798y	0,600y	0,589y	0,786y	
E	0,2	0,831x	0,823x	0,842x	0,628y	0,542y	0,800y	0,699y	0,643y	0,845y	
	0,0	0,808x	0,806x	0,810x	0,599y	0,510y	0,788y	0,597y	0,520y	0,803y	
881999 S	0,2	0,803x	0,803x	0,800x	0,612x	0,614x	0,591x	0,624y	0,615y	0,801y	
	0,0	0,795x	0,794x	0,792x	0,601x	0,604x	0,583x	0,609y	0,601y	0,791y	
E	0,2	0,839x	0,830x	0,860x	0,501x	0,469x	0,613x	0,688y	0,619y	0,835y	
	0,0	0,810x	0,792x	0,815x	0,397x	0,390x	0,427x	0,598y	0,512y	0,797y	
881111 S	0,2	0,790x	0,789x	0,789x	0,588x	0,590x	0,566x	0,639y	0,633y	0,810y	
	0,0	0,790x	0,788x	0,788x	0,589x	0,590x	0,566x	0,621y	0,614y	0,797y	
E	0,2	0,848x	0,836x	0,876x	0,523x	0,480x	0,644x	0,677y	0,596y	0,825y	
	0,0	0,814x	0,812x	0,820x	0,390x	0,381x	0,425x	0,597y	0,521y	0,793y	
991666 S	0,2	0,595y	0,568y	0,786y	0,597y	0,579y	0,786y	0,593y	0,567y	0,784y	5
	0,0	0,589y	0,564y	0,781y	0,591y	0,574y	0,781y	0,588y	0,564y	0,780y	

	v	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,8$ 	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,8$ 	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,8$ 	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$ 	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$ 	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$ 	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$ 	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$ 	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$ 	K o m b
E	0,2	0,750y	0,744y	0,886y	0,666y	0,604y	0,835y	0,723y	0,697y	0,871y	5
	0,0	0,588y	0,542y	0,823y	0,594y	0,522y	0,804y	0,591y	0,544y	0,821y	
991777	0,2	0,602y	0,583y	0,789y	0,615y	0,599y	0,792y	0,601y	0,584y	0,788y	
S	0,0	0,594y	0,578y	0,783y	0,598y	0,589y	0,784y	0,593y	0,577y	0,782y	
E	0,2	0,733y	0,701y	0,864y	0,659y	0,580y	0,819y	0,710y	0,663y	0,855y	
	0,0	0,586y	0,541y	0,811y	0,599y	0,513y	0,797y	0,596y	0,524y	0,810y	
991888	0,2	0,613y	0,600y	0,795y	0,623y	0,620y	0,800y	0,612y	0,600y	0,794y	
S	0,0	0,597y	0,589y	0,786y	0,609y	0,605y	0,790y	0,603y	0,590y	0,785y	
E	0,2	0,720y	0,679y	0,846y	0,648y	0,564y	0,813y	0,697y	0,634y	0,841y	
	0,0	0,596y	0,531y	0,802y	0,599y	0,508y	0,792y	0,598y	0,517y	0,801y	
991999	0,2	0,813x	0,813x	0,807x	0,633x	0,636x	0,613x	0,625y	0,617y	0,801y	
S	0,0	0,803x	0,803x	0,795x	0,619x	0,622x	0,601x	0,610y	0,603y	0,791y	
E	0,2	0,831x	0,817x	0,834x	0,639y	0,551y	0,805y	0,685y	0,610y	0,831y	
	0,0	0,801x	0,799x	0,806x	0,597y	0,505y	0,789y	0,598y	0,509y	0,796y	
991111	0,2	0,806x	0,805x	0,799x	0,617x	0,619x	0,598x	0,641y	0,636y	0,811y	
S	0,0	0,793x	0,793x	0,795x	0,606x	0,607x	0,588x	0,622y	0,616y	0,798y	
E	0,2	0,831x	0,823x	0,855x	0,559x	0,526x	0,646x	0,673y	0,590y	0,822y	
	0,0	0,804x	0,802x	0,809x	0,461x	0,457x	0,480x	0,597y	0,504y	0,792y	

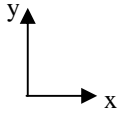
Anlage 3.2: Nullpunktabstände aus 5 x 5 - Raster punktweise (P) Stützung

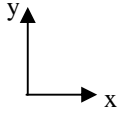
y x	μ	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,8$	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,8$	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,8$	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$	K o m b
		A3	A4	A5	B3	B4	B5	C3	C4	C5		
111555	0,2	0,781x	0,779x	0,786x	0,493x	0,492x	0,501x	0,588x	0,583x	0,593x	1	
P	0,0	0,776x	0,776x	0,775x	0,473x	0,485x	0,476x	0,574x	0,574x	0,573x		
111666	0,2	0,782x	0,778x	0,790x	0,488x	0,484x	0,504x	0,591x	0,581x	0,607x		
P	0,0	0,772x	0,773x	0,773x	0,467x	0,471x	0,463x	0,566x	0,565x	0,563x		
111777	0,2	0,785x	0,779x	0,797x	0,487x	0,478x	0,514x	0,599x	0,584x	0,624x		
P	0,0	0,770x	0,769x	0,772x	0,453x	0,457x	0,448x	0,560x	0,558x	0,560x		
111888	0,2	0,790x	0,782x	0,808x	0,491x	0,476x	0,534x	0,612x	0,597x	0,652x		
P	0,0	0,770x	0,768x	0,772x	0,438x	0,443x	0,449x	0,557x	0,554x	0,556x		
111999	0,2	0,799x	0,789x	0,825x	0,502x	0,478x	0,568x	0,640x	0,610x	0,700x		
P	0,0	0,770x	0,768x	0,774x	0,439x	0,427x	0,416x	0,553x	0,553x	0,553x		
111111	0,2	0,812x	0,798x	0,850x	0,523x	0,485x	0,628x	0,680x	0,634x	0,775x		
P	0,0	0,773x	0,771x	0,778x	0,405x	0,411x	0,398x	0,556x	0,553x	0,552x		
661666	0,2	0,897x	0,878x	0,933x	0,534y	0,376y	0,765y	0,674x	0,665x	0,696x	2	
P	0,0	0,851x	0,845x	0,851x	0,550y	0,416y	0,768y	0,647x	0,645x	0,651x		
661777	0,2	0,713y	0,578y	0,826y	0,540y	0,417y	0,763y	0,692x	0,678x	0,725x		
P	0,0	0,569y	0,418y	0,773y	0,540y	0,441y	0,765y	0,650x	0,648x	0,685x		
661888	0,2	0,656y	0,537y	0,809y	0,546y	0,440y	0,764y	0,719x	0,700x	0,768x		
P	0,0	0,560y	0,435y	0,773y	0,553y	0,457y	0,765y	0,657x	0,656x	0,664x		
661999	0,2	0,630y	0,517y	0,799y	0,551y	0,455y	0,766y	0,756x	0,729x	0,825x		
P	0,0	0,563y	0,448y	0,773y	0,557y	0,479y	0,768y	0,668x	0,667x	0,678x		

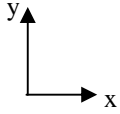
	v	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,8$	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,8$	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,8$	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,8$	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$	K o m b
												
661111 P	0,2	0,615y	0,508y	0,793y	0,557y	0,467y	0,768y	0,804x	0,767x	0,926x	2	
	0,0	0,566y	0,458y	0,774y	0,562y	0,478y	0,771y	0,683x	0,682x	0,776y		
771666 P	0,2	0,836x	0,834x	0,857x	0,162x	0,162x	0,239x	0,666x	0,666x	0,684x	3	
	0,0	0,808x	0,803x	0,810x	--	--	--	0,639x	0,637x	0,642x		
771777 P	0,2	0,855x	0,840x	0,890x	0,572y	0,425y	0,777y	0,683x	0,672x	0,714x	3	
	0,0	0,814x	0,810x	0,817x	0,551y	0,416y	0,769y	0,641x	0,640x	0,645x		
771888 P	0,2	0,697y	0,574y	0,825y	0,567y	0,440y	0,772y	0,709x	0,686x	0,753x	3	
	0,0	0,557y	0,416y	0,774y	0,552y	0,436y	0,766y	0,646x	0,644x	0,651x		
771999 P	0,2	0,791y	0,684y	0,852y	0,686y	0,587y	0,810y	0,823x	0,791x	0,910x	3	
	0,0	0,557y	0,437y	0,773y	0,553y	0,454y	0,766y	0,656x	0,654x	0,663x		
771111 P	0,2	0,627y	0,520y	0,800y	0,563y	0,463y	0,771y	0,796x	0,756x	0,915x	3	
	0,0	0,561y	0,447y	0,773y	0,557y	0,464y	0,768y	0,668x	0,668x	0,681x		
881666 P	0,2	0,806x	0,798x	0,822x	0,349x	0,345x	0,383x	0,650x	0,639x	0,669x	4	
	0,0	0,788x	0,785x	0,789x	0,306x	0,322x	0,290x	0,623x	0,620x	0,625x		
881777 P	0,2	0,818x	0,806x	0,842x	0,336x	0,321x	0,395x	0,664x	0,649x	0,694x	4	
	0,0	0,789x	0,786x	0,791x	0,259x	0,279x	0,233x	0,623x	0,620x	0,626x		
881888 P	0,2	0,836x	0,820x	0,872x	0,328x	0,294x	0,426x	0,687x	0,666x	0,733x	4	
	0,0	0,793x	0,789x	0,797x	0,177x	0,207x	0,234x	0,627x	0,624x	0,630x		
881999 P	0,2	0,700y	0,569y	0,824y	0,583y	0,457y	0,779y	0,725x	0,693x	0,791x	4	
	0,0	0,554y	0,421y	0,775y	0,551y	0,433y	0,766y	0,634x	0,630x	0,638x		
881111 P	0,2	0,655y	0,539y	0,810y	0,576y	0,463y	0,774y	0,774x	0,731x	0,890x	4	
	0,0	0,557y	0,431y	0,771y	0,552y	0,448y	0,767y	0,643x	0,642x	0,649x		

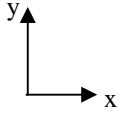
	v	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,8$ 	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,8$ 	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,8$ 	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$ 	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$ 	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$ 	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$ 	$\alpha_y = 0,6$ $\alpha_x = 0,6$ 	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$ 	K o m b
991666 P	0,2 0,0	0,790x 0,777x	0,784x 0,776x	0,801x 0,778x	0,438x 0,411x	0,435x 0,419x	0,458x 0,401x	0,625x 0,599x	0,614x 0,595x	0,642x 0,599x	5
991777 P	0,2 0,0	0,796x 0,777x	0,709x 0,775x	0,813x 0,779x	0,435x 0,383x	0,425x 0,395x	0,470x 0,374x	0,637x 0,596x	0,621x 0,594x	0,664x 0,598x	
991888 P	0,2 0,0	0,806x 0,778x	0,795x 0,776x	0,831x 0,781x	0,436x 0,356x	0,417x 0,366x	0,495x 0,343x	0,657x 0,597x	0,635x 0,594x	0,700x 0,599x	
991999 P	0,2 0,0	0,821x 0,781x	0,806x 0,778x	0,857x 0,785x	0,618y 0,552y	0,471y 0,414y	0,793y 0,770y	0,690x 0,601x	0,657x 0,598x	0,755x 0,603x	
991111 P	0,2 0,0	0,700y 0,553y	0,570y 0,418y	0,825y 0,774y	0,598y 0,552y	0,469y 0,431y	0,785y 0,768y	0,739x 0,608x	0,691x 0,605x	0,833x 0,609x	

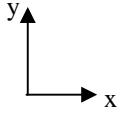
Anlage 3.3: Nullpunktabstände S, E, P 2 x 5 Raster

	v	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,8$	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$	K o m b
		Rand	Innen	Mitte	
S11111	0,2	0,795y	0,809y	0,807y	1
	0,0	0,785y	0,796y	0,798y	
E	0,2	0,823x	0,769y	0,779y	
	0,0	0,795x	0,750y	0,753y	
P	0,2	0,833x	0,741y	0,752y	
	0,0	0,776x	0,717y	0,718y	
S11155	0,2	0,758y	0,760y	0,760y	
	0,0	0,757y	0,758y	0,758y	
E	0,2	1,000y	0,873y	0,889y	
	0,0	0,875y	0,823y	0,832y	
P	0,2	0,784x	0,499x	0,593x	
	0,0	0,776x	0,479x	0,572x	
S11166	0,2	0,764y	0,767y	0,767y	
	0,0	0,761y	0,763y	0,763y	
E	0,2	0,922y	0,836y	0,851y	
	0,0	0,835y	0,789y	0,797y	
P	0,2	0,786x	0,500x	0,598x	
	0,0	0,773x	0,465x	0,564x	
S11177	0,2	0,770y	0,776y	0,776y	
	0,0	0,766y	0,767y	0,767y	
E	0,2	0,883y	0,809y	0,825y	
	0,0	0,804y	0,771y	0,777y	
P	0,2	0,792x	0,505x	0,613x	
	0,0	0,771x	0,450x	0,559x	
S11188	0,2	0,778y	0,785y	0,785y	
	0,0	0,772y	0,778y	0,778y	
E	0,2	0,856y	0,790y	0,804y	
	0,0	0,784y	0,760y	0,765y	
P	0,2	0,801x	0,519x	0,634x	
	0,0	0,771x	0,436x	0,555x	
S11199	0,2	0,786y	0,796y	0,796y	
	0,0	0,778y	0,786y	0,785y	
E	0,2	0,829y	0,778y	0,789y	
	0,0	0,772y	0,754y	0,757y	
P	0,2	0,815x	0,543x	0,670x	
	0,0	0,773x	0,419x	0,552x	

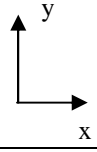
	v	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,8$	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$	K o m b
		Rand	Innen	Mitte	
S66111	0,2	0,796x	0,476x	0,800y	2
	0,0	0,793x	0,480x	0,789y	
E	0,2	0,904x	0,569x	0,793y	
	0,0	0,849x	0,192x	0,758y	
P	0,2	0,749y	0,729y	0,877x	
	0,0	0,730y	0,734y	0,719y	
S66166	0,2	0,803x	0,602x	0,763y	
	0,0	0,792x	0,790y	0,758y	
E	0,2	0,820y	0,750y	0,878y	
	0,0	0,773y	0,749y	0,816y	
P	0,2	0,548x	0,710y	0,688x	
	0,0	0,848x	0,716y	0,650x	
S66177	0,2	0,796x	0,569x	0,774y	
	0,0	0,787x	0,562x	0,769y	
E	0,2	0,870x	0,443x	0,848y	
	0,0	0,839x	0,208x	0,790y	
P	0,2	1,000x	0,715y	0,713x	
	0,0	0,722y	0,720y	0,655x	
S66188	0,2	0,794x	0,540x	0,782y	
	0,0	0,787x	0,538x	0,774y	
E	0,2	0,881x	0,482x	0,825y	
	0,0	0,842x	0,177x	0,775y	
P	0,2	0,760y	0,719y	0,750x	
	0,0	0,725y	0,725y	0,664x	
S66199	0,2	0,794x	0,508x	0,790y	
	0,0	0,789x	0,509x	0,781y	
E	0,2	0,892x	0,528x	0,806y	
	0,0	0,846x	0,191x	0,764y	
P	0,2	0,753y	0,725y	0,800x	
	0,0	0,727y	0,730y	0,676x	
S77111	0,2	0,795x	0,535x	0,801y	3
	0,0	0,788x	0,533x	0,790y	
E	0,2	0,885x	0,601x	0,791y	
	0,0	0,832x	0,330x	0,757y	
P	0,2	0,755y	0,728y	0,862x	
	0,0	0,727y	0,728y	0,718y	
S77166	0,2	0,670y	0,679y	0,756y	
	0,0	0,775y	0,783y	0,763y	
E	0,2	0,838y	0,765y	0,874y	

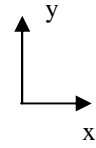
	v	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,8$	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$	K o m b
		Rand	Innen	Mitte	
	0,0	0,780y	0,753y	0,813y	3
P	0,2	0,848x	0,221x	0,677x	
	0,0	0,808x	0,717y	0,641x	
S77177	0,2	0,805x	0,811y	0,775y	
	0,0	0,797x	0,798y	0,769y	
E	0,2	0,850x	0,758y	0,845y	
	0,0	0,824x	0,750y	0,788y	
P	0,2	0,797y	0,722y	0,862x	
	0,0	0,815x	0,717y	0,643x	
S77188	0,2	0,800x	0,581x	0,783y	
	0,0	0,791x	0,573x	0,775y	
E	0,2	0,860x	0,531x	0,823y	
	0,0	0,823x	0,348x	0,773y	
P	0,2	0,772y	0,724y	0,735x	
	0,0	0,723y	0,720y	0,650x	
S77199	0,2	0,795x	0,537x	0,794y	
	0,0	0,788x	0,552x	0,784y	
E	0,2	0,864x	0,561x	0,804y	
	0,0	0,827x	0,337x	0,763y	
P	0,2	0,757y	0,726y	0,784x	
	0,0	0,779y	0,725y	0,661x	
S88111	0,2	0,866x	0,645x	0,803y	
	0,0	0,789x	0,568x	0,792y	
E	0,2	0,868x	0,622x	0,788y	
	0,0	0,818x	0,417x	0,756y	
P	0,2	0,761y	0,730y	0,762y	
	0,0	0,724y	0,723y	0,718y	
S88166	0,2	0,774y	0,780y	0,767y	
	0,0	0,768y	0,774y	0,763y	
E	0,2	0,859y	0,782y	0,868y	
	0,0	0,793y	0,760y	0,808y	
P	0,2	0,814x	0,375x	0,660x	
	0,0	0,788x	0,299x	0,623x	
S88177	0,2	0,784y	0,794y	0,775y	
	0,0	0,776y	0,784y	0,769y	
E	0,2	0,827y	0,770y	0,840y	
	0,0	0,777y	0,754y	0,785y	
P	0,2	0,832x	0,377x	0,680x	
	0,0	0,790x	0,245x	0,624x	
					4

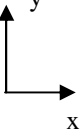
	v	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,8$	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$	K o m b
		Rand	Innen	Mitte	
S88188	0,2	0,794y	0,810y	0,784y	5
	0,0	0,796x	0,798y	0,776y	
E	0,2	0,833x	0,763y	0,817y	
	0,0	0,798x	0,750y	0,771y	
P	0,2	0,857x	0,731y	0,715x	
	0,0	0,795x	0,718y	0,629x	
S88199	0,2	0,799x	0,593x	0,793y	
	0,0	0,792x	0,585x	0,783y	
E	0,2	0,854x	0,590x	0,800y	
	0,0	0,813x	0,421x	0,765y	
P	0,2	0,770y	0,729y	0,764x	
	0,0	0,723y	0,720y	0,637x	
S99111	0,2	0,799x	0,599x	0,805y	
	0,0	0,789x	0,589x	0,793y	
E	0,2	0,836x	0,632x	0,784y	
	0,0	0,808x	0,476x	0,754y	
P	0,2	0,772y	0,733y	0,792x	
	0,0	0,732y	0,725y	0,718y	
S99166	0,2	0,768y	0,773y	0,767y	
	0,0	0,764y	0,768y	0,763y	
E	0,2	0,884y	0,806y	0,860y	
	0,0	0,811y	0,773y	0,803y	
P	0,2	0,796x	0,453x	0,633x	
	0,0	0,777x	0,467x	0,598x	
S99177	0,2	0,776y	0,783y	0,775y	
	0,0	0,770y	0,776y	0,770y	
E	0,2	0,854y	0,787y	0,834y	
	0,0	0,789y	0,761y	0,781y	
P	0,2	0,806x	0,459x	0,651x	
	0,0	0,778x	0,380x	0,596x	
S99188	0,2	0,786y	0,795y	0,785y	
	0,0	0,778y	0,785y	0,777y	
E	0,2	0,834y	0,774y	0,811y	
	0,0	0,774y	0,754y	0,768y	
P	0,2	0,821x	0,474x	0,680x	
	0,0	0,780x	0,349x	0,597x	
S99199	0,2	0,806x	0,809y	0,794y	
	0,0	0,794x	0,797y	0,785y	

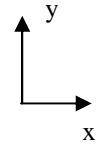
	v	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,8$	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 0,8$ $\alpha_x = 0,6$	Komb
		Rand	Innen	Mitte	
E	0,2	0,828x	0,767y	0,795y	5
	0,0	0,804x	0,750y	0,759y	
P	0,2	0,844x	0,736y	0,726x	
	0,0	0,784x	0,718y	0,712y	

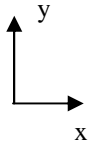



Anlage 3.4: Nullpunktabstände aus 1 x 5 - Raster

	v	$\alpha_y = 1,0$ $\alpha_x = 0,8$	$\alpha_y = 1,0$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 1,0$ $\alpha_x = 0,6$	K o m b
		Rand	Mitte	Mitte	
S1115	0,2	1y	1y	1y	1
	0,0	1y	1y	1y	
E	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	1y	
P	0,2	1y	0,526y	0,613x	
	0,0	0,776x	0,472x	0,570x	
S1116	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	1y	
E	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	1y	
P	0,2	0,804x	0,544x	0,632x	
	0,0	0,774x	0,458x	0,562x	
S1117	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	1y	
E	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	1y	
P	0,2	0,819x	0,575x	0,668x	
	0,0	0,774x	0,444x	0,556x	
S1118	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	1y	
E	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	1y	
P	0,2	0,844x	0,628x	0,731x	
	0,0	0,776x	0,428x	0,551x	
S1119	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	1y	
E	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	1y	
P	0,2	0,883x	0,720x	0,830x	
	0,0	0,780x	0,411x	0,548x	
S1111	0,2	0,796x	0,599x	0,613x	
	0,0	0,787x	0,589x	0,601x	
E	0,2	0,887x	0,748x	0,774x	
	0,0	0,809x	0,538x	0,594x	
P	0,2	1y	1y	1y	

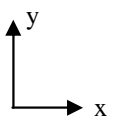





	v	$\alpha_y = 1,0$ $\alpha_x = 0,8$	$\alpha_y = 1,0$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 1,0$ $\alpha_x = 0,6$	Komb
		Rand	Mitte	Mitte	
	0,0	0,786x	0,393x	0,544x	1
S6616	0,2	0,800x	0,568x	1y	2
	0,0	0,791x	0,560x	1y	
E	0,2	0,883x	0,561x	1y	
	0,0	0,835x	0,338x	1y	
P	0,2	1y	0,254y	0,735y	
	0,0	1y	1y	0,655x	
S6617	0,2	0,797x	0,533x	1y	
	0,0	0,790x	0,531x	1y	
E	0,2	0,899x	0,601x	1y	
	0,0	0,838x	0,326x	1y	
P	0,2	1y	1y	0,785x	
	0,0	1y	1y	1y	
S6618	0,2	0,797x	0,496x	1y	
	0,0	0,792x	0,497x	1y	
E	0,2	0,918x	0,651x	1y	
	0,0	0,843x	0,319x	1y	
P	0,2	1y	1y	0,872x	
	0,0	1y	1y	0,674x	
S6619	0,2	0,800x	0,463x	1y	
	0,0	0,796x	0,467x	1y	
E	0,2	0,940x	0,697x	1y	
	0,0	0,848x	0,320x	1y	
P	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	0,690x	
S6611	0,2	0,969x	0,786x	0,849x	
	0,0	0,800x	0,440x	0,671x	
E	0,2	0,969x	0,786x	0,848x	
	0,0	0,853x	0,333x	0,697x	
P	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	1y	
S7716	0,2	1y	1y	1y	3
	0,0	1y	1y	1y	
E	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	1y	
P	0,2	0,907x	0,381x	0,720x	
	0,0	0,813x	1y	0,645x	
S7717	0,2	0,802x	0,575x	1y	

	v	$\alpha_y = 1,0$ $\alpha_x = 0,8$	$\alpha_y = 1,0$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 1,0$ $\alpha_x = 0,6$	Komb
		Rand	Mitte	Mitte	
	0,0	0,793x	0,567x	1y	3
E	0,2	0,883x	0,633x	1y	
	0,0	0,824x	0,412x	1y	
P	0,2	0,998x	0,548x	0,773x	
	0,0	1y	1y	0,649x	
S7718	0,2	0,798x	0,550x	1y	
	0,0	0,790x	0,546x	1y	
E	0,2	0,899x	0,676x	1y	
	0,0	0,828x	0,410x	1y	
P	0,2	1y	1y	0,856x	
	0,0	1y	1y	0,658x	
S7719	0,2	0,797x	0,525x	1y	
	0,0	0,791x	0,524x	1y	
E	0,2	0,920x	0,719x	1y	
	0,0	0,835x	0,412x	1y	
P	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	0,671x	
S7711	0,2	0,797x	0,503x	0,670x	
	0,0	0,792x	0,559x	0,656x	
E	0,2	0,946x	0,770x	0,833x	
	0,0	0,839x	0,421x	0,678x	
P	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	1y	
S8816	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	1y	
E	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	1y	
P	0,2	0,850x	0,460x	0,702x	
	0,0	0,791x	0,275x	0,626x	
S8817	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	1y	
E	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	1y	
P	0,2	0,894x	0,523x	0,750x	
	0,0	0,796x	0,209x	0,628x	
S8818	0,2	0,800x	0,588x	0,668x	
	0,0	1y	1y	1y	
E	0,2	0,885x	0,681x	1y	

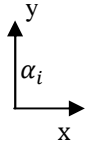
	v	$\alpha_y = 1,0$ $\alpha_x = 0,8$	$\alpha_y = 1,0$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 1,0$ $\alpha_x = 0,6$	K o m b
		Rand	Mitte	Mitte	
	0,0	0,816x	0,467x	1y	4
P	0,2	1y	1y	0,821x	
	0,0	1y	1y	0,633x	
S8819	0,2	0,797x	0,567x	1y	
	0,0	0,790x	0,603x	1y	
E	0,2	0,901x	0,723x	1y	
	0,0	0,823x	0,469x	1y	
P	0,2	1y	1y	0,986x	
	0,0	1y	1y	0,642x	
S8811	0,2	0,795x	0,548x	0,651x	
	0,0	0,789x	0,544x	0,637x	
E	0,2	0,920x	0,768x	0,805x	
	0,0	0,830x	0,475x	0,656x	
P	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	0,654x	
S9916	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	1y	
E	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	1y	
P	0,2	0,821x	0,509x	0,672x	
	0,0	0,779x	0,393x	0,598x	
S9917	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	1y	
E	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	1y	
P	0,2	0,845x	0,554x	0,717x	
	0,0	0,785x	0,364x	0,597x	
S9918	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	1y	
E	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	1y	
P	0,2	0,880x	0,631x	0,786x	
	0,0	0,786x	0,333x	0,599x	
S9919	0,2	0,800x	0,594x	1y	
	0,0	0,790x	0,584x	1y	
E	0,2	0,884x	0,721x	1y	
	0,0	0,814x	0,507x	1y	
P	0,2	0,967x	0,788x	0,929x	

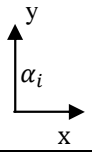
	v	$\alpha_y = 1,0$ $\alpha_x = 0,8$	$\alpha_y = 1,0$ $\alpha_x = 0,6$	$\alpha_y = 1,0$ $\alpha_x = 0,6$	K o m b
					
	0,0	1y	1y	0,603x	5
S9911	0,2	0,795x	0,579x	0,631x	
	0,0	0,787x	0,572x	0,618x	
E	0,2	0,903x	0,758x	0,796x	
	0,0	0,820x	0,511x	0,627x	
P	0,2	1y	1y	1y	
	0,0	1y	1y	0,608x	

Anlage 3.5: Nullpunktabstände S, E, P Einfeld, volle Einspannung

	v	C	A, B	A		
		 EEEE	 EEEG	 EGEG	 GGEE	 GGEG
S11	0,2	0,644y	0,808y	0,802y	0,615y	0,786y
	0,0	0,624y	0,796y	0,793y	0,600y	0,778y
E	0,2	0,641y	0,787y	0,799y	0,709y	0,829y
	0,0	0,597y	0,797y	0,765y	0,595y	0,772y
P	0,2	0,626y	0,749y	0,786y	1,000x	0,892y
	0,0	0,509y	0,725y	0,728y	0,506y	0,737y
S15	0,2	0,580y	0,760y	0,761y	0,576y	0,756y
	0,0	0,577y	0,758y	0,759y	0,575y	0,755y
E	0,2	0,673y	0,825y	0,860y	0,800y	0,911y
	0,0	0,593y	0,786y	0,798y	0,574y	0,819y
P	0,2	0,569x	0,576x	0,747x	1,000x	1,000x
	0,0	0,556x	0,554x	0,741x	1,000x	1,000x
S16	0,2	0,588y	0,768y	0,769y	0,580y	0,761y
	0,0	0,583y	0,764y	0,765y	0,578y	0,758y
E	0,2	0,663y	0,813y	0,837y	0,770y	0,886y
	0,0	0,595y	0,776y	0,785y	0,591y	0,802y
P	0,2	0,567x	0,580x	0,747x	1,000x	1,000x
	0,0	0,544x	0,542x	0,736x	1,000x	1,000x
S17	0,2	0,598y	0,776y	0,777y	0,586y	0,766y
	0,0	0,590y	0,770y	0,771y	0,582y	0,763y
E	0,2	0,598y	0,805y	0,824y	0,748y	0,866y
	0,0	0,597y	0,771y	0,777y	0,593y	0,790y
P	0,2	0,571x	0,590x	0,749x	1,000x	1,000x
	0,0	0,533x	0,531x	0,733x	1,000x	1,000x
S18	0,2	0,610y	0,785y	0,785y	0,594y	0,773y
	0,0	0,600y	0,777y	0,778y	0,587y	0,767y
E	0,2	0,654y	0,798y	0,818y	0,733y	0,850y
	0,0	0,600y	0,767y	0,775y	0,594y	0,782y
P	0,2	0,581x	0,610x	0,755x	1,000x	1,000x
	0,0	0,522x	0,522x	0,730x	1,000x	1,000x
S19	0,2	0,626y	0,796y	0,794y	0,602y	0,779y
	0,0	0,610y	0,786y	0,786y	0,593y	0,772y
E	0,2	0,647y	0,792y	0,805y	0,720y	0,836y
	0,0	0,607y	0,764y	0,768y	0,595y	0,776y
P	0,2	0,599x	0,628x	0,768x	1,000x	1,000x
	0,0	0,515x	0,510x	0,728x	1,000x	1,000x

Anlage 3.6: Momentennullpunktabstände einachsrig gespannter Platten

	v	Randfeld	Innenfeld	Mittelfeld	Komb	
S1115X	0,2	0,788	0,510	0,604	1	
	0,0	0,788	0,512	0,604		
E	0,2	0,791	0,516	0,573		
	0,0	0,784	0,498	0,590		
S1116X	0,2	0,788	0,510	0,604		
	0,0	0,788	0,512	0,604		
E	0,2	0,795	0,523	0,613		
	0,0	0,784	0,491	0,586		
S1117X	0,2	0,787	0,510	0,604		
	0,0	0,787	0,512	0,604		
E	0,2	0,801	0,537	0,625		
	0,0	0,784	0,486	0,583		
S1111X	0,2	0,787	0,511	0,603		
	0,0	0,788	0,513	0,604		
E	0,2	0,844	0,623	0,694		
	0,0	0,796	0,477	0,576		
S6615X	0,2	0,844	-	0,674		2
	0,0	0,844	-	0,674		
E	0,2	0,866	-	0,681		
	0,0	0,846	-	0,655		
S6611X	0,2	0,844	-	0,673		
	0,0	0,844	-	0,674		
E	0,2	0,965	0,522	0,796		
	0,0	0,868	-	0,695		
S7715X	0,2	0,820	0,287	0,668	3	
	0,0	0,820	0,293	0,669		
E	0,2	0,832	0,302	0,675		
	0,0	0,817	0,228	0,658		
S7711X	0,2	0,820	0,295	0,668		
	0,0	0,820	0,292	0,669		
E	0,2	0,937	0,590	0,781		
	0,0	0,850	-	0,678		
S8815X	0,2	0,805	0,404	0,655	4	
	0,0	0,805	0,407	0,655		

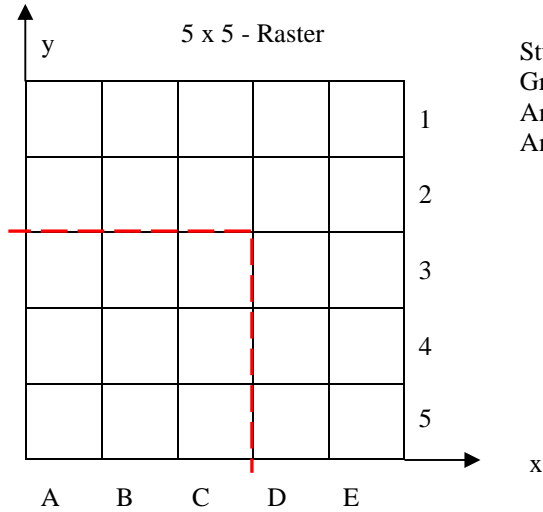
	v	Randfeld	Innenfeld	Mittelfeld	Komb
E	0,2	0,812	0,412	0,661	4
	0,0	0,800	0,374	0,659	
S8811X	0,2	0,805	0,406	0,655	
	0,0	0,805	0,406	0,655	
E	0,2	0,901	0,607	0,761	
	0,0	0,829	0,109	0,653	
S9915X	0,2	0,795	0,468	0,633	5
	0,0	0,796	0,420	0,633	
E	0,2	0,810	0,474	0,638	
	0,0	0,791	0,456	0,628	
S9911X	0,2	0,795	0,469	0,633	
	0,0	0,796	0,470	0,634	
E	0,2	0,867	0,619	0,735	
	0,0	0,811	0,423	0,620	

Anlage 3.7 Diagramme auf der Grundlage der Anlagen 3.1 – 3.6

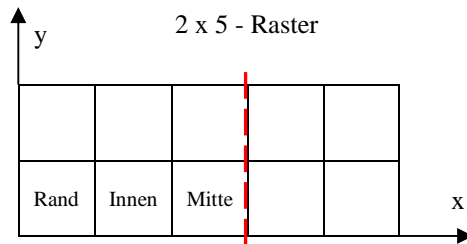
- Tafel 3.3S.1 – 3.3S.11 Abminderungsfaktoren bei starrer Lagerung zweiachsig
- Tafel 3.3E.1 – 3.3E.11 Abminderungsfaktoren bei elastischer Lagerung zweiachsig
- Tafel 3.3P.1 – 3.3P.8 Abminderungsfaktoren bei Punktstützung
- Tafel 3.3S.1e – 3.3S.2e Abminderungsfaktoren starr einachsig
- Tafel 3.3E.1e – 3.3E.2e Abminderungsfaktoren elastisch einachsig

Legende zu Anlage 3.7

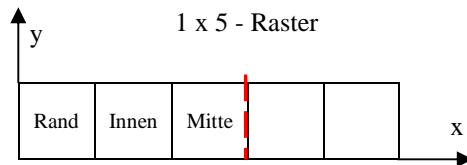
Kombinationen nach Dateiverzeichnis
 Gruppe 1 - 4 zweiachsig, Gruppe 8 einachsig



Stützweitenkombinationen 1- 5
 Gruppe 1
 Anlage 3.1 S und E
 Anlage 3.2 P



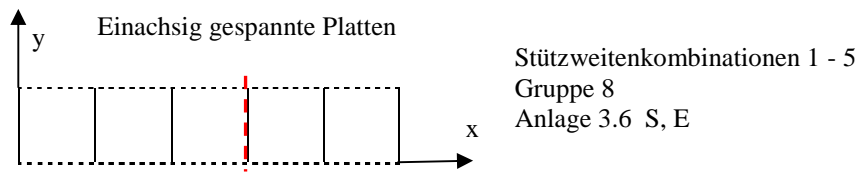
Stützweitenkombinationen 1- 5
 Gruppe 2
 Anlage 3.3 S, E, P



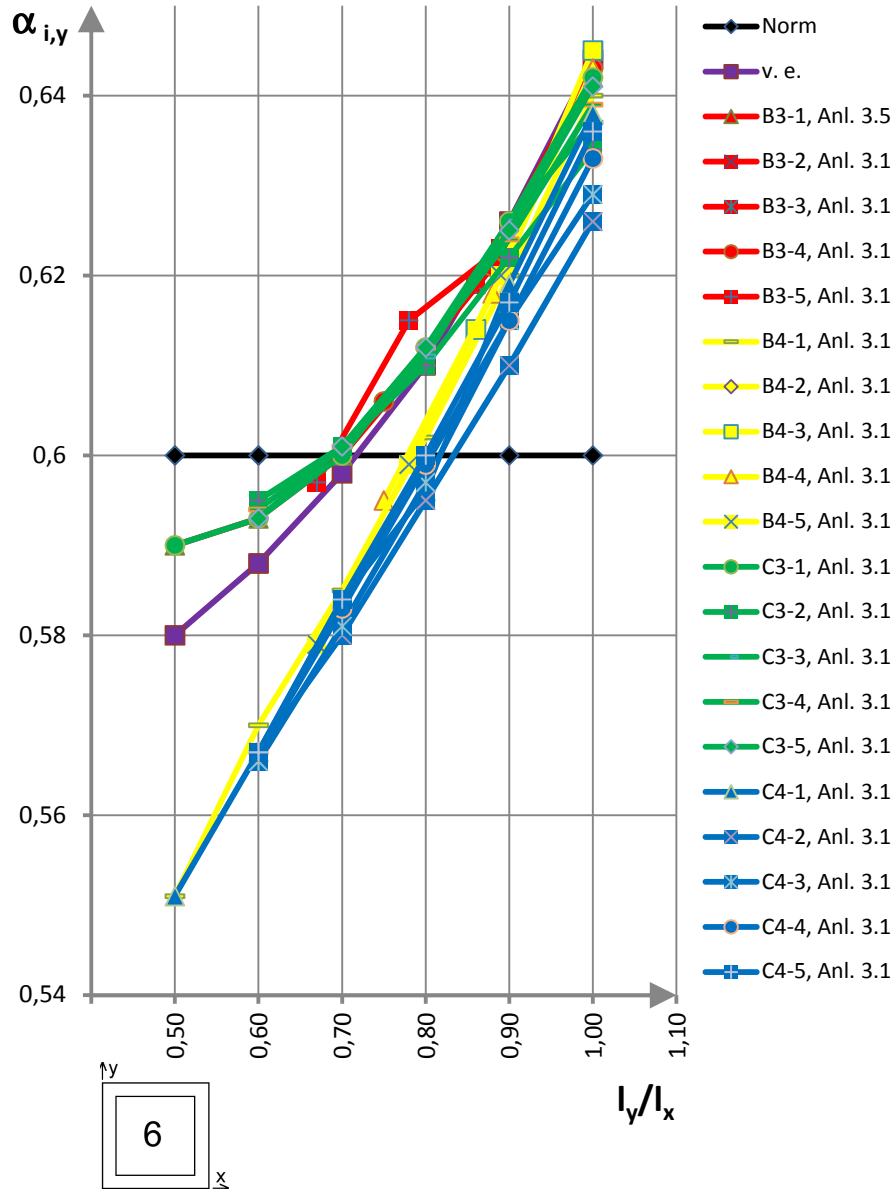
Stützweitenkombinationen 1 - 5
 Gruppe 3
 Anlage 3.4 S, E, P

Volle Einspannung zweiachsig ge-
 spannter Einzelplatten (v.e.)
 Platten 2 - 6

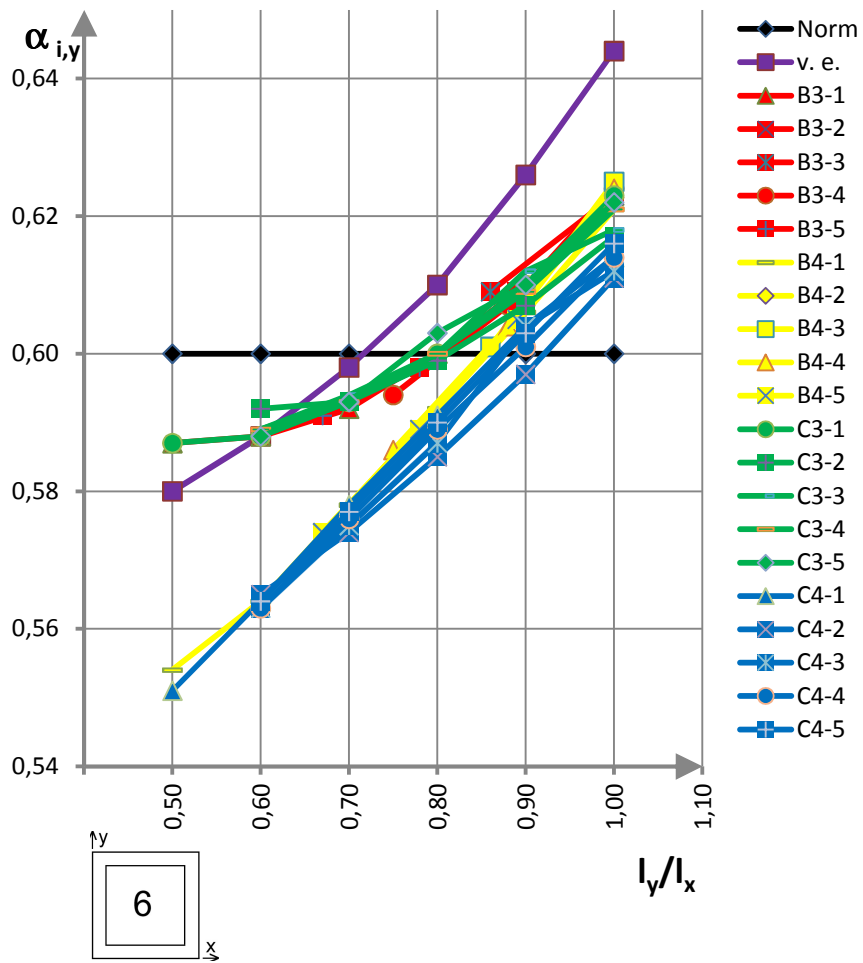
Stützweitenkombinationen 1 - 5
 (Plattenverhältnisse)
 Gruppe 4
 Anlage 3.5 S, E, P



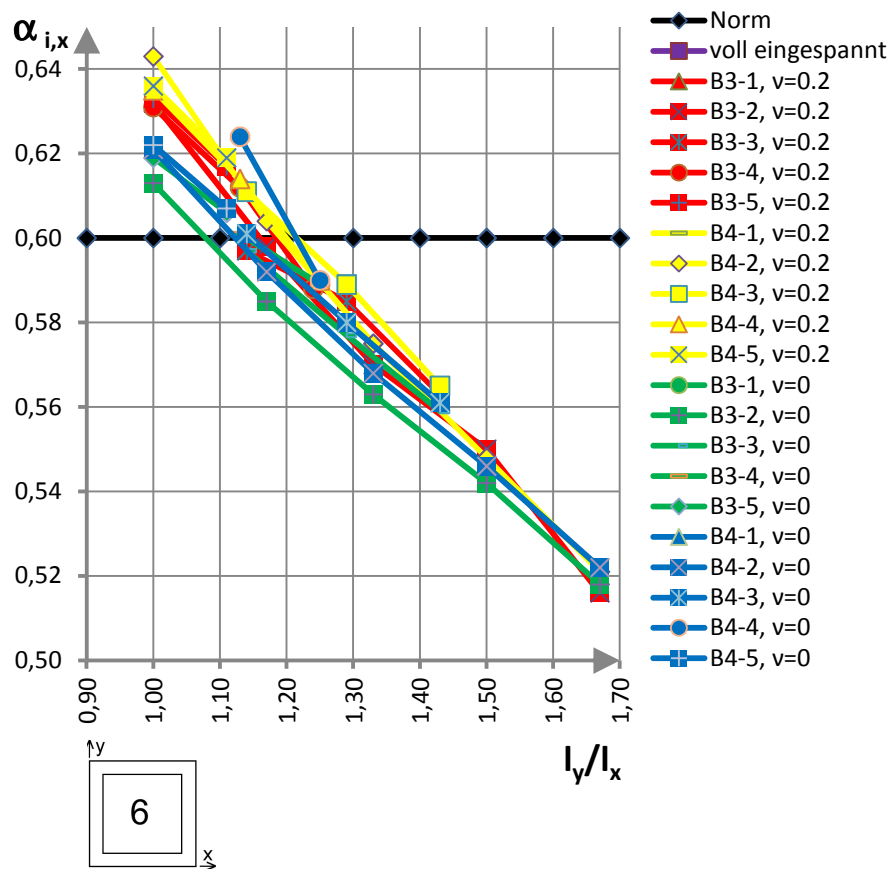
Die Ziffer nach der Plattenbezeichnung bedeutet die Stützweitenkombination nach Abschnitt 3.



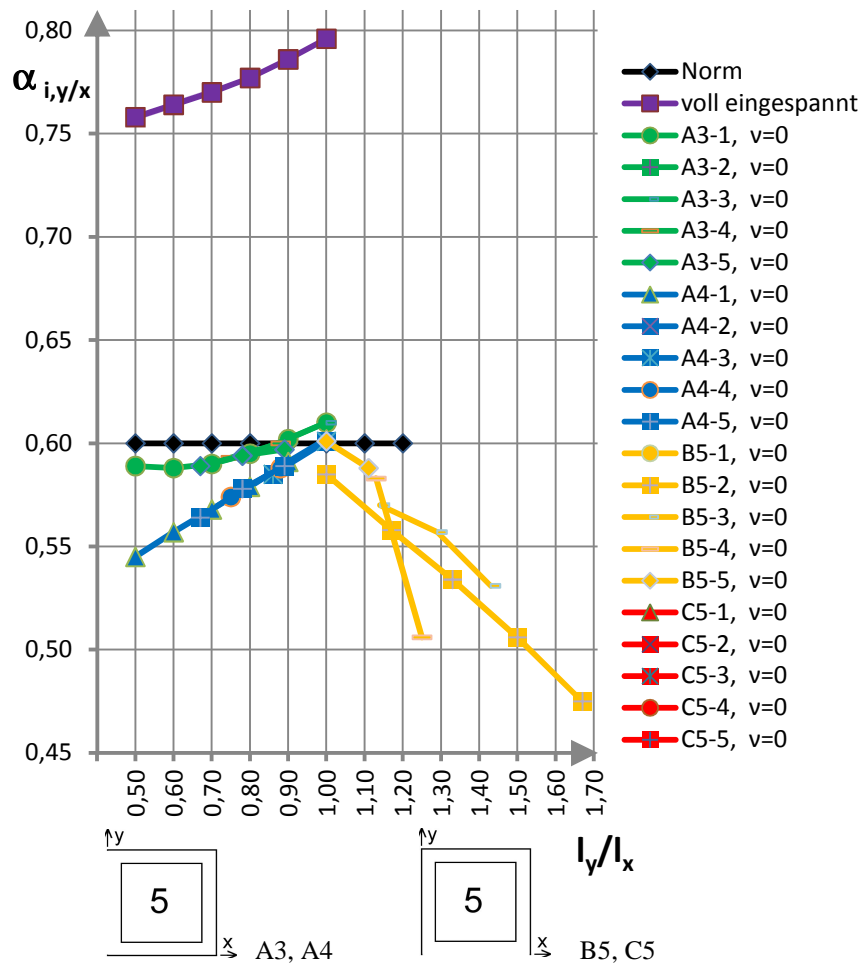
Tafel 3.3 S.1: $\alpha_{i,y}$ Platte 6 starre Linienlagerung $\nu = 0,2$
maßgebend C3, B4



Tafel 3.3 S.2: $\alpha_{i,y}$ Platte 6 starre Linienlagerung $v = 0$
maßgebend C3, B4

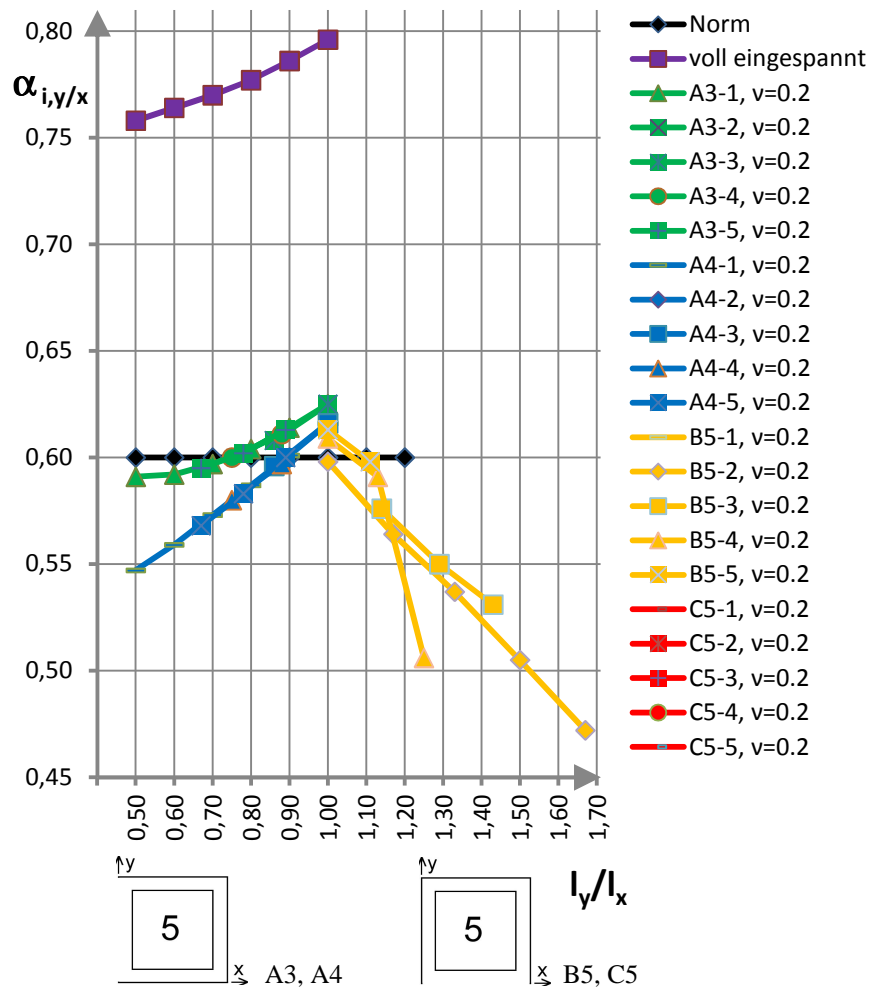


Tafel 3.3 S.3: $\alpha_{i,x}$ Platte 6 starre Linienlagerung $\nu = 0,2$ und $\nu = 0$
(Anlage 3.1 und Anlage 3.5)



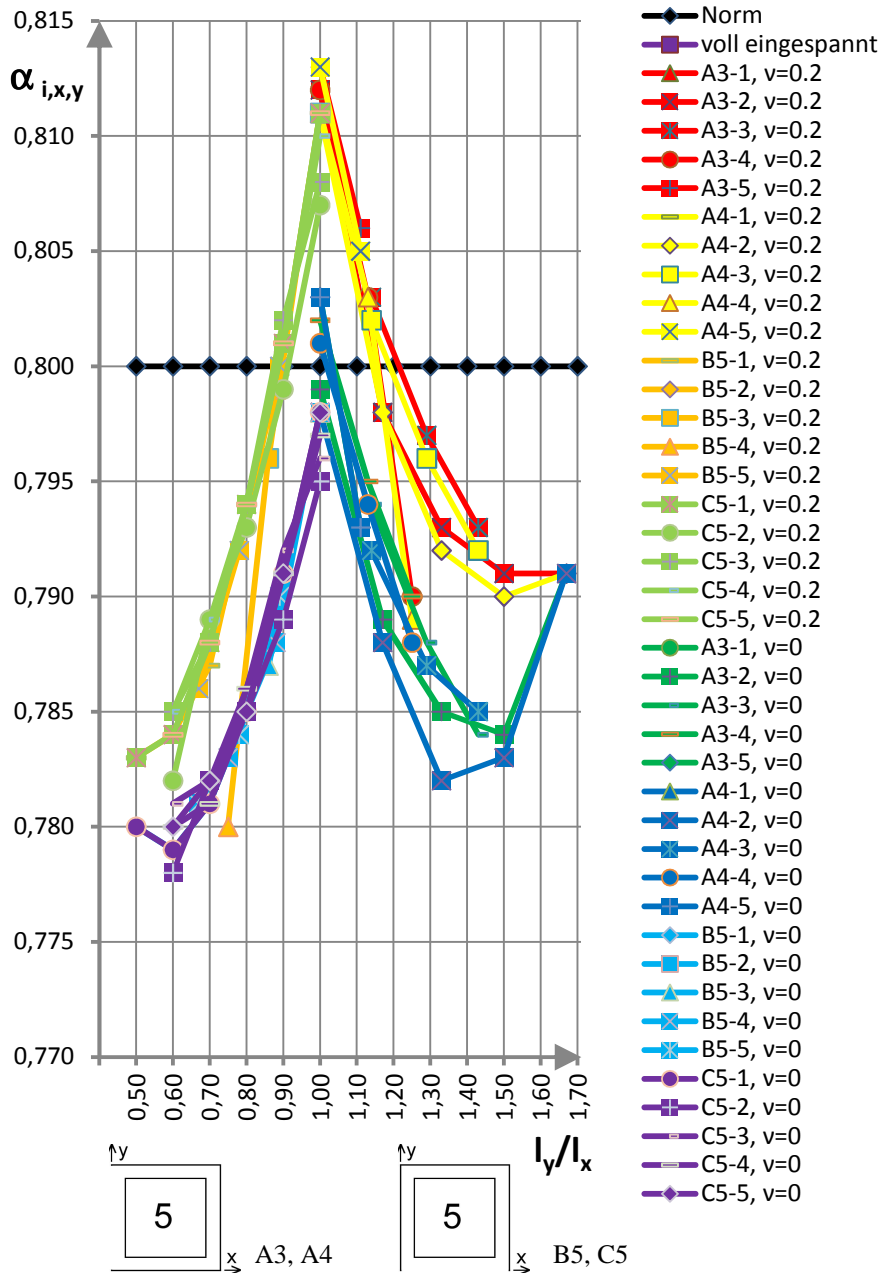
Tafel 3.3 S.4: $\alpha_{i,y/x}$ Platte 5 starre Linienlagerung $\nu = 0,2$

(Richtung zweiseitig eingespannt, Anlage 3.1 und Anlage 3.2)

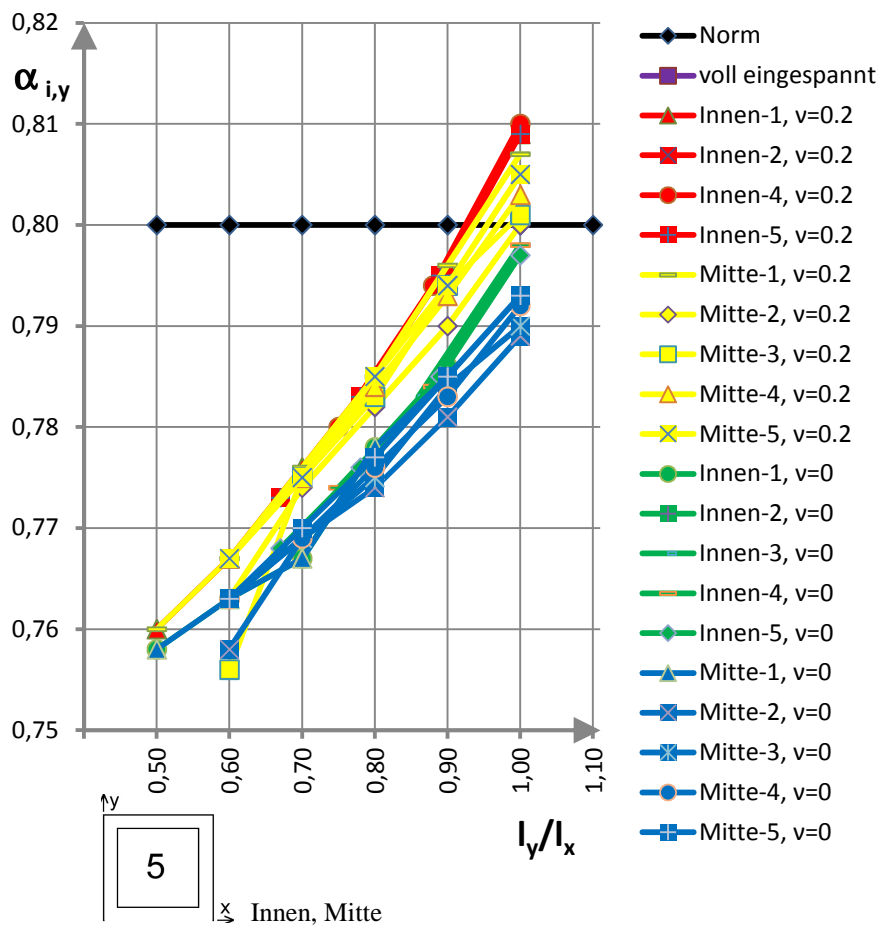


Tafel 3.3 S.5: $\alpha_{i,y/x}$ Platte 5 starre Linienlagerung $\nu = 0$

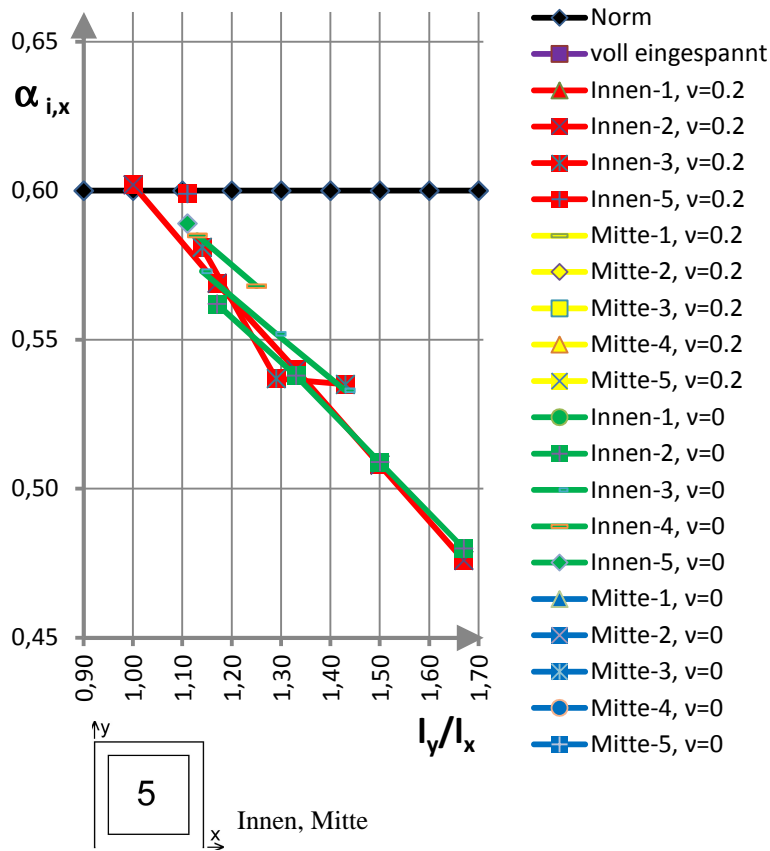
(Richtung zweiseitig eingespannt, Anlage 3.1 und Anlage 3.2)



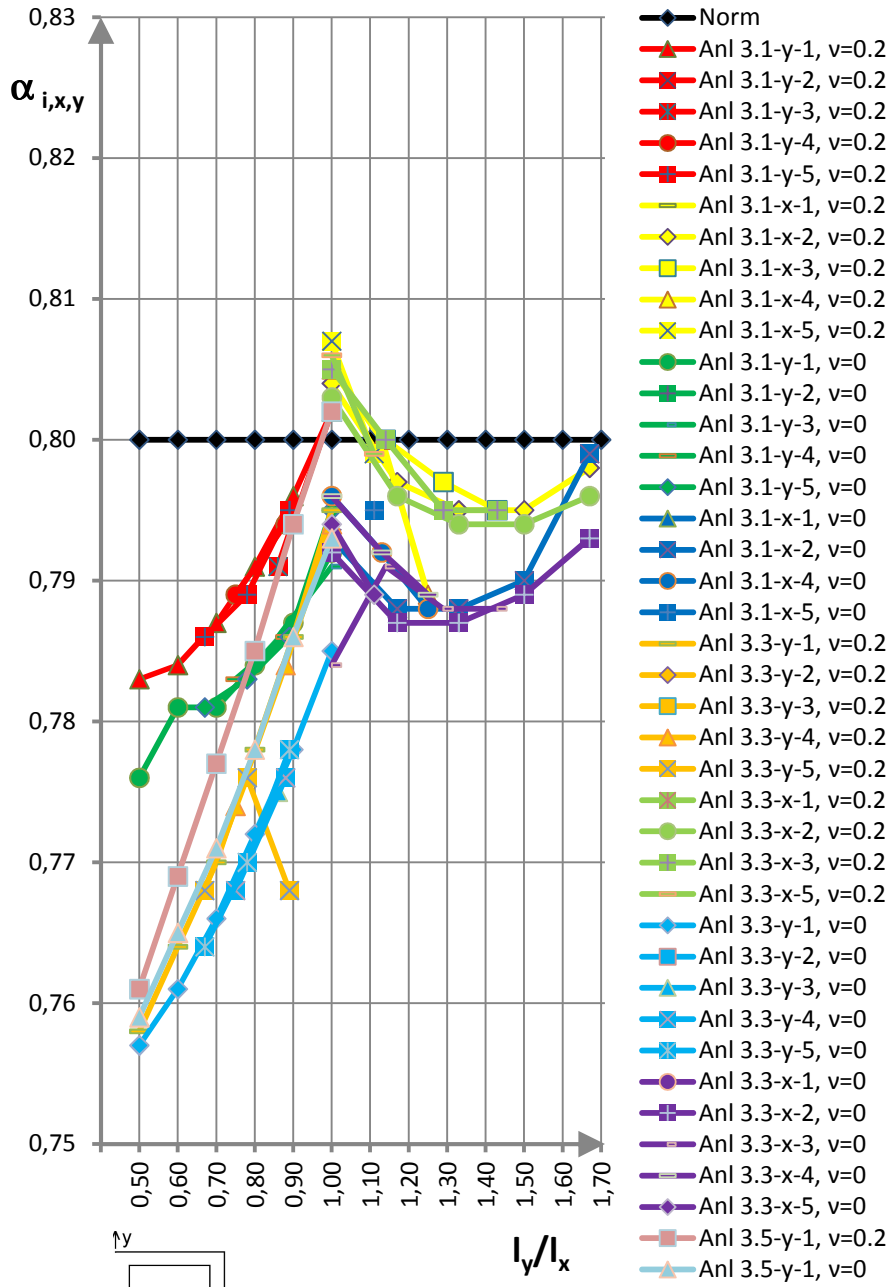
Tafel 3.3 S.6 α_{iy} Platte 5 starre Linienlagerung $\nu = 0,2$ und $\nu = 0$
 (Richtung einseitig eingespannt, Anlage 3.1 und Anlage 3.5)



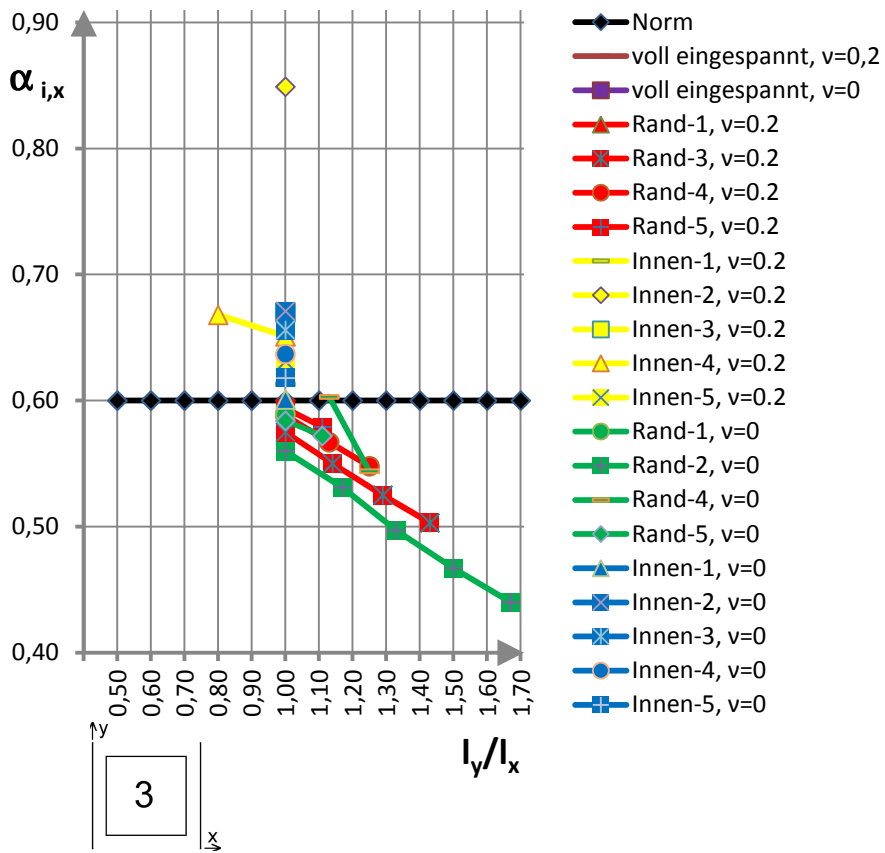
Tafel 3.3 S.7: $\alpha_{i,y}$ Platte 5 starre Linienlagerung $v = 0,2$ und $v = 0$
 einseitig eingespannt
 (aus 2 x 5 – Raster, Anlage 3.3 und Anlage 3.5)



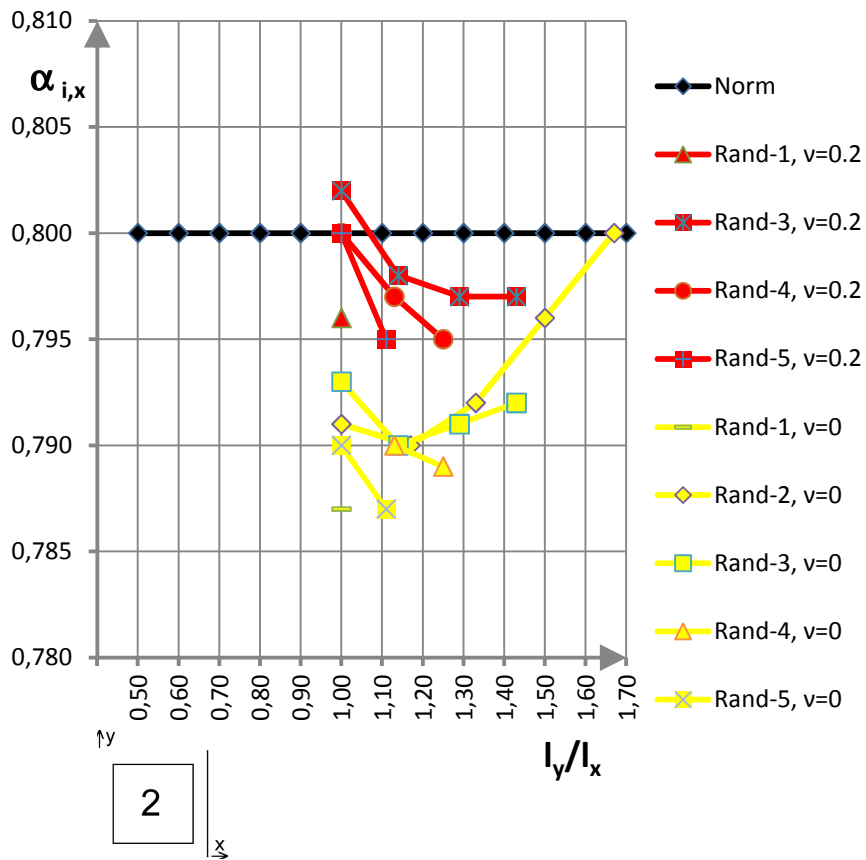
Tafel 3.3 S.8 $\alpha_{i,x}$ Platte 5 starre Linienlagerung $\nu = 0,2$ und $\nu = 0$
 zweiseitig eingespannt
 (aus 2 x 5 – Raster, Anlage 3.3 und Anlage 3.5)



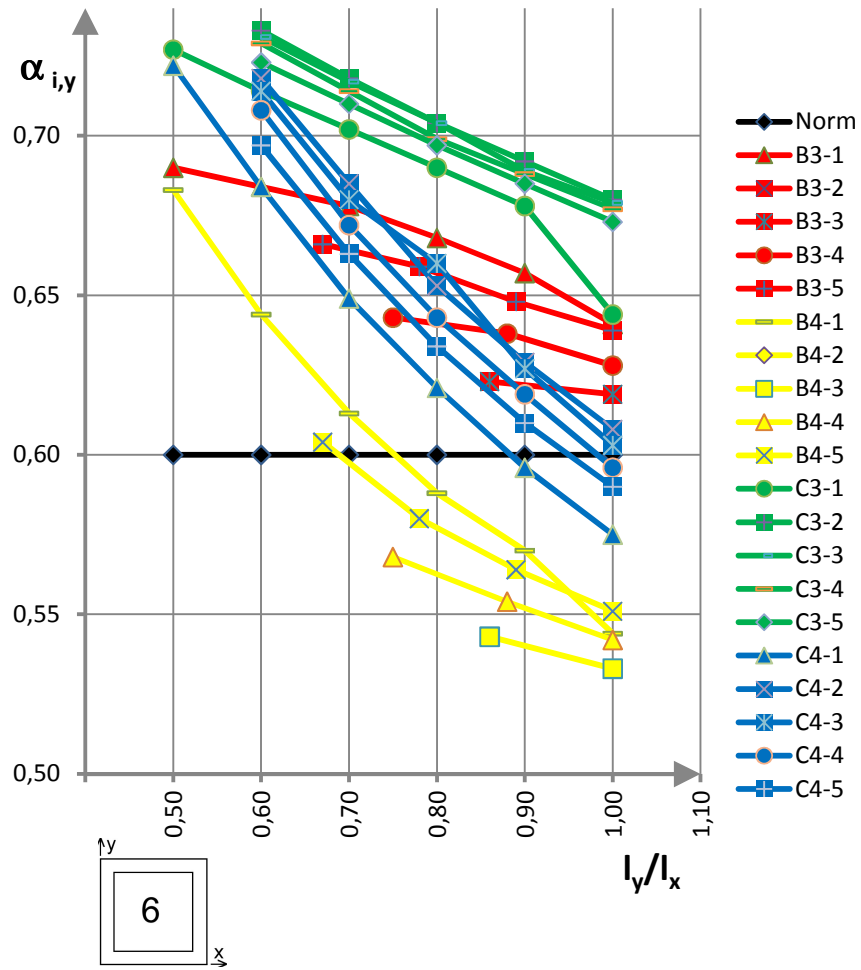
Tafel 3.3 S.9: $\alpha_{i,y}$ Platte 4 starre Linienlagerung $\nu = 0,2$ und $\nu = 0$



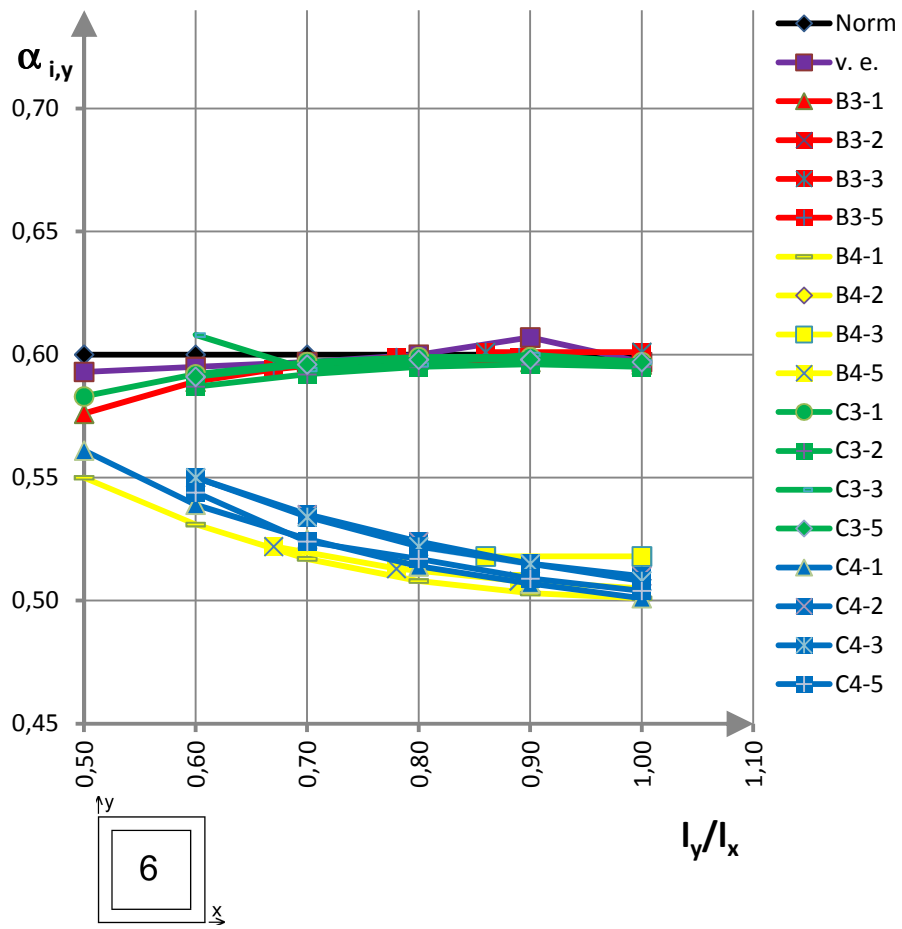
Tafel 3.3 S.10: $\alpha_{i,x}$ Platte 3 starre Linienlagerung $v = 0,2$ und $v = 0$ (Anlage 3.4 und Anlage 3.5)

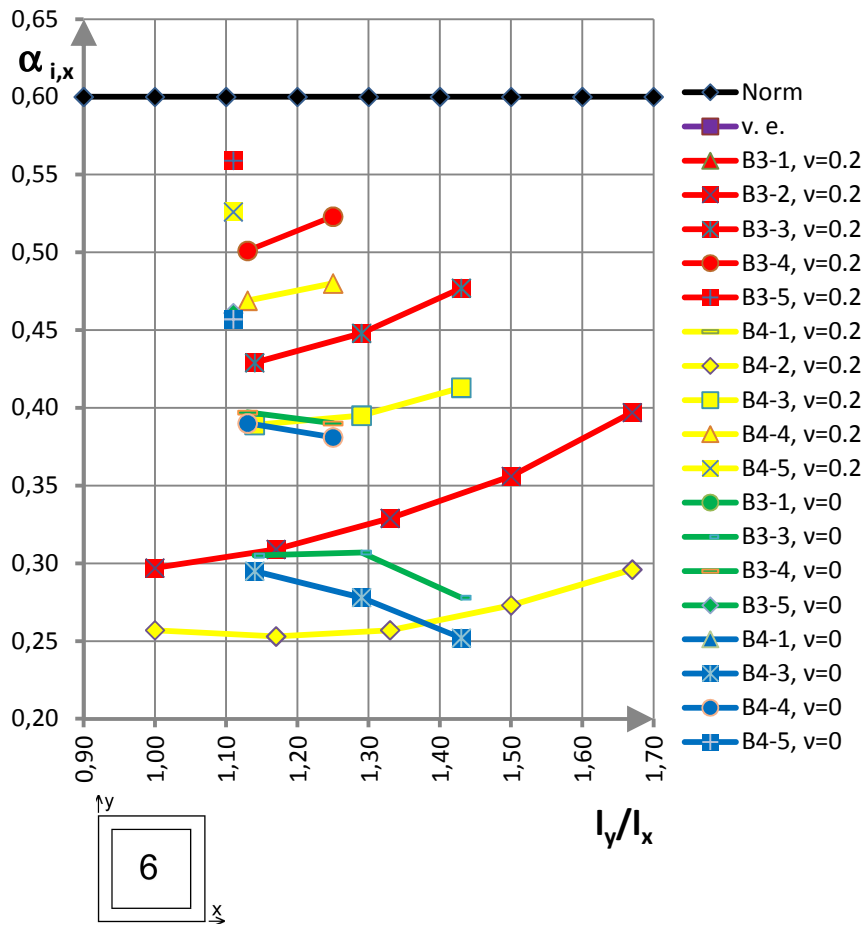


Tafel 3.3 S.11: $\alpha_{i,x}$ Platte 2 starre Linienlagerung $\nu = 0,2$ und $\nu = 0$
(Anlage 3.4 und Anlage 3.5)

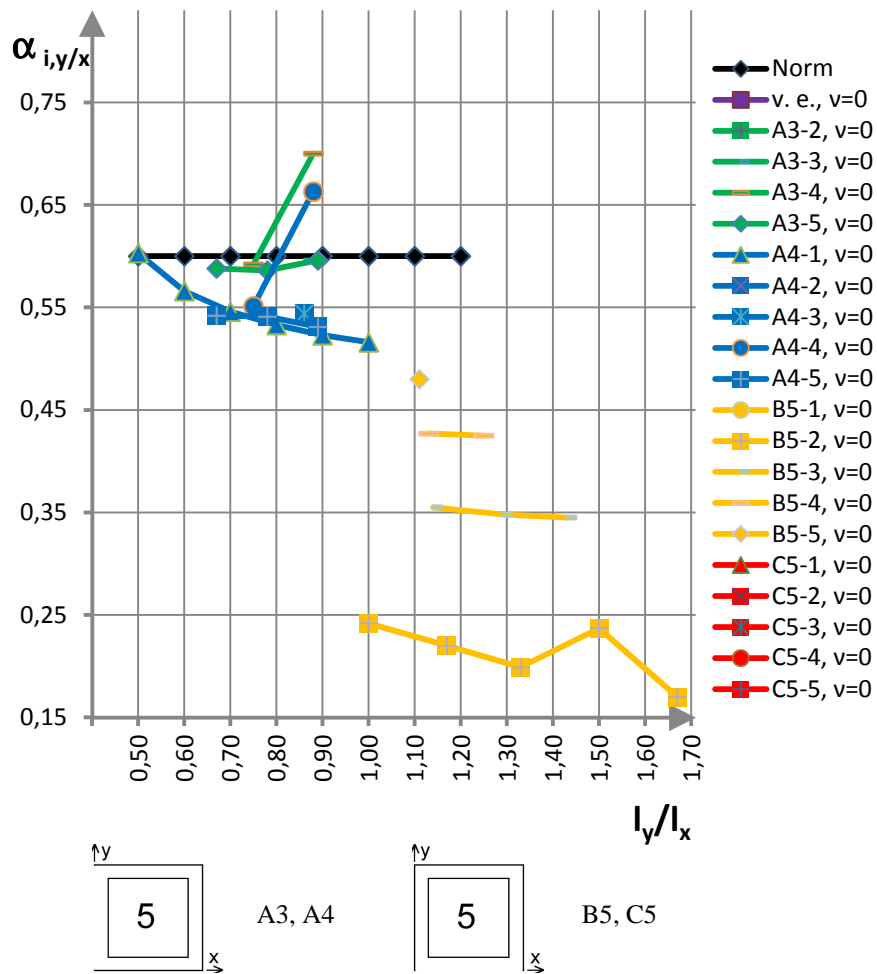


Tafel 3.3 E.1: $\alpha_{i,y}$ Platte 6 elastische Linienlagerung $\nu = 0,2$

Tafel 3.3 E.2: $\alpha_{i,y}$ Platte 6 elastische Linienlagerung $\nu = 0$

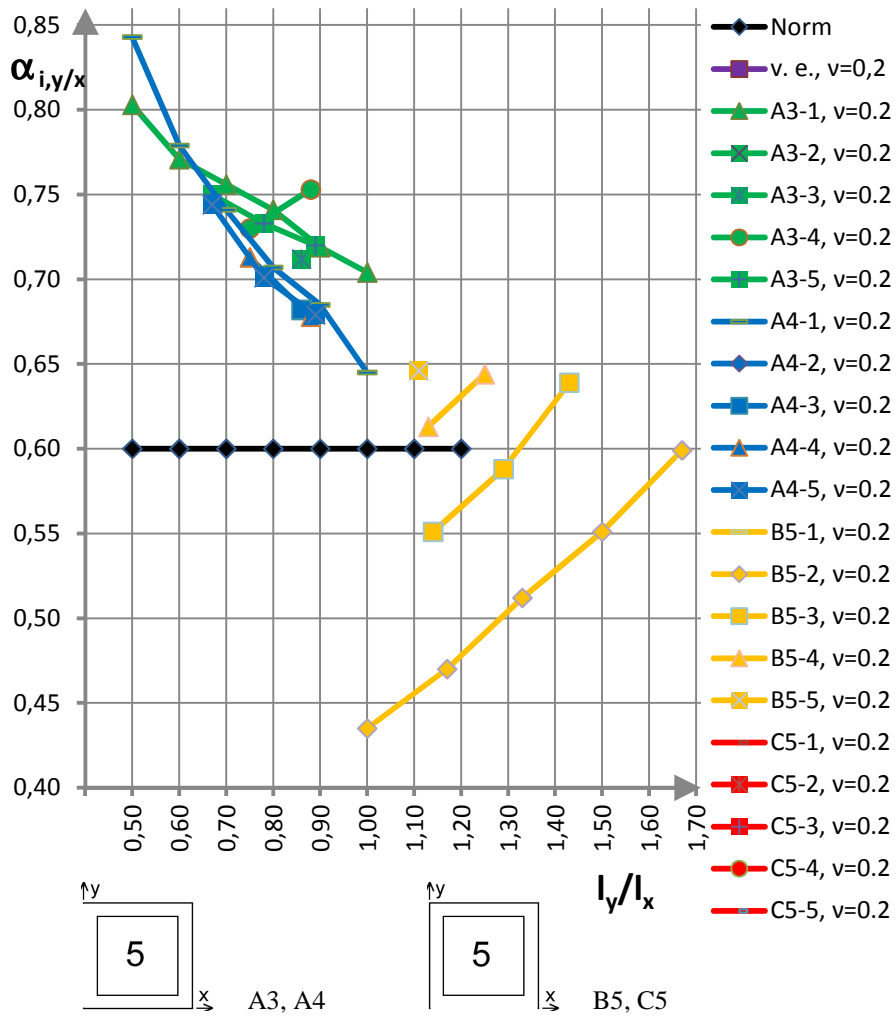


Tafel 3.3 E.3: α_{ix} Platte 6 elastische Linienlagerung $\nu = 0,2$ und $\nu = 0$
(Anlage 3.1 und Anlage 3.5)



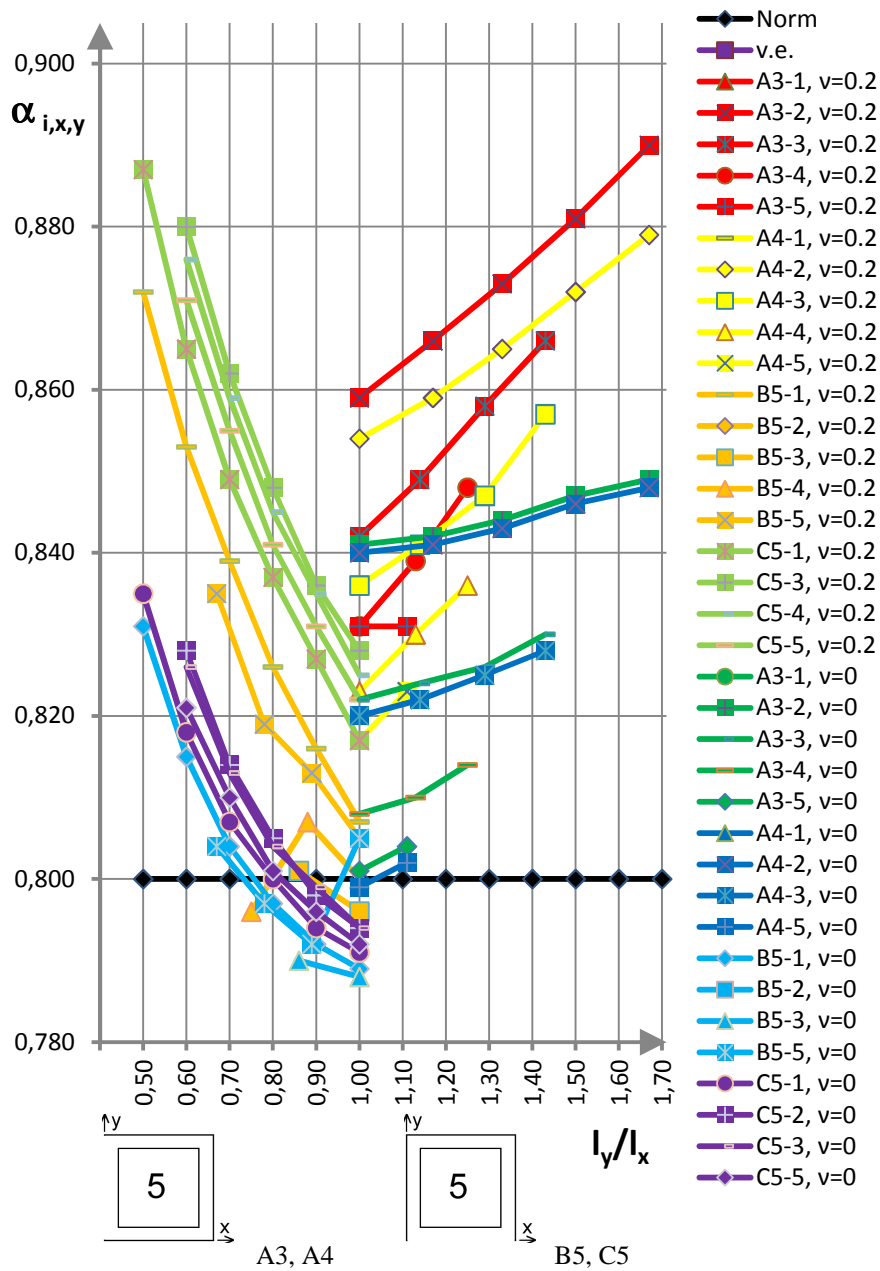
Tafel 3.3 E.4: $\alpha_{i,y/x}$ Platte 5 elastische Linienlagerung $\nu = 0,2$

(Richtung zweiseitig eingespannt, Anlage 3.1 und Anlage 3.2)

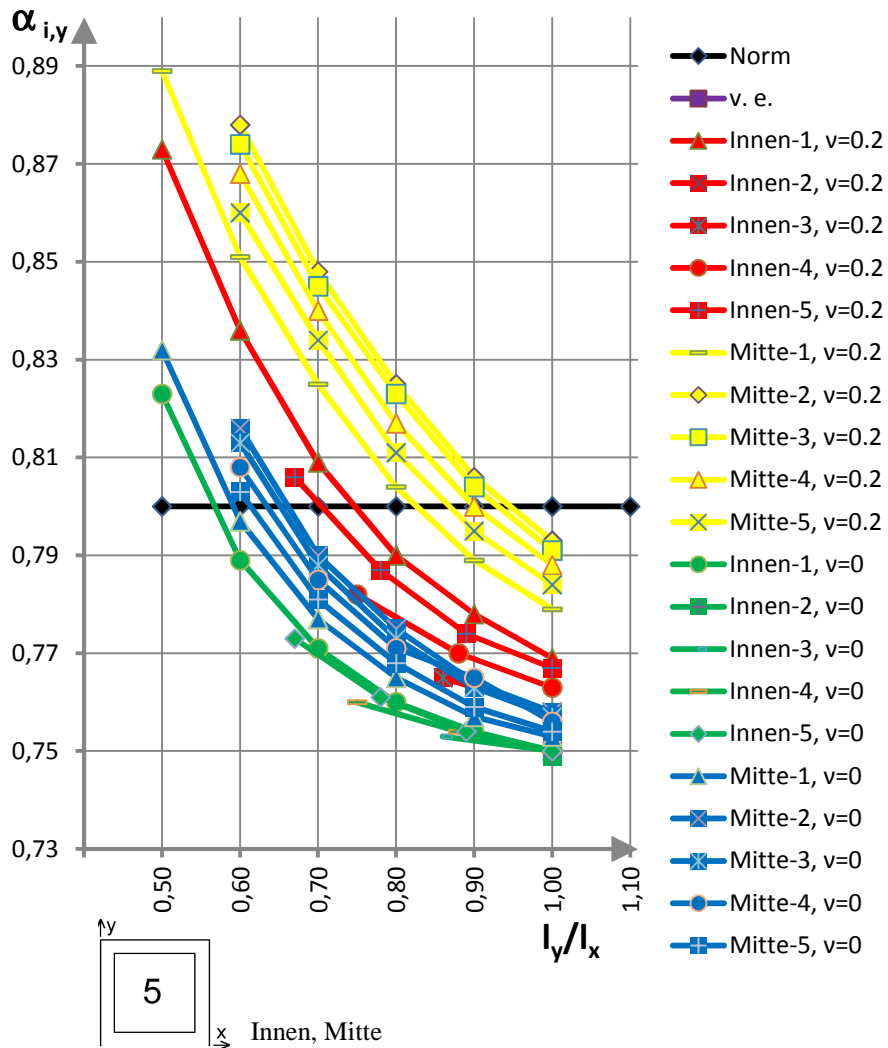


Tafel 3.3 E.5: $\alpha_{i,y/x}$ Platte 5 elastische Linienlagerung $\nu = 0$

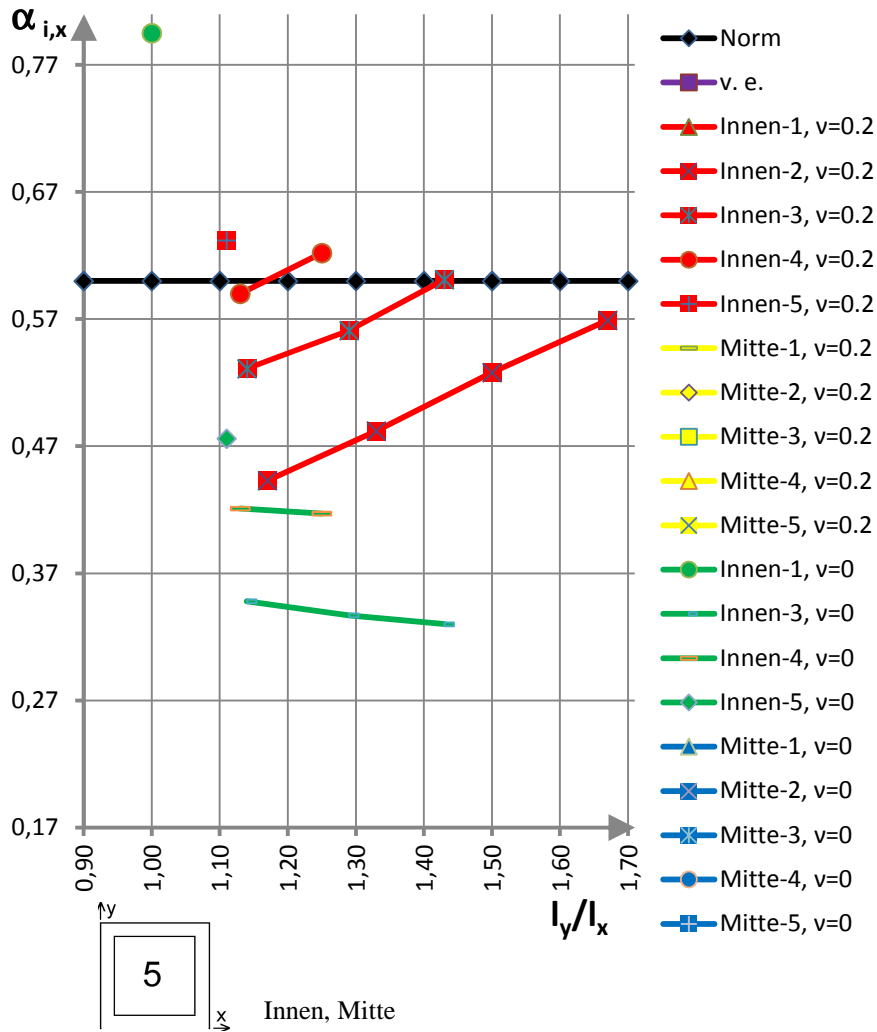
(Richtung zweiseitig eingespannt, Anlage 3.1 und Anlage 3.2)



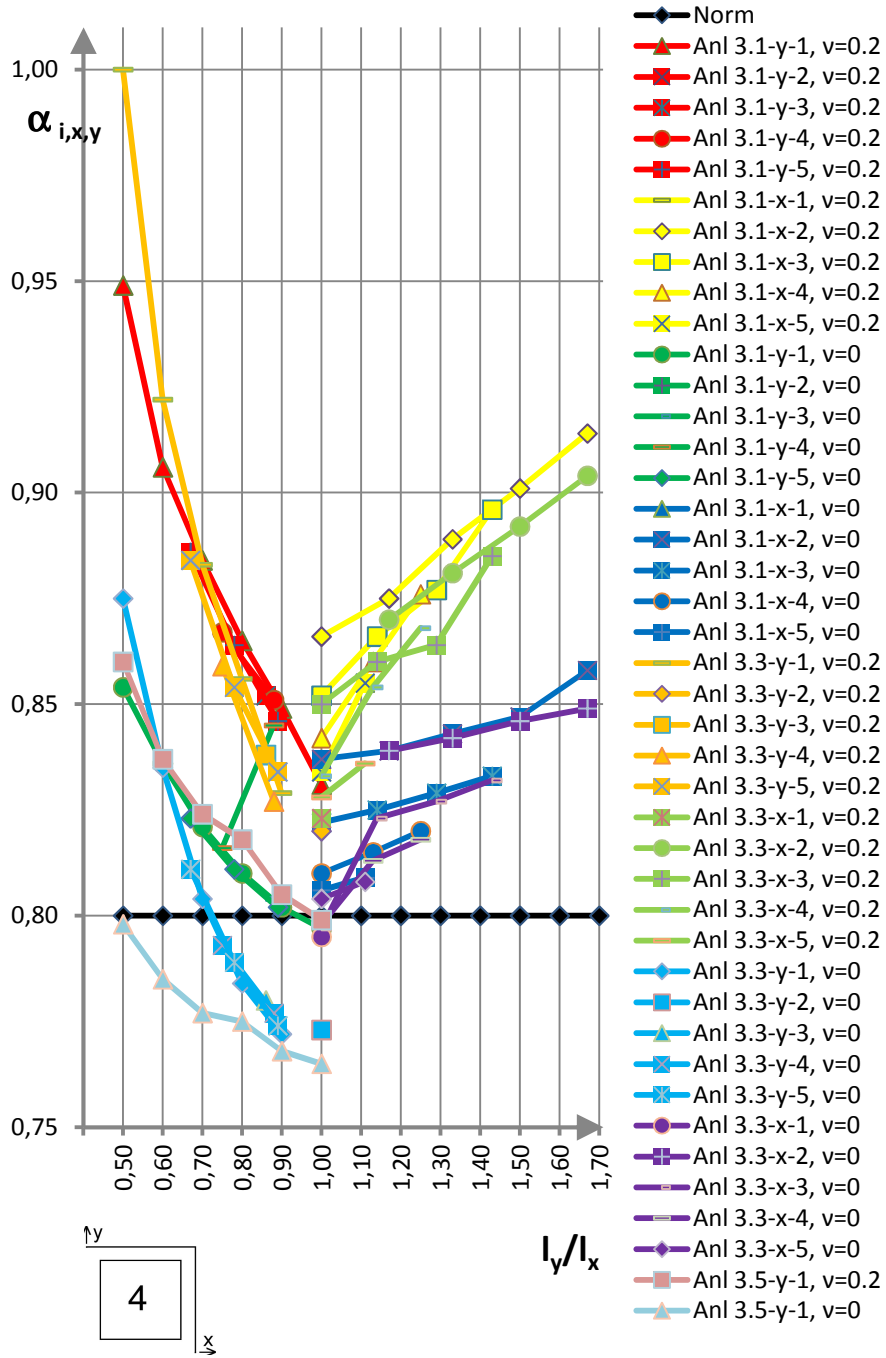
Tafel 3.3 E.6: α_{iy} Platte 5 elastische Linienlagerung $v = 0,2$ und $v = 0$
 (Richtung einseitig eingespannt, Anlage 3.1 und Anlage 3.5)



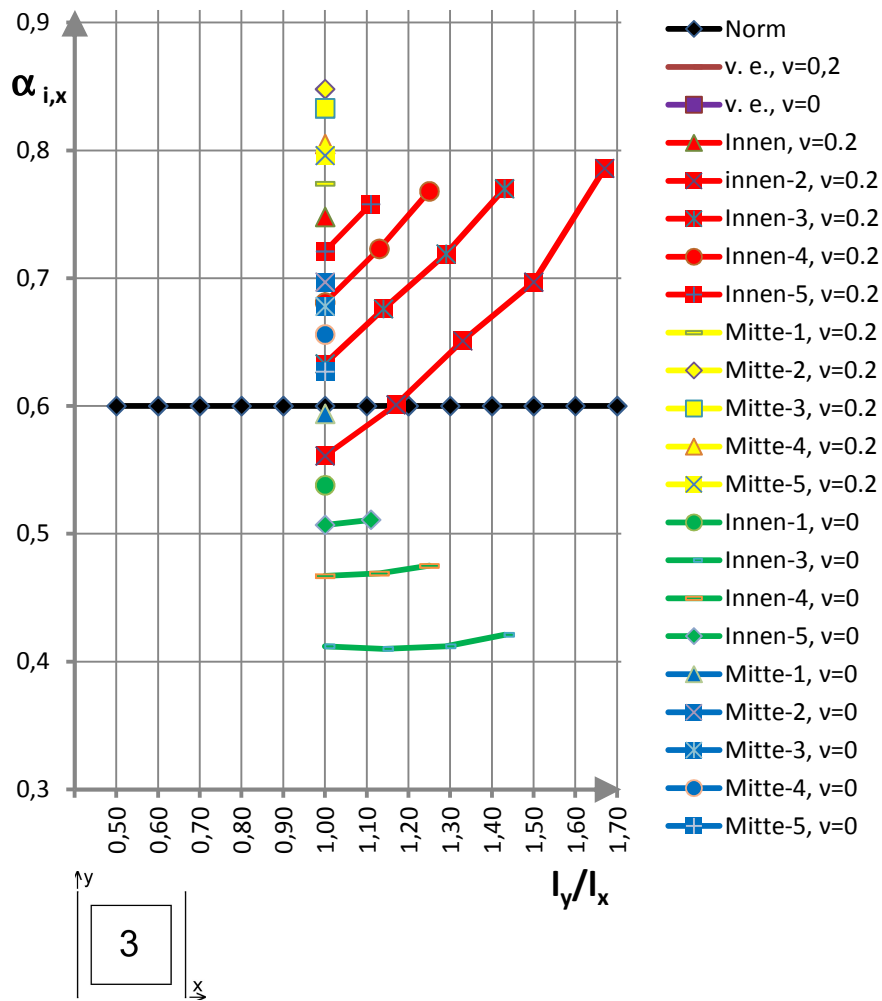
Tafel 3.3 E.7: $\alpha_{i,y}$ Platte 5 elastische Linienlagerung $v = 0,2$ und $v = 0$
 einseitig eingespannt
 (aus 2 x 5 – Raster, Anlage 3.3 und Anlage 3.5)



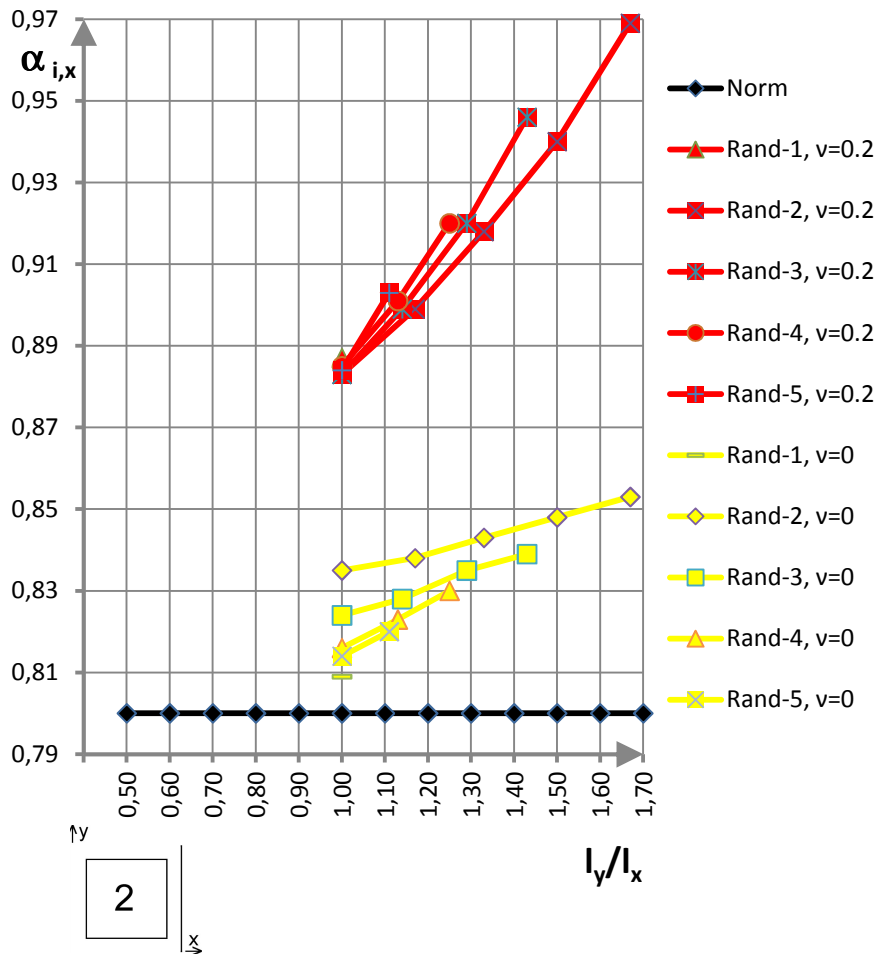
Tafel 3.3 E.8: $\alpha_{i,x}$ Platte 5 elastische Linienlagerung $\nu = 0,2$ und $\nu = 0$
 zweiseitig eingespannt
 (aus 2 x 5 – Raster, Anlage 3.3 und Anlage 3.5)



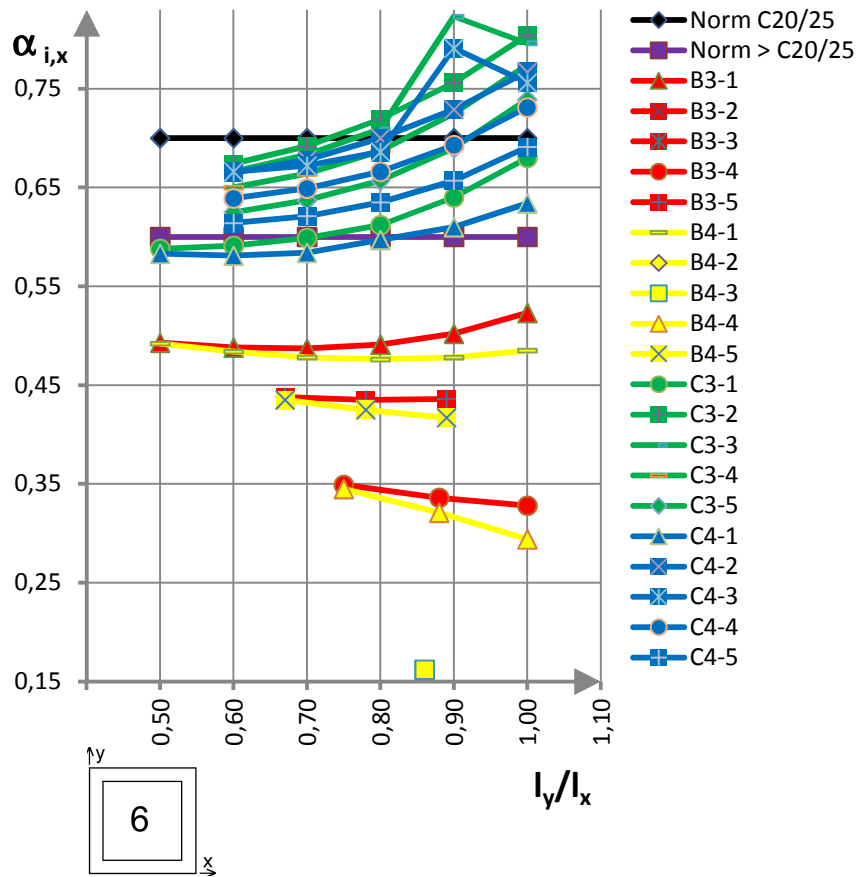
Tafel 3.3 E.9: α_{iy} Platte 4 elastische Linienlagerung $v = 0,2$ und $v = 0$



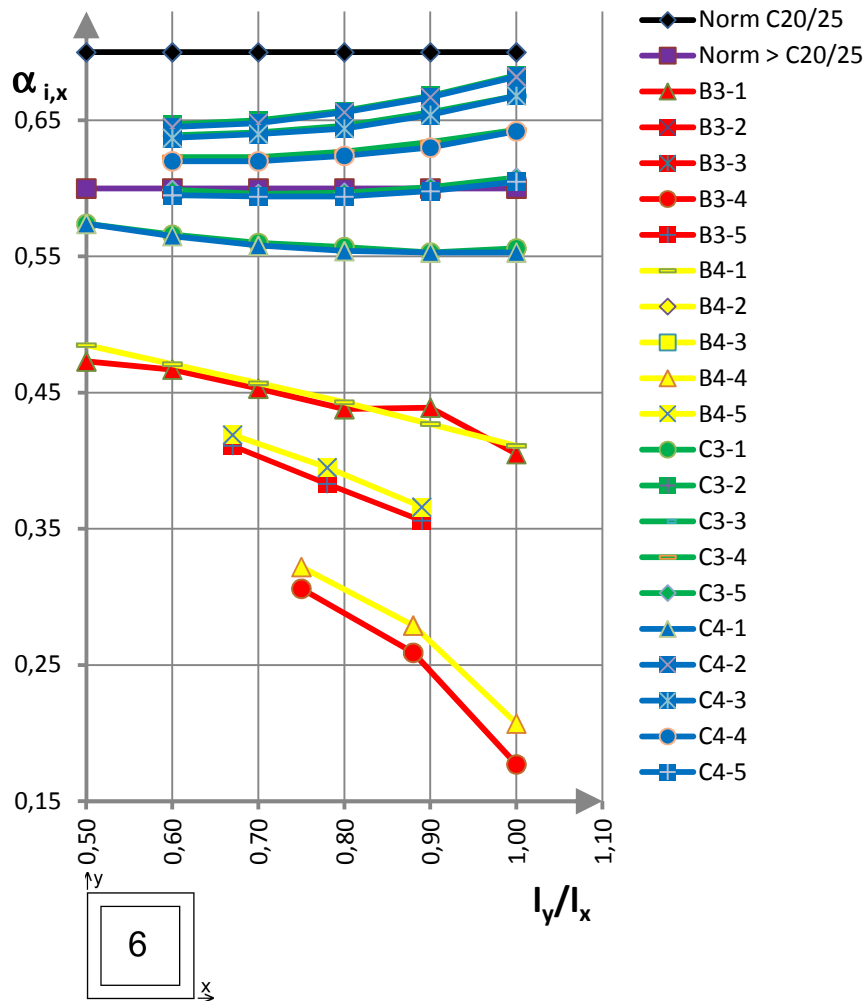
Tafel 3.3 E.10: $\alpha_{i,x}$ Platte 3 elastische Linienlagerung $\nu = 0,2$ und $\nu = 0$
(Anlage 3.4 und Anlage 3.5)



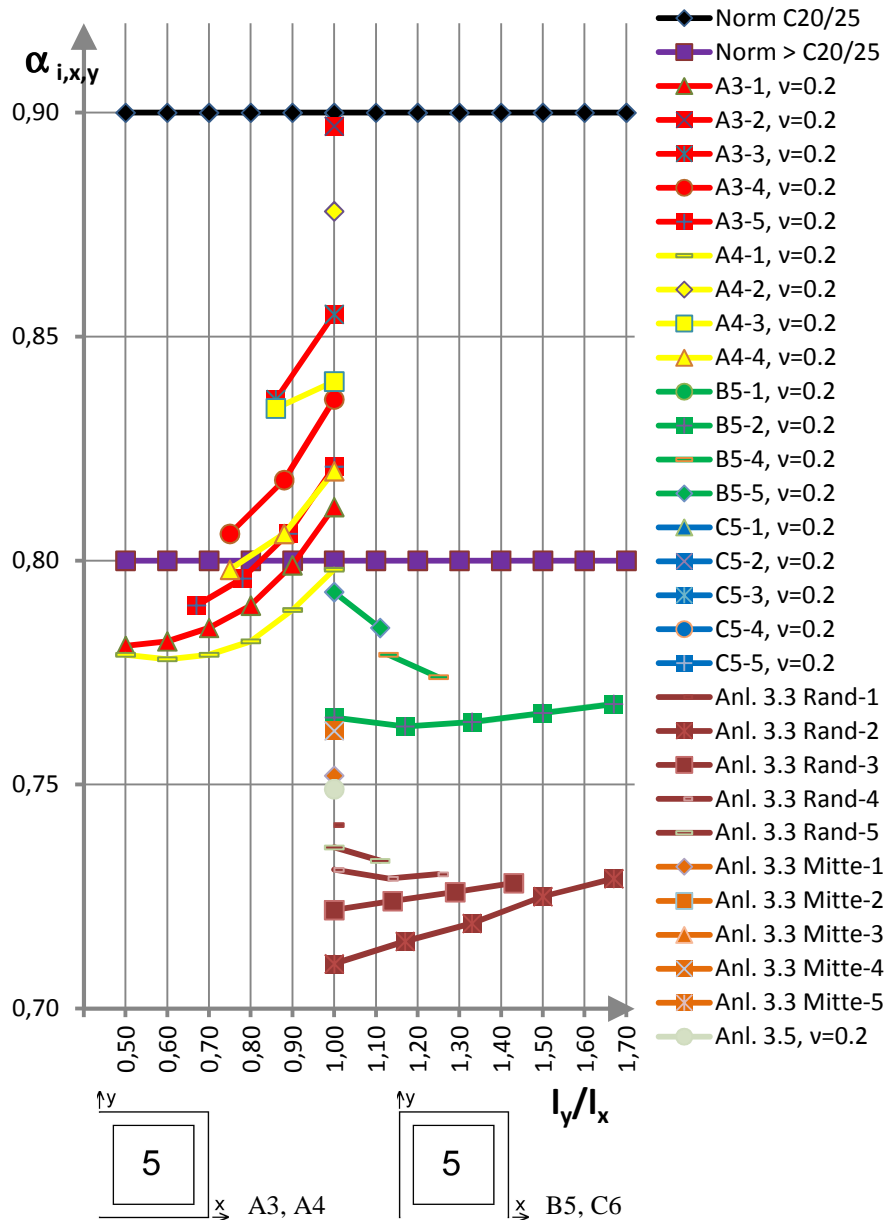
Tafel 3.3 E.11: $\alpha_{i,x}$ Platte 2 elastische Linienlagerung $\nu = 0,2$ und $\nu = 0$
(Anlage 3.4 und Anlage 3.5)



Tafel 3.3 P.1: $\alpha_{i,x}$ Platte 6 Punktstützung $\nu = 0,2$

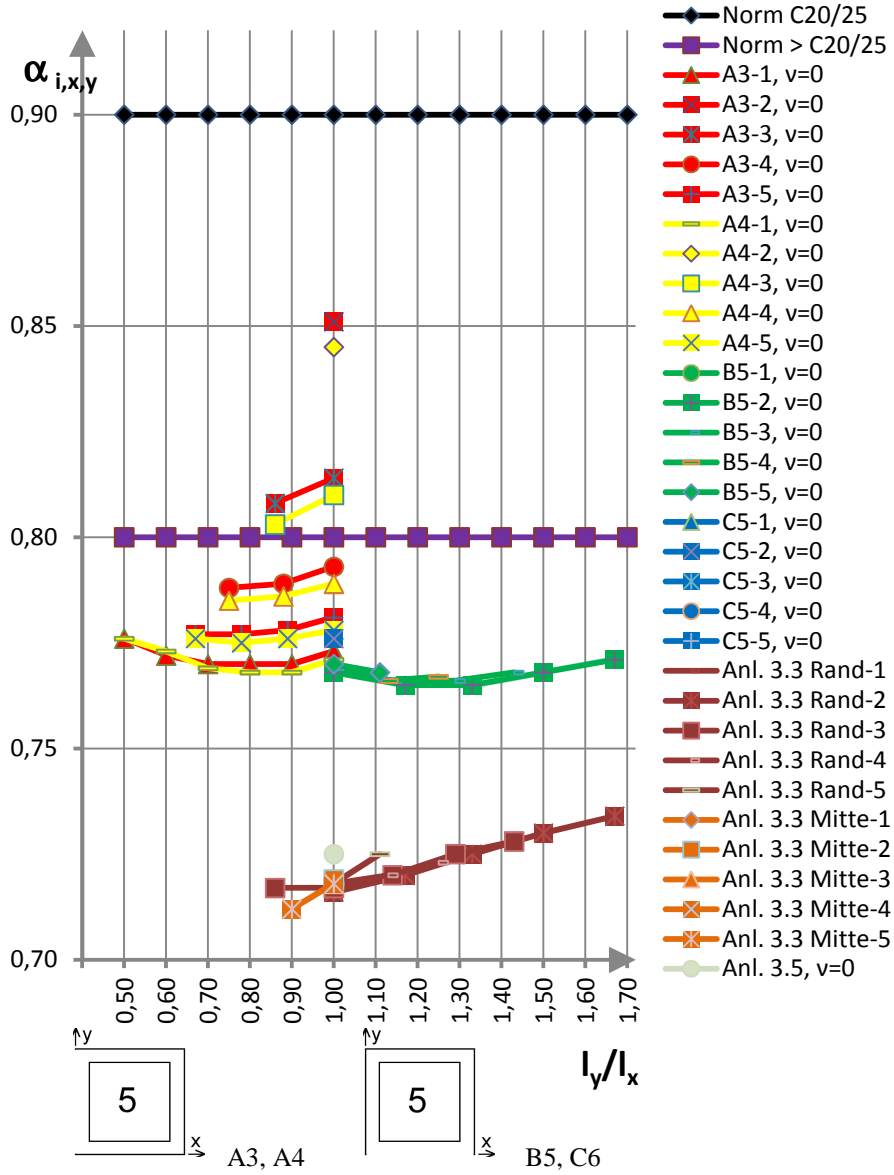


Tafel 3.3 P.2: $\alpha_{i,x}$ Platte 6 Punktstützung $\nu = 0$



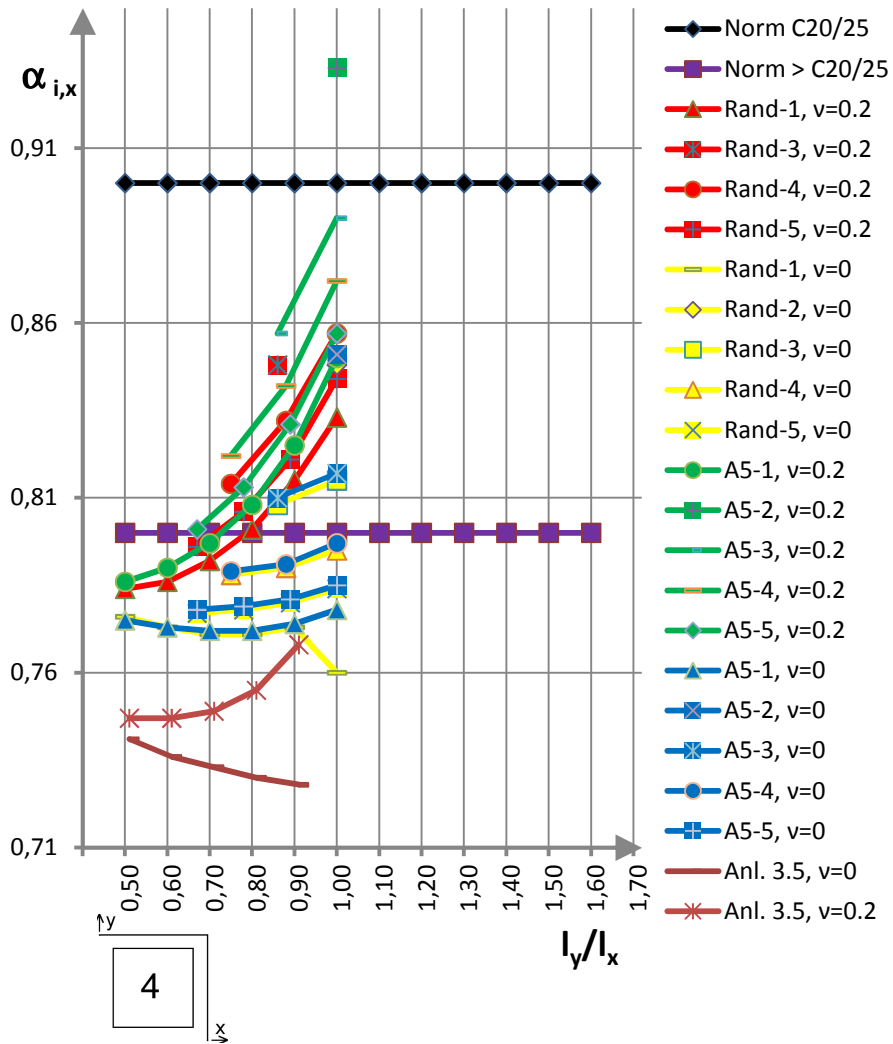
Tafel 3.3 P.3: $\alpha_{i,x,y}$ Platte 5 Punktstützung $\nu = 0,2$

(Richtung einseitig eingespannt, Anlage 3.2, Anlage 3.3 und Anlage 3.5)



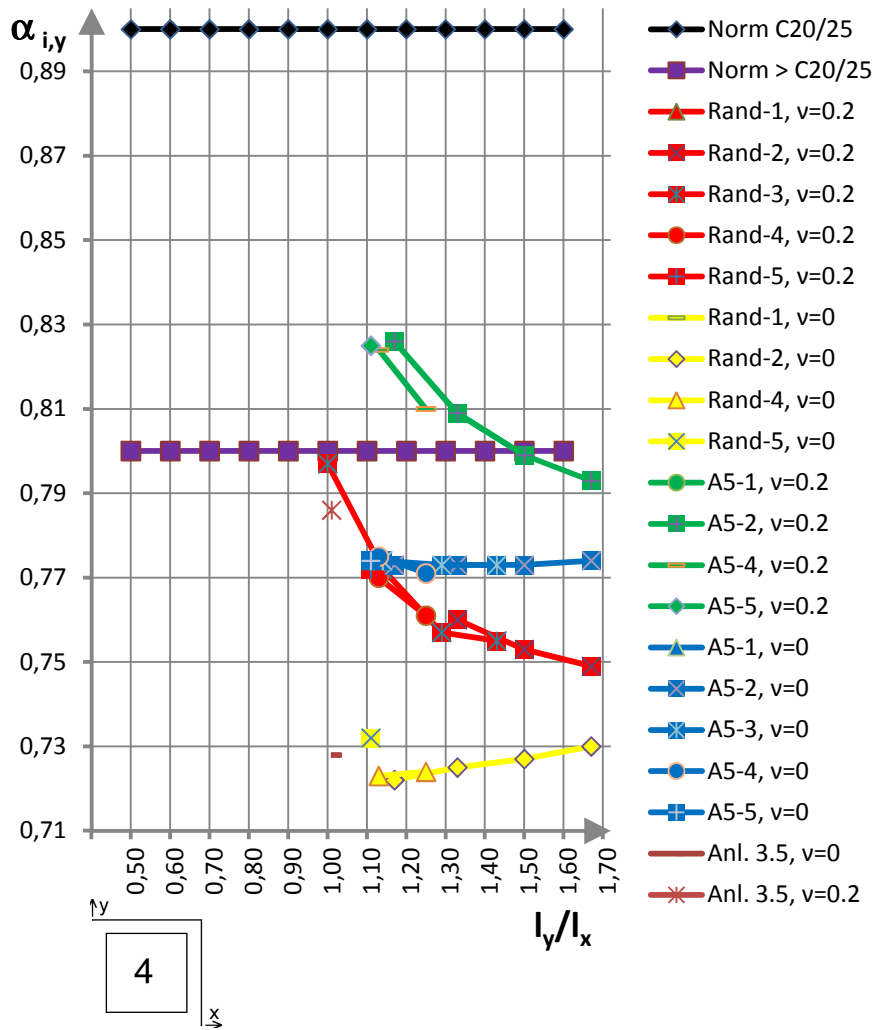
Tafel 3.3 P.4: $\alpha_{i,y/x}$ Platte 5 Punktstützung $\nu = 0,0$

(Richtung einseitig eingespannt, Anlage 3.2 und Anlage 3.2)

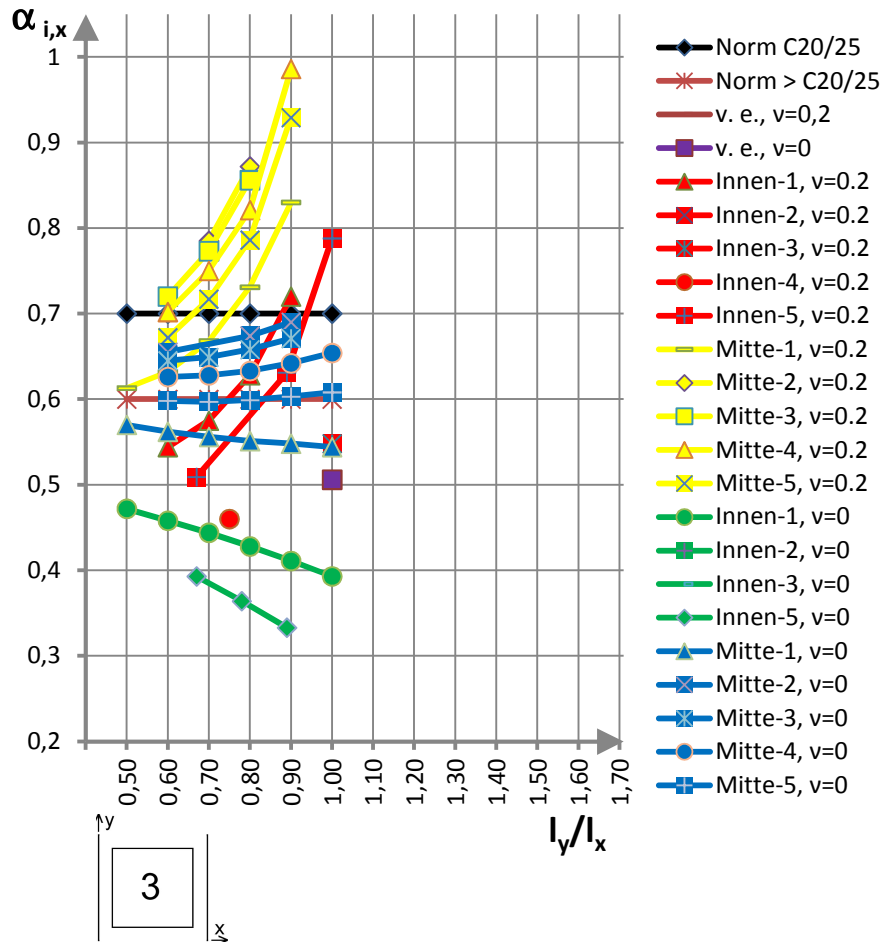


Tafel 3.3 P.5: $\alpha_{i,x}$ Platte 4 Punktstützung $v = 0$ und $v = 0.2$

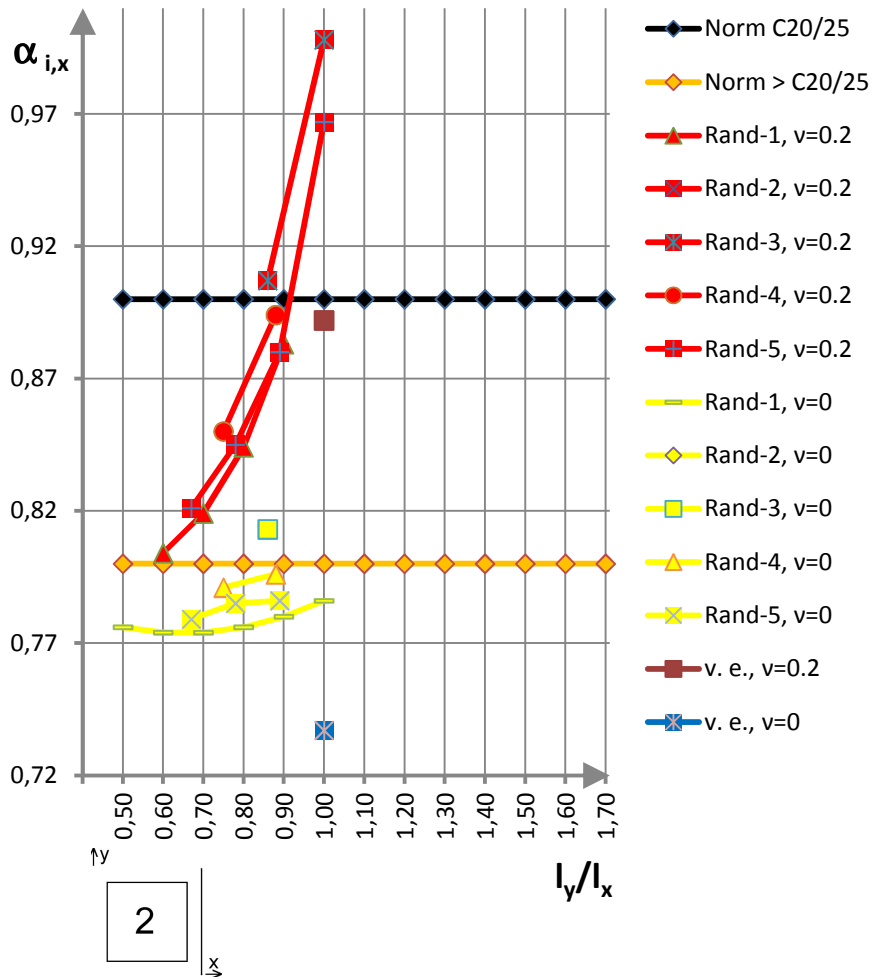
(Anlage 3.2, Anlage 3.3 und Anlage 3.5)



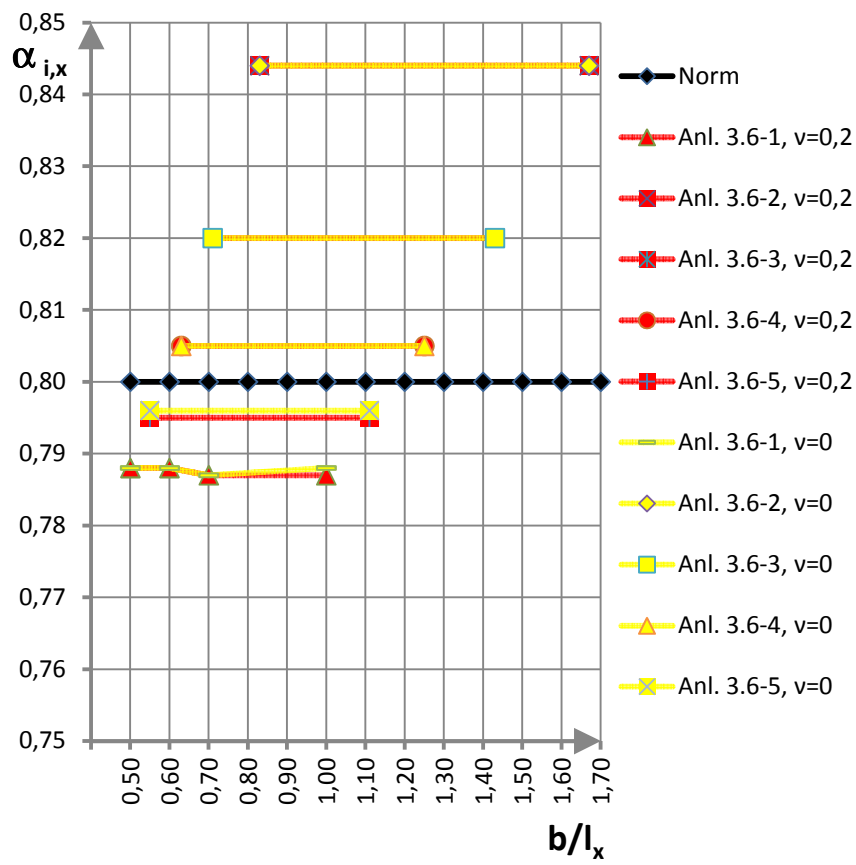
Tafel 3.3 P.6: $\alpha_{i,y}$ Platte 4 Punktstützung $v = 0$ und $v = 0.2$
 (Anlage 3.2, Anlage 3.3 und Anlage 3.5)



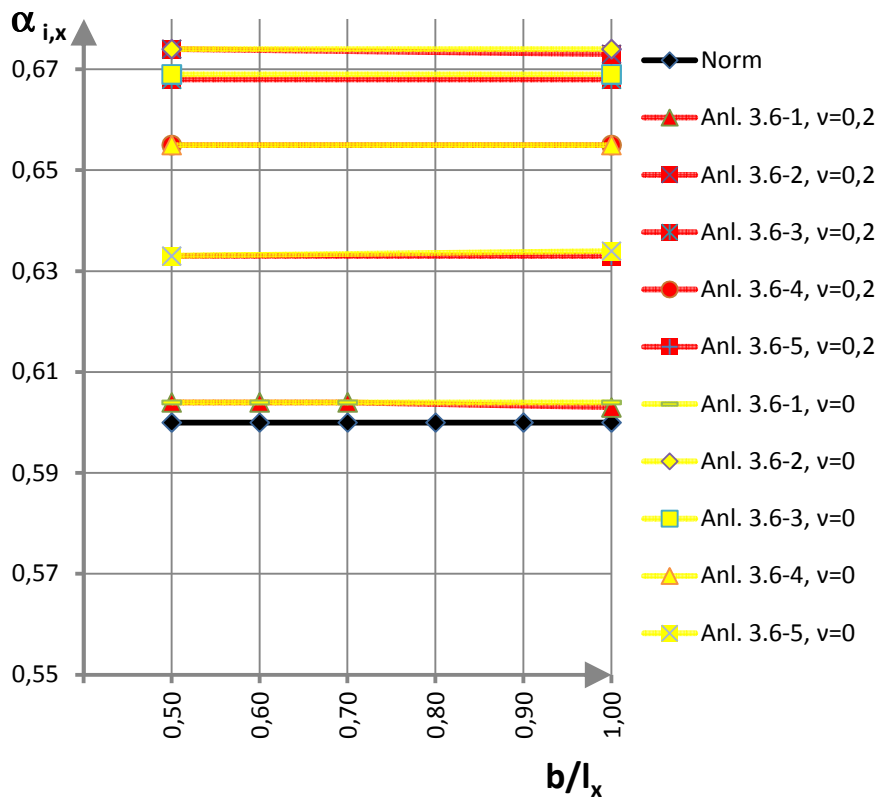
Tafel 3.3 P.7: $\alpha_{i,x}$ Platte 3 Punktstützung $v = 0,2$ und $v = 0$
(Anlage 3.4 und Anlage 3.5)



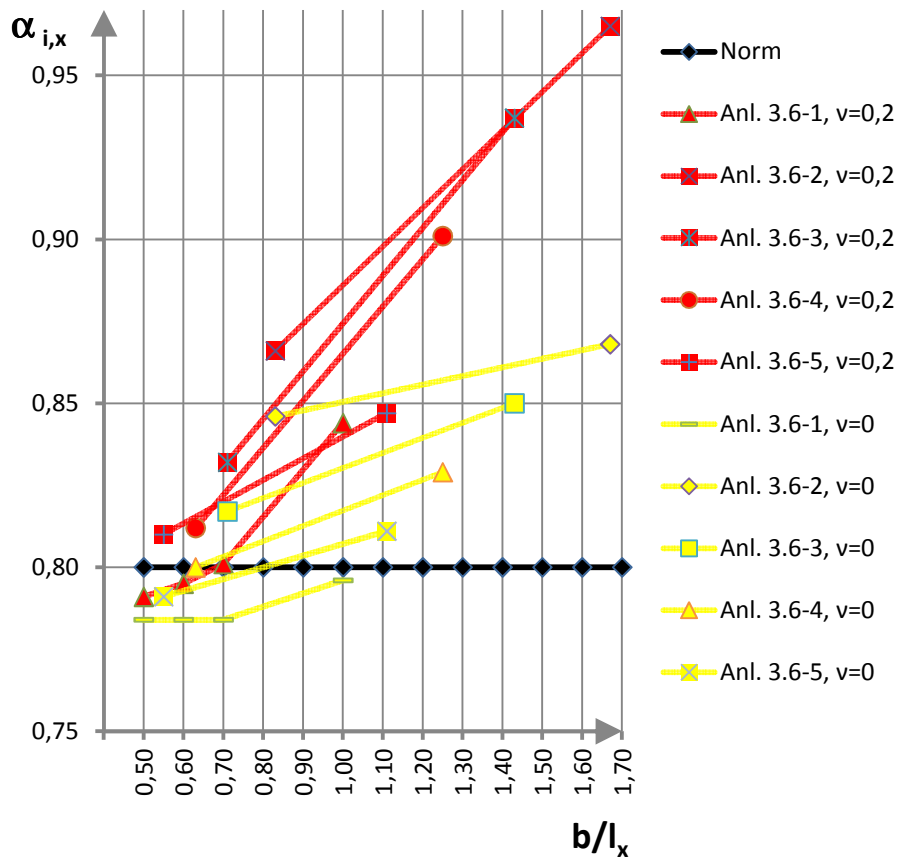
Tafel 3.3 P.8: $\alpha_{i,x}$ Platte 2 Punktstützung $v = 0,2$ und $v = 0$
(Anlage 3.4 und Anlage 3.5)



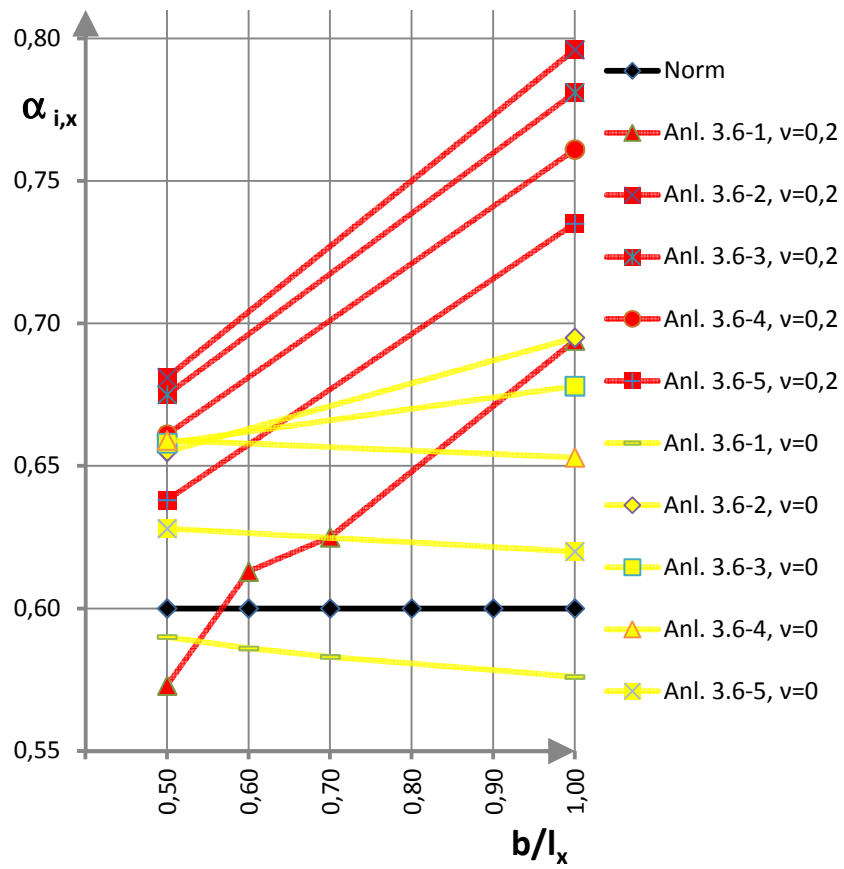
Tafel 3.3 S.1e: $\alpha_{i,x}$ starre Lagerung einachsig gespanntes Randfeld
 $\nu = 0,2$ und $\nu = 0$



Tafel 3.3 S.2e: $\alpha_{i,x}$ starre Lagerung einachsig gespanntes Mittelfeld
 $\nu = 0,2$ und $\nu = 0$



Tafel 3.3 E.1e: $\alpha_{i,x}$ elastische Lagerung einachsig gespanntes Randfeld
 $\nu = 0,2$ und $\nu = 0$



Tafel 3.3 E.2e: $\alpha_{i,x}$ elastische Lagerung einachsig gespanntes Mittelfeld
 $\nu = 0,2$ und $\nu = 0$

Anlage 4 Vergleich der Momentennullpunktabstände (Längen l in m)

Anlage 4.1: Starre Lagerung

Ort	Abschn.	l $v_{0,2x}$	l v_{0x}	%	l $v_{0,2y}$	l v_{0y}	%
A3	5.2.1.1.1	4,867	4,790		3,752	3,660	
	5.2.1.1.2		4,835			3,652	
	5.2.1.1.3		4,849	1,2		3,650	
A4	5.2.1.1.1	4,875	4,789		3,698	3,609	
	5.2.1.1.2		4,840			3,609	
	5.2.1.1.3		4,855	1,4		3,610	
A5	5.2.1.1.1	4,815	4,750		4,814	4,749	
	5.2.1.1.2		4,741			4,741	
	5.2.1.1.3		4,739			4,739	
	5.2.4		4,710			4,710	0,8
	5.2.3		4,753			4,753	
	5.2.2		4,749			4,749	
B3	5.2.1.1.1	3,829	3,715		3,856	3,739	
	5.2.1.1.2		3,698			3,745	
	5.2.1.1.3		3,697			3,745	
B4	5.2.1.1.1	3,843	3,727		3,841	3,727	
	5.2.1.1.2		3,706			3,706	0,6
	5.2.2.1.1.3		3,705			3,705	
	5.2.3		3,729			3,729	
	5.2.2		3,725			3,725	
B5	5.2.1.1.1	3,697	3,609		4,867	4,789	
	5.2.1.1.2		3,609			4,840	
	5.2.1.1.3		3,610			4,855	1,0
	5.2.3		3,566	1,2		4,788	
	5.2.2		3,613			4,790	
C3	5.2.1.1.1	3,856	3,738		3,854	3,738	
	5.2.1.1.2		3,738			3,738	
	5.2.1.1.3		3,738			3,738	
C4	5.2.1.1.1	3,858	3,739		3,830	3,686	
	5.2.1.1.2		3,745			3,698	
	5.2.1.1.3		3,745			3,697	0,3
C5	5.2.1.1.1	3,752	3,659		4,867	4,790	
	5.2.1.1.2		3,652			4,835	
	5.2.1.1.3		3,650			4,849	1,2

Anlage 4.2: Elastische Lagerung

Ort	Abschn.	l		%	l		%
		$v_{0,2x}$	v_{0x}		$v_{0,2y}$	v_{0y}	
A3	5.2.1.2.1	4,899	4,745		4,224	3,575	
	5.2.1.2.2		4,838			3,605	
A4	5.2.1.2.1	4,839	4,733		3,872	3,098	
	5.2.1.2.2		4,838	2,2		3,290	6,2
A5	5.2.1.2.1	4,985	4,783		4,986	4,783	
	5.2.1.2.2		4,778			4,778	
B3	5.2.1.2.1	3,461	3,017		3,846	3,574	
	5.2.1.2.2		3,320	10,0		3,678	
B4	5.2.1.2.1	3,320	3,004		3,324	3,004	
	5.2.1.2.2		3,301	0,9		3,301	9,9
B5	5.2.1.2.1	3,872	3,098		4,840	4,733	
	5.2.1.2.2		3,290	6,2		4,838	
C3	5.2.1.2.1	3,986	3,584		3,986	3,584	
	5.2.1.2.2		3,682			3,682	
C4	5.2.1.2.1	3,885	3,574		3,453	3,017	
	5.2.1.2.2		3,678			3,320	10,0
C5	5.2.1.2.1	4,224	3,575		4,899	4,745	
	5.2.1.2.2		3,615			4,838	

Anlage 4.3: Punktstützung

Ort	Abschn.	l		%	l		%
		$v_{0,2x}$	v_{0x}		$v_{0,2y}$	v_{0y}	
A3	5.2.1.3.1	4,872	4,633		4,647	3,324	
	5.2.1.3.2		4,710			3,337	
	5.2.1.3.3		4,725	1,9		3,342	
A4	5.2.1.3.1	4,791	4,623		3,755	2,390	
	5.2.1.3.2		4,720			2,448	
	5.2.1.3.3		4,737	2,5		2,449	2,4
A5	5.2.1.3.1	5,102	4,665		5,102	4,665	
	5.2.1.3.2		4,651			4,651	
	5.2.1.3.3		4,651			4,651	
B3	5.2.1.3.1	3,139	2,431		3,808	3,316	
	5.2.1.3.2		2,582			3,347	
	5.2.1.3.3		2,585	6,3		3,352	1,1
B4	5.2.1.3.1	2,912	2,461		2,914	2,46	
	5.2.1.3.2		2,562			2,552	
	5.2.1.3.3		2,552			2,554	3,8
B5	5.2.1.3.1	3,785	2,390		4,791	4,623	
	5.2.1.3.2		2,448			4,720	
	5.2.1.3.3		2,449	2,5		4,737	2,5
C3	5.2.1.3.1	4,080	3,334		4,08	3,334	
	5.2.1.3.2		3,384			3,384	
	5.2.1.3.3		3,393			3,393	1,7
C4	5.2.1.3.1	3,804	3,316		3,139	2,430	
	5.2.1.3.2		3,847			2,582	
	5.2.1.3.3		3,352			2,585	6,4
C5	5.2.1.3.1	4,647	3,312		4,872	4,638	
	5.2.1.3.2		3,337			4,710	
	5.2.1.3.3		3,342			4,725	1,9

Anlage 5 Einfluß der Schubverzerrung (Längen l in m)

Anlage 5.1: Starre Lagerung

Ort	Abschn.	l $v_{0,2x}$	%	l v_{0x}	l $v_{0,2y}$	%	l v_{0y}	%
A3	5.2.1.1.4	2,923		2,876	2,223		2,179	
	5.2.1.1.5	2,874	1,7	2,829	2,220		2,177	
A4	5.2.1.1.4	2,920		2,873	2,201		2,162	
	5.2.1.1.5	2,870	1,7	2,825	2,196		2,157	
A5	5.2.1.1.4	2,895		2,856	2,892		2,846	
	5.2.1.1.5	2,849	1,6	2,810	2,840	1,8	2,803	1,5
B3	5.2.1.1.4	2,273		2,256	2,256		2,202	
	5.2.1.1.5	2,265		2,199	2,252		2,198	
B4	5.2.1.1.4	2,316		2,237	2,276		2,224	
	5.2.1.1.5	2,296		2,229	2,226	2,2	2,215	
B5	5.2.1.1.4	2,152		2,206	2,930		2,870	
	5.2.1.1.5	2,148		2,201	2,863	2,3	2,816	1,9
C3	5.2.1.1.4	4,477		4,340	2,142		2,130	
	5.2.1.1.5	4,448		4,320	2,143		2,128	
C4	5.2.1.1.4	4,493		4,363	2,044		2,033	
	5.2.1.1.5	4,465		4,337	2,042		2,029	
C5	5.2.1.1.4	4,366		4,229	2,818		2,800	
	5.2.1.1.5	4,346		4,213	2,802		2,712	

Anlage 5.2: Elastische Lagerung

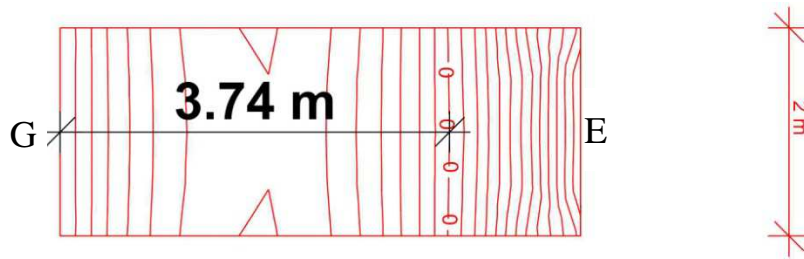
Ort	Abschn.	l $v_{0,2x}$	%	l v_{0x}	l $v_{0,2y}$	%	l v_{0y}
A3	5.2.1.2.3	3,094		3,028	2,516		2,266
	5.2.1.2.4	3,094		3,030	2,541	1,0	2,172
A4	5.2.1.2.3	3,074		3,024	2,376		1,967
	5.2.1.2.4	3,067		3,026	2,367		1,973
A5	5.2.1.2.3	3,117		3,014	3,031		2,878
	5.2.1.2.4	3,116	3,2	3,067	3,033		2,863
B3	5.2.1.2.3	1,070		0,511	2,172		2,175
	5.2.1.2.4	1,075		0,515	2,156		2,181
B4	5.2.1.2.3	0,925		0,491	1,872		1,870
	5.2.1.2.4	0,929		0,494	1,846		1,877
B5	5.2.1.2.3	1,586		0,872	2,834		2,832
	5.2.1.2.4	1,503	5,5	0,875	2,838		2,836
C3	5.2.1.2.3	4,174		4,059	2,638		2,113
	5.2.1.2.4	4,180		4,067	2,635		2,115
C4	5.2.1.2.3	4,142		4,055	2,586		1,988
	5.2.1.2.4	4,150		4,063	2,585		1,992
C5	5.2.1.2.3	4,205		4,069	3,176		2,979
	5.2.1.2.4	4,287	1,9	4,078	3,177		2,981

Anlage 5.3: Punktstützung

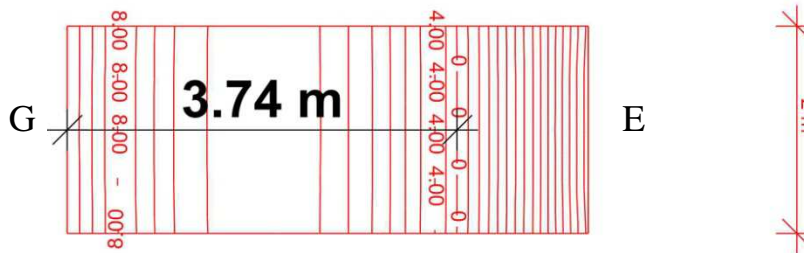
Ort	Abschn.	l		l		%
		$v_{0,2x}$	$v_{0,x}$	$v_{0,2y}$	$v_{0,y}$	
A3	5.2.1.3.4	3,229	3,064	3,059		2,001
	5.2.1.3.5	3,238	3,068	3,115		2,008
A4	5.2.1.3.4	3,160	3,041	2,470		1,406
	5.2.1.3.5	3,168	3,045	2,506		1,398
A5	5.2.1.3.4	3,360	3,065	3,314		2,803
	5.2.1.3.5	3,366	3,068	3,148	5,2	2,806
B3	5.2.1.3.4	--	--	1,924		1,981
	5.2.1.3.5	--	--	1,931		1,988
B4	5.2.1.3.4	--	--	1,353		1,496
	5.2.1.3.5	--	--	1,332	2,5	1,490
B5	5.2.1.3.4	--	--	2,755		2,765
	5.2.1.3.5	--	--	2,756		2,767
C3	5.2.1.3.4	4,046	3,881	--		2,054
	5.2.1.3.5	4,055	3,888	--		2,062
C4	5.2.1.3.4	3,987	3,871	--		--
	5.2.1.3.5	3,995	3,878	--		--
C5	5.2.1.3.4	4,175	3,904	--		3,020
	5.1.3.5	4,189	3,912	--		3,017

Anlage 6 Momentennullpunktabstände für schlanke Einfeldplatten

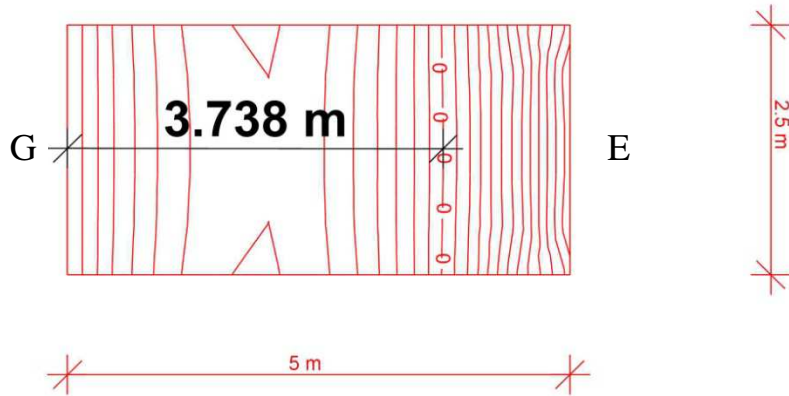
Kürzerer Rand E: eingespannt, G: gelenkig gelagert, längere Ränder frei: 0, $\nu = 0$
 Z: Zuglagerausschaltung.



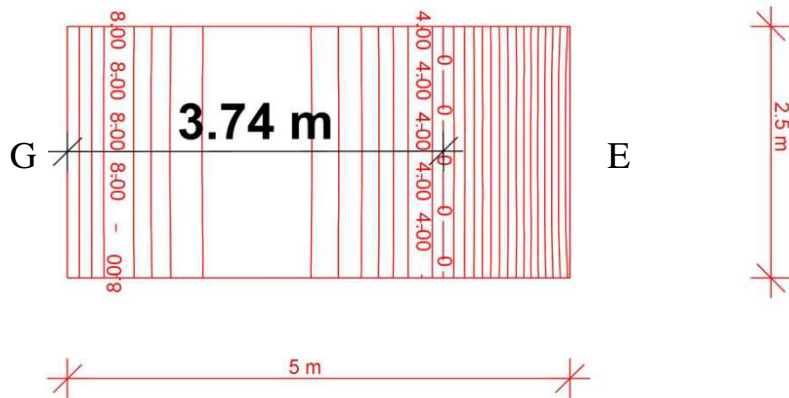
SGE2NX; starre Lagerung; links gelenkig; rechts voll eingespannt; $b/l = 0,4$
 Nullstellendatei; x-Richtung; $\nu = 0,2$



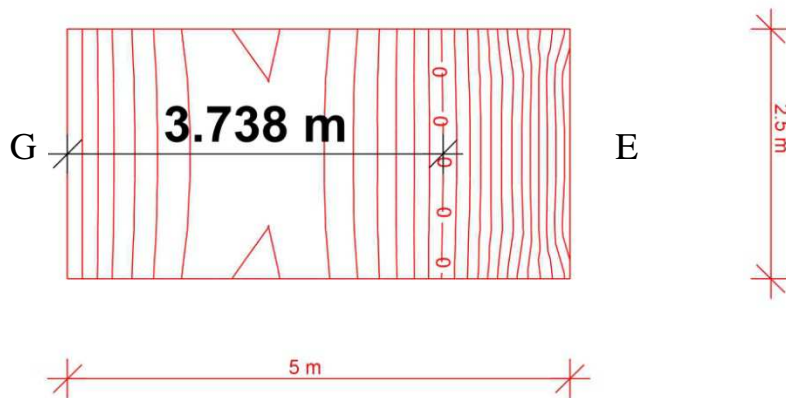
SGE20NX; starre Lagerung; links gelenkig; rechts voll eingespannt; $b/l = 0,4$
 Nullstellendatei; x-Richtung; $\nu = 0$



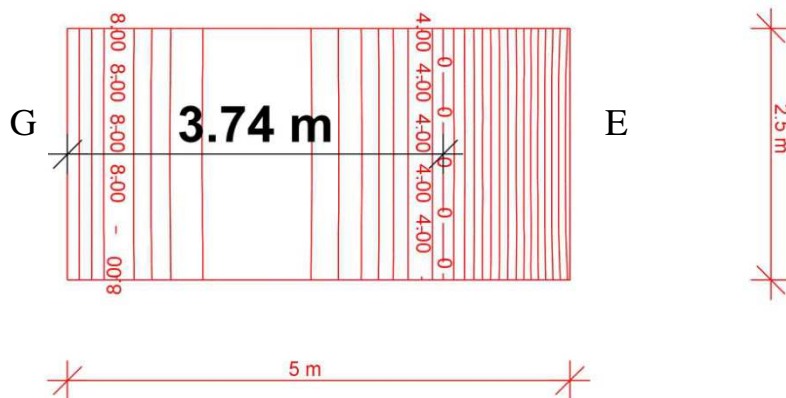
SGENX; starre Lagerung; links gelenkig; rechts voll eingespannt; $b/l = 0,5$
 Nullstellendatei; x-Richtung; $v = 0,2$



SGE0NX; starre Lagerung; links gelenkig; rechts voll eingespannt; $b/l = 0,5$
 Nullstellendatei; x-Richtung; $v = 0$

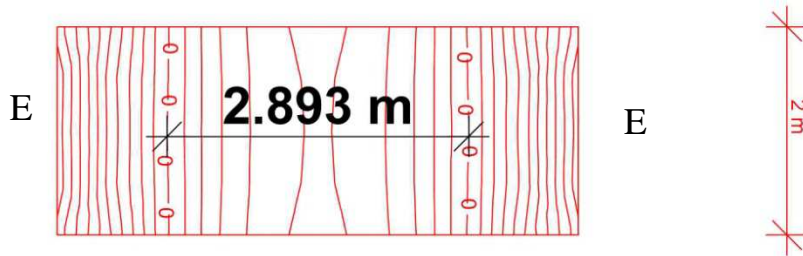


SGEZNX; starre Lagerung; links gelenkig; rechts voll eingespannt; $b/l = 0,5$
Nullstellendatei; x-Richtung; $\nu = 0,2$; Zuglagerausschaltung

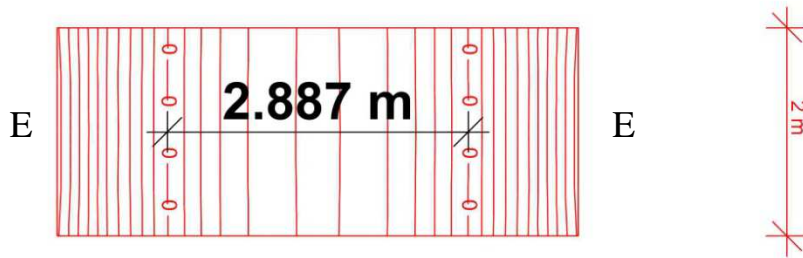


SGEZ0NX; starre Lagerung; links gelenkig; rechts voll eingespannt; $b/l = 0,5$
Nullstellendatei; x-Richtung; $\nu = 0$; Zuglagerausschaltung

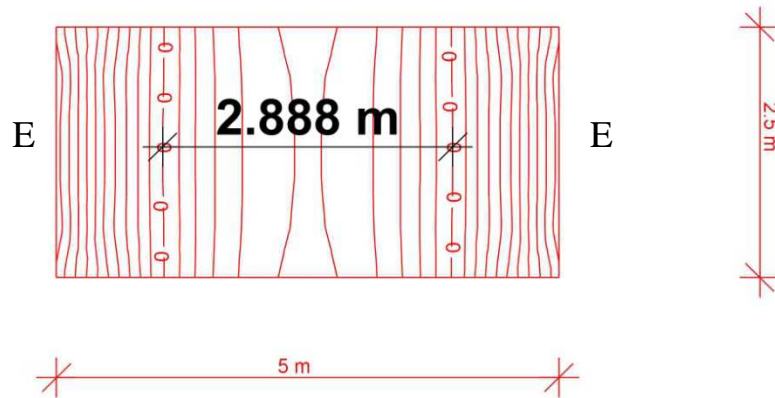
EE: Alle kurzen Ränder eingespannt, längere Ränder frei: 0, $\nu = 0$
Z: Zuglagerschaltung.



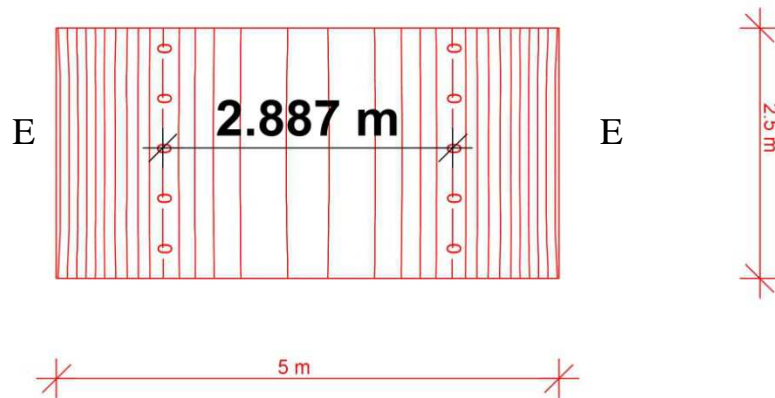
SEE2NX; starre Lagerung; beidseitig voll eingespannt; $b/l = 0,4$
Nullstellendatei; x-Richtung; $\nu = 0,2$



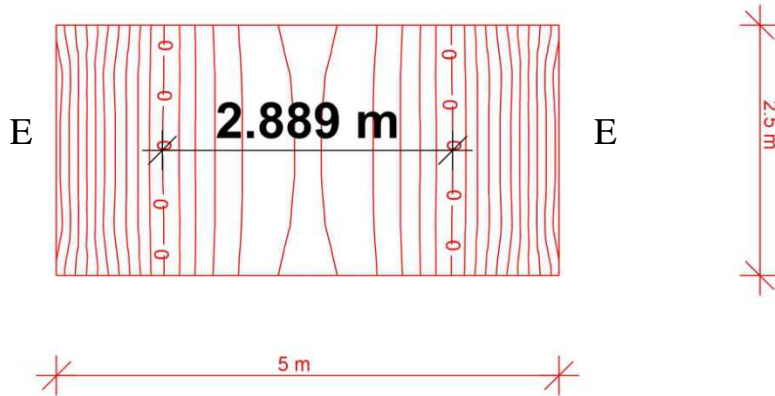
SEE20NX; starre Lagerung; beidseitig voll eingespannt; $b/l = 0,4$
Nullstellendatei; x-Richtung; $\nu = 0$



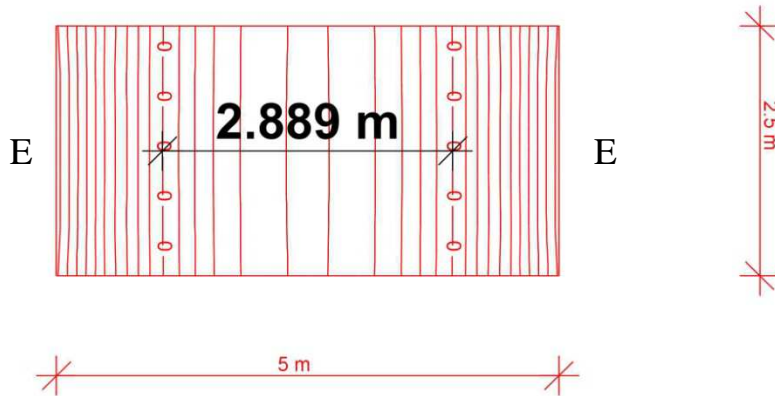
SEENX; starre Lagerung; beidseitig voll eingespannt; $b/l = 0,5$
Nullstellendatei; x-Richtung; $\nu = 0,2$



SEE0NX; starre Lagerung; beidseitig voll eingespannt; $b/l = 0,5$
Nullstellendatei; x-Richtung; $\nu = 0$



SEEZNX; starre Lagerung; beidseitig voll eingespannt; $b/l = 0,5$
 Nullstellendatei; x-Richtung; $\nu = 0,2$; Zuglagerausschaltung



SEEZ0NX; starre Lagerung; beidseitig voll eingespannt; $b/l = 0,5$
 Nullstellendatei; x-Richtung; $\nu = 0$; Zuglagerausschaltung

Anlage 7 Ausnutzungsgrade bei verschiedenen Nutzungsarten

Tabelle 7.1 fasst die Ausnutzungsgrade bei verschiedenen Verkehrslasten und Kategoriebeiwerten entsprechend Tafel 7.3 beispielhaft mit den Dateien Gruppe 12 zusammen.

Verglichen werden ein- und zweiachsig gespannte starr liniengelagerte Einfeldplatten mit 6,0 m Stützweite.

Nutzungsart Wohnen Kategorie A

einachsig	SGGXV1AA	(1/250)
	SGGXV2AA	(1/500)
zweiachsig	SGGGV1AA	(1/250)
	SGGGV2AA	(1/500)

Nutzungsart Büro Kategorie B

einachsig	SGGXV1AB	(1/250)
	SGGXV2AB	(1/500)
zweiachsig	SGGGV1AB	(1/250)
	SGGGV2AB	(1/500)

Nutzungsart Parken Kategorie F

einachsig	SGGXV1AF	(1/250)
	SGGXV2AF	(1/500)
zweiachsig	SGGGV1AF	(1/500)
	SGGGV2AF	(1/500)

Anlage 8 Berechnungen zu Abschnitt 8

8.1 Erläuterungen

Die Dateibezeichnungen zur Ermittlung zulässiger Nutzhöhen d_{erf} werden aus denen von Abschnitt 3 entsprechend Anlage 3.1 bis 3.6 entwickelt. Dort wurden sie auf die Grundstützweite 6,0 m und Teile davon bezogen. Die Anzahl der Ziffern kennzeichnete Einfeld - und Mehrfeldsysteme. Nunmehr muss der Unterschied sowohl zwischen zulässigen d_{erf} für 1/250 und 1/500 deutlich werden als auch eine Kennzeichnung als Verformungsberechnung und für die Kategorie des Verkehrslastanteils möglich sein. Schließlich muss in einachsiger und zweiachsiger gespannter Systeme unterschieden werden. Plattenverhältnisse $l_y/l_x < 1,0$ sollen ebenfalls erkennbar sein. Im Übrigen ist für die graphische Darstellung die Stützweite l_{eff} anzugeben.

Mit diesen Randbedingungen erhält man wie in Abschnitt 8.1.1.5 beschrieben für eine gelenkig gelagerte einachsiger gespannte Platte damit : SGGLXV1A- starre beidseits gelenkige Lagerung, Stützweite L, Tragrichtung X, Verformung V1 für 1/250, Kategorie A, Bewehrung gestaffelt. Dateien für einseitig oder zweiseitig volleingespannte einachsiger Platten sinngemäß zu: SEGLXV1A. Als Randfeld im Mehrfeldsystem ergibt sich dann beispielsweise: S1111LXV1AR.

Zweiachsiger gespannter Systeme sind ebenfalls wie in Abschnitt 3 aufgebaut, aber ohne die Bezeichnung X. Für Platte 1 ist bei $l_y/l_x < 1,0$ zu beachten, dass die Stützweitenkennung vor dem Bruchteil des Plattenverhältnisses steht: SL8GGGGV1A ($l_y/l_x < 0,8$). Mehrfeldsysteme lassen sich in gleicher Weise bezeichnen. Bei den Platten 2, 3 und 5 ist für $l_y/l_x < 1,0$ sowohl die Einspannung in der längeren (2X, 3X, 5X) als auch in der kürzeren Richtung (2Y, 3Y, 5Y) berücksichtigt.

Für Platte 2 ergibt sich beispielsweise: S1117LV1AR ($l_y/l_x < 0,7$; x – Richtung, Randfeld), S7111LV1AR ($l_y/l_x < 0,7$; y – Richtung, Randfeld). Platte 3 erhält als Endung „M“ (für Mittelfeld). Die Platten 4 bis 6 werden im Durchlaufsystem mit dem Zusatz „A5“, „B5“ und „C3“ entsprechend Abschnitt 3 versehen (5 x 5 – Raster): S11111L – C3 – V1A. Für $l_y/l_x < 1,0$ treten im 5 x 5 – Raster die größten Verformungen auf, weil die Stützenmomente im 2 x 5 – Raster oder im 1 x 5 – Raster größer sind. Die Dateien heißen dann beispielsweise: S11177L – B5 – V1A, bzw. S77711L – B5 – V1A.

Im Übrigen wird auf das Dateiverzeichnis Gruppe 9 hingewiesen.

Tabelle 8.2.1.5 A: d_{erf} bei statisch erforderlicher Bewehrung Kat. A

l	SGGLXV1AS						SGGLXV2AS					
	g/q	a_{sx}	μ_x	η	d	Gl.	g/q	a_{sx}	μ_x	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.9]	[-]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.10]
2	0,700	2,1	0,30	101,2	7,0	7,5	0,714	1,8	0,23	100,9	8,0	8,6
3	0,755	3,1	0,27	99,1	11,5	11,9	0,769	2,8	0,22	97,7	13,0	13,0
4	0,797	4,3	0,26	101,1	16,5	17,0	0,803	4,2	0,24	100,4	17,5	18,1
5	0,833	5,5	0,24	98,7	23,0	22,9	0,838	5,4	0,23	97,9	24,0	24,0
6	0,859	7,0	0,24	101,1	29,5	29,5	0,864	6,8	0,22	99,0	31,0	30,6
7	0,880	8,5	0,23	100,1	37,0	36,9	0,882	8,4	0,22	98,1	38,0	38,0
8	0,897	10,2	0,23	99,4	45,0	45,0	0,897	10,2	0,23	98,1	45,0	46,1

Tabelle 8.2.1.5 E: d_{erf} bei statisch erforderlicher Bewehrung Kat. E

l	SGGLXV1ES						SGGLXV2ES					
	g/q	a_{sx}	μ_x	η	d	Gl.	g/q	a_{sx}	μ_x	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.11]	[-]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.12]
2	0,500	1,6	0,18	100,3	9,0	8,3	0,529	1,4	0,13	100,8	11,0	12,5
4	0,628	3,8	0,19	101,4	20,0	20,3	0,648	3,5	0,16	99,0	22,5	22,5
3	0,568	2,7	0,19	97,8	14,0	14,0	0,600	2,3	0,14	97,6	17,0	17,0
5	0,680	5,0	0,19	99,8	27,0	27,0	0,692	4,8	0,17	100,8	29,0	29,0
6	0,719	6,5	0,19	101,6	34,0	34,3	0,733	6,2	0,17	98,9	37,0	36,5
7	0,754	8,0	0,19	100,1	42,0	42,0	0,725	7,8	0,17	101,0	45,0	45,0
8	0,781	9,8	0,20	100,4	50,0	50,3	0,792	9,5	0,18	99,0	54,0	54,2

Tabelle 8.2.1.6: d_{erf} bei ungestaffelter Bewehrung Kat. A

l	SGGLXV1A						SGGLXV2A					
	g/q	a_{sx}	μ_x	η	d	Gl.	g/q	a_{sx}	μ_x	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.13]	[-]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.14]
2	0,692	2,4	0,370	96,4	6,5	5,5	-	-	-	-	-	8,1
3	0,755	3,1	0,282	98,0	11,0	10,5	0,765	2,8	0,224	100,4	12,5	12,5
4	0,793	4,3	0,269	100,0	16,0	16,0	0,803	4,3	0,246	98,4	17,5	17,6
5	0,829	5,7	0,260	100,4	22,0	22,0	0,836	5,5	0,234	101,0	23,5	23,5
6	0,855	8,5	0,246	100,2	28,5	28,5	0,867	6,8	0,223	101,0	30,5	30,1
7	0,878	8,5	0,236	97,9	35,0	35,0	0,881	8,5	0,227	98,4	37,5	37,5
8	0,893	10,5	0,240	100,2	43,0	43,0	0,896	10,3	0,231	97,8	44,5	45,6

Tabelle 8.2.1.7: d_{erf} für C25/30

l	SGGLXV1A25						SGGLXV2A25					
	g/q	a_{sx}	μ_x	η	d	Gl.	g/q	a_{sx}	μ_x	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.15]	[-]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.16]
3	0,750	3,1	0,281	96,5	11,0	11,0	0,765	3,0	0,240	97,0	12,5	12,5
5	0,824	5,8	0,276	97,2	21,0	21,0	0,829	5,5	0,250	101,9	22,0	22,0
7	0,872	8,7	0,256	98,0	34,0	34,0	0,876	8,6	0,242	100,0	35,5	35,5

Tabelle 8.2.1.8: d_{erf} für C30/37

	SGGLXV1A30					I/250	SGGLXV2A30					I/500
l	g/q	a_{sx}	μ_x	η	d	Gl.	g/q	a_{sx}	μ_x	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.17]	[-]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.18]
3	0,745	3,3	0,314	101,0	10,5	10,5	0,760	3,1	0,258	101,4	12,0	12,0
5	0,818	5,9	0,295	100,4	20,0	20,0	0,826	5,8	0,270	103,0	21,5	21,5
7	0,868	8,9	0,274	99,0	32,5	32,5	0,872	8,7	0,256	99,7	34,0	34,0

Tabelle 8.2.1.9: d_{erf} für $\nu = 0,2$

	SGGLXV1A2					I/250	SGGLXV2A2					I/500
l	g/q	a_{sx}	μ_x	η	d	d	g/q	a_{sx}	μ_x	η	d	d
[m]	[-]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[cm]	[-]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[cm]
3	0,750	3,3	0,300	96,1	11,0	11,0	0,764	2,9	0,232	99,9	12,5	12,5
5	0,829	5,7	0,259	99,2	22,0	22,0	0,836	5,5	0,234	101,0	23,5	23,5
7	0,878	8,6	0,239	97,5	36,0	36,0	0,881	8,5	0,227	99,0	37,5	37,5

Tabelle 8.2.2.3: d_{eff} bei voller einseitiger Einspannung

l	SEGLXV1A						SEGLXV2A					
	g/q	a_{sxu}	μ_{xu}	a_{sxo}	η	d	g/q	a_{sxu}	μ_{xu}	a_{sxo}	η	d
[m]	[-]	[cm ² /m]	[%]	[cm ² /m]	[%]	[cm]	[-]	[cm ² /m]	[%]	[cm ² /m]	[%]	[cm]
3	0,708	2,7	0,386	5,3	98,6	7,0	0,721	2,3	0,275	4,5	99,6	8,5
4	0,739	3,6	0,360	7,0	100,7	10,0	0,760	3,1	0,258	6,0	98,8	12,0
5	0,778	4,3	0,307	8,4	96,0	14,0	0,790	4,1	0,265	7,8	98,4	16,5
6	0,803	5,3	0,303	10,2	101,5	17,5	0,815	4,8	0,246	9,3	100,8	19,5
7	0,829	6,3	0,286	12,3	97,8	22,0	0,838	6,0	0,250	11,4	100,0	24,0
8	0,846	7,6	0,292	14,6	100,1	26,0	0,855	7,2	0,244	13,8	98,5	28,5

Tabelle 8.2.2.4 d_{eff} am Durchlaufsystem (Randfeld)

l	S1111LXV1AR							S1111LXV2AR						
	g/q	a_{sxu}	μ_{xu}	a_{sxo}	η	d	Gl.	g/q	a_{sxu}	μ_{xu}	a_{sxo}	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[%]	[cm ² /m]	[%]	[cm]	[8.19]	[-]	[cm ² /m]	[%]	[cm ² /m]	[%]	[cm]	[8.20]
3	0,743	2,9	0,341	3,0	97,2	8,5	8,5	0,745	2,5	0,238	2,6	100,2	10,5	10,5
4	0,760	4,1	0,342	4,5	96,3	12,0	12,0	0,782	3,3	0,228	3,7	98,6	14,5	14,2
5	0,793	5,0	0,313	5,5	101,7	16,0	16,0	0,810	4,4	0,238	5,0	99,0	18,5	18,5
6	0,824	6,0	0,286	7,0	98,3	21,0	20,5	0,833	5,5	0,239	6,4	102,0	23,0	23,4
7	0,844	7,3	0,286	8,8	100,0	25,5	25,5	0,857	6,8	0,234	7,7	97,2	29,0	29,0
8	0,862	8,6	0,282	9,9	100,0	30,5	31,0	0,874	7,8	0,226	9,5	101,4	34,5	35,2

Tabelle 8.2.3.3 d_{erf} bei voller zweiseitiger Einspannung

l	SEELXV1A						SEELXV2A					
	g/q	a_{sxu}	μ_{xu}	a_{sxo}	η	d	g/q	a_{sxu}	μ_{xu}	a_{sxo}	η	d
[m]	[-]	[cm ² /m]	[%]	[cm ² /m]	[%]	[cm]	[-]	[cm ² /m]	[%]	[cm ² /m]	[%]	[cm]
3	0,667	2,1	0,420	5,0	98,9	5,0	0,692	1,8	0,276	3,9	94,7	6,5
4	0,700	2,6	0,375	6,0	103,9	7,0	0,727	2,3	0,255	5,2	95,7	9,0
5	0,733	3,3	0,347	7,4	99,2	9,5	0,755	3,0	0,261	6,6	96,7	11,5
6	0,760	4,0	0,333	9,0	100,0	12,0	0,778	3,5	0,250	7,7	100,3	14,0
7	0,781	4,8	0,331	10,8	101,9	14,5	0,797	4,3	0,261	9,6	103,3	16,5
8	0,803	5,6	0,320	12,5	101,3	17,5	0,818	5,1	0,255	11,3	98,8	20,0

Tabelle 8.2.3.4: d_{erf} am Durchlaufsystem (Mittelfeld)

l	S1111LXV1AM							S1111LXV2AM						
	g/q	a_{sxu}	μ_{xu}	a_{sxo}	η	d	Gl.	g/q	a_{sxu}	μ_{xu}	a_{sxo}	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[%]	[cm ² /m]	[%]	[cm]	[8.21]	[-]	[cm ² /m]	[%]	[cm ² /m]	[%]	[cm]	[8.22]
3	0,692	2,8	0,431	4,0/3,5	97,5	6,5	7,3	0,733	2,1	0,221	2,9	99,6	9,5	10,3
4	0,733	3,9	0,411	5,7/4,8	96,0	9,5	9,5	0,765	2,9	0,236	4,9	98,5	12,3	12,5
5	0,760	4,6	0,368	7,0/6,0	100,2	12,5	12,1	0,790	3,7	0,238	5,8	98,6	15,5	15,3
6	0,786	5,8	0,387	9,5/8,0	101,5	15,0	15,0	0,810	4,7	0,254	7,8	102,7	18,5	18,5
7	0,806	6,5	0,361	11,0/9,0	102,0	18,0	18,3	0,839	5,4	0,240	9,3	96,8	22,0	22,3
8	0,829	7,8	0,354	13,5/12,0	99,5	22,0	22,0	0,848	6,5	0,245	11,4	97,7	26,5	26,5

Tabelle 8.3.1.5.1: d_{erf} Platte 1 bei ungestaffelter Bewehrung $l_y/l_x = 1,0$

SGGGGLV1A									
									l/250
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.26]
4	0,769	1,6	1,6	1,9	1,5	0,123	103,0	13,0	13,0
5	0,800	1,9	1,9	2,4	2,0	0,112	101,0	17,0	16,9
6	0,823	2,4	2,4	3,2	2,7	0,114	98,0	21,0	21,0
7	0,842	3,0	3,0	4,0	3,3	0,120	102,0	25,3	25,2
8	0,850	3,6	3,6	4,8	4,0	0,120	99,0	29,5	29,5
SGGGGLV2A									
									l/500
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	$\mu_{xu,vu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.27]
4	0,786	1,4	1,4	1,8	1,4	0,093	99,4	15,0	15,0
5	0,813	1,9	1,9	2,4	2,0	0,100	97,9	19,0	18,4
6	0,829	2,4	2,4	3,2	2,7	0,109	100,2	22,0	22,0
7	0,848	3,0	3,0	4,0	3,3	0,113	98,4	26,5	25,7
8	0,850	3,6	3,6	4,8	4,0	0,120	100,7	29,5	29,5

Tabelle 8.3.1.5.2: d_{erf} Platte 1 $l_y/l_x = 0,9$

SL9GGGGV1A									
	I/250								
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_o$	$a_{sx,y} E_u$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.28]
2,7/3,0	0,727	0,8	1,1	1,1	1,1	0,106	102,5	9,0	9,0
4,5/5,0	0,793	1,6	2,2	2,1	2,1	0,119	98,5	16,0	16,0
6,3/7,0	0,838	2,5	3,2	3,3	3,8	0,119	101,7	24,0	24,0
SL9GGGGV2A									
	I/500								
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_o$	$a_{sx,y} E_u$	$\mu_{xu,vu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.29]
2,7/3,0	0,745	0,8	1,1	1,1	1,1	0,091	101,7	10,5	10,5
4,5/5,0	0,806	1,5	1,9	1,8	2,3	0,094	99,5	18,0	18,0
6,3/7,0	0,842	2,4	3,1	3,0	3,6	0,110	95,1	25,5	25,5

Tabelle 8.3.1.5.3: d_{erf} Platte 1 $l_y/l_x = 0,8$

SL8GGGGV1A									
	I/250								
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_o$	$a_{sx,y} E_u$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.30]
2,4/3,0	0,721	0,6	1,1	1,0	1,1	0,100	102,5	8,5	8,5
4,0/5,0	0,786	1,3	2,2	2,0	2,3	0,117	101,0	15,0	15,0
5,6/7,0	0,831	1,8	3,2	2,7	3,2	0,111	103,4	22,5	22,5
SL8GGGGV2A									
	I/500								
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_o$	$a_{sx,y} E_u$	$\mu_{xu,vu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.31]
2,4/3,0	0,745	0,6	1,0	0,9	1,0	0,081	97,2	10,5	10,5
4,0/5,0	0,797	1,1	1,2	1,6	2,0	0,100	103,8	16,5	16,5
5,6/7,0	0,840	1,8	3,0	2,6	3,1	0,098	100,5	24,0	24,0

Tabelle 8.3.1.5.4: d_{erf} Platte 1 $l_y/l_x = 0,7$

SL7GGGGV1A									
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_o$	$a_{sx,y} E_u$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.32]
2,1/3,0	0,677	0,4	1,9	1,9	1,9	0,205	101,0	5,6	5,6
3,5/5,0	0,774	0,9	2,1	1,5	1,9	0,111	102,0	13,5	13,5
4,9/7,0	0,813	1,4	3,3	2,5	2,9	0,124	100,0	20,0	20,0
SL7GGGGV2A									
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_o$	$a_{sx,y} E_u$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.33]
2,1/3,0	0,692	1,9	1,9	1,9	1,9	0,292	102,0	6,5	6,5
3,5/5,0	0,810	1,8	2,0	1,5	1,8	0,076	101,3	15,5	15,5
4,9/7,0	0,829	1,5	3,0	2,5	2,8	0,103	100,8	22,0	22,0

Tabelle 8.3.1.5.5: d_{erf} Platte 1 $l_y/l_x = 0,6$

SL6GGGGV1A									
									I/250
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_o$	$a_{sx,y} E_u$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.34]
1,8/3,0	0,700	0,3	1,1	0,6	0,8	0,100	102,9	7,0	7,0
3,0/5,0	0,760	0,6	2,1	1,3	1,7	0,113	101,1	12,0	12,0
4,2/7,0	0,806	0,8	3,0	1,9	2,4	0,106	101,6	18,0	18,0
SL6GGGGV2A									
									I/500
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_o$	$a_{sx,y} E_u$	$\mu_{xu,vu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.35]
1,8/3,0	0,721	0,3	1,0	0,6	0,8	0,076	102,0	8,5	8,5
3,0/5,0	0,769	0,5	2,0	1,3	1,6	0,096	102,8	13,5	13,5
4,2/7,0	0,815	0,8	2,9	1,8	2,3	0,095	102,0	19,5	19,5

Tabelle 8.3.1.5.6: d_{erf} Platte 1 $l_y/l_x = 0,5$

SL5GGGGV1A									
									I/250
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.36]
2,0/4,0	0,707	0,2	1,7	1,3	0,7	0,127	96,7	7,5	7,5
2,5/5,0	0,739	0,2	1,9	1,4	0,9	0,105	99,2	10,0	9,8
3,0/6,0	0,760	0,4	2,4	1,7	1,3	0,107	102,0	12,0	12,0
3,5/7,0	0,778	0,5	2,9	2,1	1,7	0,121	103,0	14,0	14,3
4,0/8,0	0,797	0,6	3,4	2,4	2,0	0,121	103,0	16,5	16,5
SL5GGGGV2A									
									I/500
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.37]
2,0/4,0	0,728	0,2	1,7	1,3	0,7	0,196	97,0	9,0	9,0
2,5/5,0	0,755	0,2	1,9	1,4	0,9	0,091	100,0	11,5	11,2
3,0/6,0	0,774	0,4	2,4	1,7	1,3	0,104	101,8	13,5	13,5
3,5/7,0	0,793	0,5	2,9	2,1	1,7	0,106	101,0	16,0	15,9
4,0/8,0	0,810	0,6	3,4	2,4	2,0	0,108	101,0	18,5	18,5

Tabelle 8.3.1.5.7: d_{erf} Platte 1 $l_y/l_x = 1,0$ bei $\nu = 0,2$

SGGGGLV1A2									
									I/250
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_o$	$a_{sx,y} E_u$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[-]
4	0,769	1,6	1,6	1,9	1,5	0,123	102,0	13,0	13,0
6	0,823	2,4	2,4	3,2	2,7	0,114	96,0	21,0	21,0
8	0,850	3,6	3,6	4,8	4,0	0,120	96,2	30,0	30,0
SGGGGLV2A2									
									I/500
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_o$	$a_{sx,y} E_u$	$\mu_{xu,vu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[-]
4	0,786	1,4	1,4	1,8	1,4	0,093	98,7	15,0	15,3
6	0,829	2,4	2,4	3,2	2,7	0,109	102,3	22,0	22,0
8	0,850	3,6	3,6	4,8	4,0	0,120	101,7	30,0	30,0

Tabelle 8.3.2.3: d_{erf} Platte 2 volle Einspannung $l_y/l_x = 1,0$

SEGGGLV1A										1/250
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_o$	$a_{sx,y} E_u$	a_{sxo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	
4	0,745	1,5	1,2	1,8	1,4	4,0	0,128	100,4	10,5	
5	0,774	2,0	1,8	2,4	2,0	5,5	0,141	101,1	13,5	
6	0,797	2,5	1,9	3,0	2,5	6,7	0,133	102,9	16,5	
7	0,800	3,1	2,4	3,7	3,1	8,4	0,138	102,1	20,0	
8	0,836	3,8	2,8	4,5	3,8	10,0	0,140	101,7	23,5	
SEGGGLV2A										1/500
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_o$	$a_{sx,y} E_u$	a_{sxo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	
4	0,764	1,5	1,1	1,7	1,3	3,8	0,104	103,0	12,5	
5	0,789	1,9	1,4	2,3	1,8	5,0	0,106	98,0	15,5	
6	0,810	2,4	1,8	2,9	2,4	6,3	0,114	98,1	18,5	
7	0,829	3,0	2,3	3,6	3,0	7,9	0,120	100,5	22,0	
8	0,844	3,6	2,7	4,3	3,6	9,5	0,124	100,1	25,5	

Tabelle 8.3.2.4.1: d_{erf} Platte 2 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$

S1111LV1AR										
	I/250									
1	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.38]
3										8,0
4	0,755	1,6	1,3	2,0	1,6	3,0	0,126	101,8	11,5	11,5
5										15,0
6	0,810	2,5	2,1	3,0	2,7	5,2	0,124	100,2	18,5	18,5
7										22,0
8	0,844	2,9	3,3	4,5	3,6	7,4	0,122	99,7	25,5	25,5
S1111LV2AR										
	I/500									
1	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	$\mu_{xu,vu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.39]
3										8,9
4	0,769	1,6	1,3	2,0	1,6	3,0	0,112	102,8	13,0	13,0
5										16,9
6	0,821	2,5	2,1	3,0	2,7	5,2	0,112	100,2	20,5	20,5
7										23,9
8	0,850	2,9	3,3	4,5	3,6	7,4	0,115	101,0	27,0	27,0

Tabelle 8.3.2.4.2 X: d_{erf} Platte 2 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 0,7$ (2X)

S1117LV1AR										
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.40]
2,8/4,0	0,745	0,8	1,4	1,3	1,0	1,7	0,105	100,8	10,5	10,5
3,5/5,0										13,8
4,2/6,0	0,800	1,2	2,3	1,8	1,8	3,5	0,103	99,0	17,0	17,0
4,9/7,0										20,3
5,6/8,0	0,836	1,7	3,2	3,0	2,5	4,6	0,104	100,8	23,5	23,5
S1117LV2AR										
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.41]
2,8/4,0	0,765	0,8	1,3	1,2	1,0	1,5	0,084	97,5	12,5	12,5
3,5/5,0										15,8
4,2/6,0	0,828	1,3	2,1	2,0	1,0	3,1	0,077	97,9	19,0	19,0
4,9/7,0										22,1
5,6/8,0	0,842	1,7	3,2	3,0	2,5	4,5	0,098	99,1	25,0	25,0

Tabelle 8.3.2.4.2 Y: d_{eff} Platte 2 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 0,7$ (2Y)

S1777LV1AR										
	I/250									
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.42]
2,8/4,0	0,733	0,7	1,4	1,3	1,4	2,0	0,111	100,3	9,5	9,5
3,5/5,0										12,0
4,2/6,0	0,732	0,8	2,4	2,1	2,0	3,9	0,110	98,1	14,5	14,5
4,9/7,0										17,0
5,6/8,0	0,815	1,5	2,7	2,9	2,3	5,8	0,108	99,0	19,5	19,5
S1777LV2AR										
	I/500									
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	$\mu_{xu,vu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.43]
2,8/4,0	0,755	0,6	1,3	1,1	0,7	2,0	0,083	98,6	11,5	11,5
3,5/5,0										14,3
4,2/6,0	0,800	0,8	2,2	1,8	1,4	3,5	0,118	98,1	17,0	17,0
4,9/7,0										19,8
5,6/8,0	0,831	1,7	2,5	2,8	2,2	5,6	0,093	97,0	22,5	22,5

Tabelle 8.3.2.4.3: d_{eff} Platte 2 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 0,5$ (2X)

S1115LV1AR										
										I/250
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.44]
2,0/4,0	0,707	0,6	1,4	1,0	1,0	1,5	0,133	98,0	7,5	7,5
2,5/5,0										10,4
3,0/6,0	0,769	0,7	2,1	1,0	1,0	2,7	0,108	98,3	13,0	13,0
3,5/7,0										15,4
4,0/8,0	0,803	1,0	3,0	1,0	1,0	3,5	0,114	100,5	17,5	17,5
S1115LV2AR										
										I/500
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	$\mu_{xu,vu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.45]
2,0/4,0	0,727	0,5	1,1	1,1	1,0	1,2	0,088	103,2	9,0	9,0
2,5/5,0										11,5
3,0/6,0	0,778	0,7	2,0	2,2	1,0	2,6	0,096	101,7	14,0	14,0
3,5/7,0										16,5
4,0/8,0	0,800	0,9	2,9	3,2	1,0	3,2	0,100	99,0	19,0	19,0

Tabelle 8.3.2.4.4: d_{erf} Platte 2 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 0,6$ (2Y)

	S1666LV2AR									I/500
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.46]
2,4/4,0	0,739	0,5	1,3	0,8	1,0	1,5	0,090	100,6	10,0	10,0
3,0/5,0										12,6
3,6/6,0	0,785	0,7	2,0	0,7	1,0	2,8	0,090	99,7	15,0	15,0
4,2/7,0										17,1
4,8/8,0	0,813	1,0	3,1	1,0	1,8	4,6	0,108	99,2	19,0	19,0

Tabelle 8.3.3.3: d_{erf} Platte 3 volle Einspannung $l_y/l_x = 1,0$

SEEGGLV1A 1/250								
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	a_{sx,y} E_u	a_{sxo}	μ_{xu,yu}	η	d
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]
4	0,714	1,6	1,0	1,8	4,5	0,163	96,7	8,0
5	0,739	2,1	1,2	2,3	5,7	0,165	103,1	10,0
6	0,769	2,6	1,5	2,9	7,0	0,158	98,0	13,0
7	0,789	3,0	1,7	3,2	8,2	0,152	101,3	15,5
8	0,810	3,6	2,1	3,8	9,6	0,154	99,1	18,5
SEEGGLV2A 1/500								
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	a_{sx,y} E_u	a_{sxo}	μ_{xu,yu}	η	d
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]
4	0,739	1,4	0,8	1,6	3,7	0,110	102,0	10,0
5	0,760	1,9	1,1	2,1	5,0	0,120	96,3	12,5
6	0,786	2,3	1,3	2,4	6,1	0,120	101,5	15,0
7	0,803	2,9	1,6	3,2	7,6	0,129	102,6	17,5
8	0,821	3,5	1,9	3,8	9,2	0,132	100,5	20,5

Tabelle 8.3.3.4.1: d_{erf} Platte 3 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$

S1111LV1AM										
	I/250									
1	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_o$	$a_{sx,y} E_u$	a_{sxo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.47]
3										6,8
4	0,733	1,6	1,1	1,0	1,3	2,6	0,147	102,3	9,5	9,5
5										12,3
6	0,786	1,6	2,5	3,0	3,0	5,5	0,137	99,1	15,0	15,0
7										17,8
8	0,821	2,4	3,6	4,7	4,0	8,5	0,146	100,4	20,5	20,5
S1111LV2AM										
	I/500									
1	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_o$	$a_{sx,y} E_u$	a_{sxo}	$\mu_{xu,vu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.48]
3										10,0
4	0,765	1,2	0,9	2,0	1,5	2,8	0,080	98,6	12,5	12,5
5										15,0
6	0,800	2,3	1,7	3,0	2,7	5,4	0,114	103,0	17,5	17,5
7										20,0
8	0,836	3,4	3,4	4,8	4,0	8,0	0,123	102,0	23,5	22,5

Tabelle 8.3.3.4.2 X: d_{erf} Platte 3 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 0,7$ (3X)

S1117LV1AM										
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.49]
2,8/4,0	0,739	0,9	1,2	0,5	1,0	2,0	0,125	98,7	10,0	10,0
3,5/5,0										13,1
4,2/6,0	0,782	1,2	2,3	1,8	1,8	3,4	0,117	98,6	16,0	16,0
4,9/7,0										18,8
5,6/8,0	0,826	1,7	2,7	2,8	2,5	6,0	0,121	102,0	21,5	21,5
S1117LV2AM										
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	$\mu_{xu,vu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.50]
2,8/4,0	0,760	1,0	1,5	0,5	1,0	2,3	0,104	98,0	12,0	12,0
3,5/5,0										14,0
4,2/6,0	0,797	1,1	2,3	2,2	1,5	3,4	0,103	102,1	16,5	16,5
4,9/7,0										19,5
5,6/8,0	0,833	2,0	3,2	2,8	2,5	6,0	0,113	102,6	23,5	23,5

Tabelle 8.3.3.4.2 Y: d_{erf} Platte 3 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 0,7$ (3Y)

S1777LV1AM										
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.51]
2,8/4,0	0,707	0,5	1,5	-	-	2,5	0,133	96,8	7,5	7,5
3,5/5,0										8,9
4,2/6,0	0,745	1,1	2,3	-	-	4,9	0,162	103,9	10,5	10,5
4,9/7,0										12,4
5,6/8,0	0,782	1,1	3,3	-	-	6,5	0,151	101,0	14,5	14,5
S1777LV2AM										
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.52]
2,8/4,0	0,739	0,4	1,2	-	-	1,8	0,080	97,1	10,0	10,0
3,5/5,0										12,3
4,2/6,0	0,782	1,0	2,0	-	-	3,5	0,103	102,3	14,5	14,5
4,9/7,0										16,6
5,6/8,0	0,810	1,0	3,0	-	-	5,4	0,108	99,9	18,5	18,5

Tabelle 8.3.3.4.3: d_{erf} Platte 3 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 0,5$ (3X)

S1115LV1AM										
	I/250									
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.53]
2,0/4,0	0,707	0,5	1,4	1,0	0,5	1,5	0,127	96,9	7,5	7,5
2,5/5,0										10,0
3,0/6,0	0,765	0,7	2,0	2,0	1,0	2,2	0,108	100,7	12,5	12,5
3,5/7,0										15,0
4,0/8,0	0,803	1,1	2,9	2,0	1,5	3,5	0,114	100,7	17,5	17,5
S1115LV2AM										
	I/500									
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	$\mu_{xu,vu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.54]
2,0/4,0	0,728	0,5	1,4	1,0	0,5	1,5	0,106	99,0	9,0	9,0
2,5/5,0										11,5
3,0/6,0	0,782	0,7	2,0	2,0	1,0	2,2	0,093	98,8	14,5	14,5
3,5/7,0										16,9
4,0/8,0	0,813	0,9	2,9	2,8	2,5	6,0	0,100	103,6	19,0	19,0

Tabelle 8.3.3.4.4: d_{erf} Platte 3 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 0,6$ (3Y)

	S1666LV2AM									I/500
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.55]
2,4/4,0	0,733	0,3	1,1	-	-	1,3	0,074	98,3	9,5	9,5
3,0/5,0										10,5
3,6/6,0	0,760	0,7	1,9	-	-	2,9	0,108	97,3	12,0	12,0
4,2/7,0										14,0
4,8/8,0	0,797	0,9	2,6	-	-	4,3	0,106	98,5	16,5	16,5

Tabelle 8.3.4.3 d_{erf} Platte 4 volle Einspannung $l_y/l_x = 1,0$

SEGEGLV1A										
										1/250
1	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	a_{syo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]
4	0,728	1,8	1,9	1,6	1,6	4,7	5,2	0,218	101,9	8,5
5	0,760	1,6	1,7	1,8	1,8	4,6	4,8	0,138	97,0	12,0
6	0,782	2,1	2,1	2,5	2,5	5,9	6,2	0,145	101,4	14,5
7	0,803	2,5	2,8	3,1	3,1	7,7	8,0	0,151	102,7	17,5
8	0,821	3,2	3,3	3,5	3,5	9,2	9,5	0,159	101,1	20,5
SEGEGLV2A										
										1/500
1	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	a_{syo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]
4	0,400	1,2	1,2	1,2	1,2	3,1	3,3	0,109	101,3	11,0
5	0,600	1,5	1,6	1,7	1,7	4,3	4,5	0,107	98,1	14,0
6	0,796	2,0	2,1	2,2	2,2	5,6	5,8	0,124	102,2	16,5
7	0,818	2,4	2,6	2,8	2,8	7,0	7,3	0,125	99,3	20,0
8	0,850	2,8	2,9	3,3	3,3	7,9	8,1	0,124	100,2	23,0

Tabelle 8.3.4.4.1: d_{erf} Platte 4 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$

S111111L-A5-V1A											
											l/250
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	a_{sx,y} E_u	a_{sx,y} E_o	a_{sxo}	a_{syo}	μ_{xu,yu}	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.56]
3											7,3
4	0,744	1,3	1,3	1,5	1,5	2,4	2,6	0,124	102,0	10,5	10,5
5											13,8
6	0,800	2,2	2,2	2,5	2,5	5,0	5,0	0,129	99,8	17,0	17,0
7											20,3
8	0,835	3,1	3,1	3,8	3,8	7,7	7,7	0,132	99,0	23,5	23,5
S111111L-A5-V2A											
											l/500
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	a_{sx,y} E_u	a_{sx,y} E_o	a_{sxo}	a_{syo}	μ_{xu,yu}	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.57]
3											9,1
4	0,769	1,3	1,3	1,5	1,5	2,4	2,6	0,100	101,9	13,0	13,0
5											16,6
6	0,818	2,2	2,2	2,2	2,2	5,0	5,2	0,110	99,2	20,0	20,0
7											23,1
8	0,846	3,1	3,1	3,8	3,8	7,7	7,7	0,119	97,0	26,0	26,0

Tabelle 8.3.4.4.2: d_{erf} Platte 4 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 0,7$

S111777L-A5-V1A											
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	a_{syo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gf.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.58]
2,8/4,0	0,727	0,6	1,4	0,6	0,6	1,6	2,3	0,111	98,7	9,0	9,0
3,5/5,0											11,4
4,2/6,0	0,778	1,4	2,4	1,4	1,4	2,9	3,7	0,136	101,0	14,0	14,0
4,9/7,0											16,7
5,6/8,0	0,815	1,4	3,2	1,4	1,4	4,6	5,6	0,118	99,0	19,5	19,5
S111777L-A5-V2A											
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	a_{syo}	$\mu_{xu,vu}$	η	d	Gf.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.59]
2,8/4,0	0,755	0,6	1,4	0,6	0,6	1,6	2,3	0,087	101,0	11,5	11,5
3,5/5,0											14,3
4,2/6,0	0,800	1,2	2,1	1,2	1,2	2,6	3,4	0,097	99,6	17,0	17,0
4,9/7,0											19,8
5,6/8,0	0,831	1,2	2,9	1,2	1,2	4,3	5,2	0,091	99,3	22,5	22,5

Tabelle 8.3.4.4.3: d_{erf} Platte 4 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 0,6$

	S111666L-A5-V2A										I/500
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	a_{syo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.60]
2,4/4,0	0,739	0,4	1,1	1,0	1,0	1,2	1,4	0,075	99,9	10,1	10,1
3,0/5,0											12,0
3,6/6,0	0,778	0,8	2,0	1,0	1,0	2,7	3,2	0,100	99,6	14,0	14,0
4,2/7,0											16,2
4,8/8,0	0,790	1,1	2,8	1,0	1,0	3,8	4,5	0,097	100,0	18,6	18,6

Tabelle 8.3.5.3: d_{erf} Platte 5 dreiseitige Einspannung $l_y/l_x = 1,0$

SEEEGLV1A										1/250
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	a_{sxo}	a_{syo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	
4	0,707	1,4	1,1	1,5	4,1	4,0	0,166	98,4	7,5	
5	0,733	1,7	1,4	1,9	5,1	4,8	0,163	100,5	9,5	
6	0,760	2,6	1,5	2,8	7,0	6,8	0,171	96,7	12,0	
7	0,782	2,6	2,8	3,0	7,5	6,9	0,186	99,7	14,5	
8	0,803	3,0	3,2	3,3	8,7	7,9	0,177	96,6	17,5	
SEEEGLV2A										1/500
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	a_{sxo}	a_{syo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	
4	0,733	1,2	1,3	1,4	3,4	3,2	0,132	96,3	9,5	
5	0,755	1,6	1,7	1,7	4,5	4,2	0,143	100,5	11,5	
6	0,778	2,0	2,1	2,2	5,6	5,2	0,146	101,9	14,0	
7	0,797	2,4	2,5	2,7	6,9	6,3	0,148	102,8	16,5	
8	0,818	2,8	2,9	3,1	7,9	7,3	0,143	96,3	20,0	

Tabelle 8.3.5.4.1: d_{erf} Platte 5 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$

S111111L-B5-V1A										
										l/250
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	a_{sxo}	a_{syo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.61]
3										5,8
4	0,721	1,4	1,4	1,4	3,4	2,9	0,122	103,0	8,5	8,5
5										11,1
6	0,745	2,3	2,3	2,5	5,8	5,5	0,170	99,0	13,5	13,5
7										15,8
8	0,806	3,4	3,4	3,4	7,3	7,5	0,189	101,2	18,0	18,0
S111111L-B5-V2A										
										l/500
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	a_{sxo}	a_{syo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.62]
3										8,6
4	0,755	1,4	1,4	1,4	3,4	3,6	0,122	98,7	11,5	11,5
5										14,3
6	0,800	2,3	2,3	2,3	5,8	5,5	0,135	97,2	17,0	17,0
7										19,6
8	0,829	3,4	3,4	3,4	7,3	7,5	0,155	98,1	22,0	22,0

Tabelle 8.3.5.4.2 X: d_{erf} Platte 5 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 0,7$ (5X)

S11177L-B5-V1A										
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	a_{sxo}	a_{syo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.63]
2,8/4,0	0,727	0,6	1,5	1,5	1,7	2,8	0,117	101,2	9,0	9,0
3,5/5,0										10,6
4,2/6,0	0,765	1,1	2,3	2,0	3,2	4,1	0,136	101,7	12,5	12,5
4,9/7,0										14,6
5,6/8,0	0,800	1,4	3,5	3,1	5,1	7,4	0,144	100,6	17,0	17,0
S11177L-B5-V2A										
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	a_{sxo}	a_{syo}	$\mu_{xu,vu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.64]
2,8/4,0	0,750	0,6	1,5	1,5	1,7	2,8	0,096	103,5	11,0	11,0
3,5/5,0										13,3
4,2/6,0	0,789	1,1	2,3	2,0	3,2	4,1	0,110	98,9	15,5	15,5
4,9/7,0										17,8
5,6/8,0	0,818	1,4	3,5	3,1	5,1	7,4	0,123	101,9	20,0	20,0

Tabelle 8.3.5.4.2 Y: d_{erf} Platte 5 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 0,7$ (5Y)

S11777L-B5-V1A										
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	a_{sxo}	a_{syo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.65]
2,8/4,0	0,684	1,6	0,8	1,6	3,6	3,2	0,200	97,0	6,0	6,0
3,5/5,0										7,8
4,2/6,0	0,733	2,4	1,3	2,4	5,3	5,1	0,194	97,1	9,5	9,5
4,9/7,0										11,1
5,6/8,0	0,765	3,4	1,7	3,4	7,8	7,6	0,204	100,1	12,5	12,5
S11777L-B5-V2A										
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	a_{sxo}	a_{syo}	$\mu_{xu,vu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.66]
2,8/4,0	0,700	1,6	0,8	1,6	3,6	3,2	0,150	103,0	8,0	8,0
3,5/5,0										10,3
4,2/6,0	0,765	2,4	1,3	2,4	4,7	3,5	0,148	100,0	12,5	12,5
4,9/7,0										14,6
5,6/8,0	0,797	2,7	1,8	2,7	6,2	6,1	0,136	98,8	16,5	16,5

Tabelle 8.3.5.4.3: d_{erf} Platte 5 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 0,5$ (5X)

S111555L-B5-V1A										
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	a_{sxo}	a_{syo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.67]
2,0/4,0	0,684	0,5	1,3	1,0	1,4	1,6	0,150	100,3	6,0	6,0
2,5/5,0										7,8
3,0/6,0	0,733	0,7	2,0	2,0	2,3	2,6	0,142	100,1	9,5	9,5
3,5/7,0										11,3
4,0/8,0	0,769	1,0	2,8	2,8	3,3	3,7	0,146	100,1	13,0	13,0
S111555L-B5-V2A										
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	a_{sxo}	a_{syo}	$\mu_{xu,vu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.68]
2,0/4,0	0,707	0,4	1,1	1,0	1,0	1,1	0,125	99,0	8,5	8,5
2,5/5,0										10,6
3,0/6,0	0,750	0,6	1,6	1,0	1,6	1,9	0,088	101,8	12,5	12,5
3,5/7,0										14,3
4,0/8,0	0,778	0,9	2,4	1,0	2,3	3,1	0,103	101,8	16,0	16,0

Tabelle 8.3.5.4.4: d_{erf} Platte 5 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 0,6$ (5Y)

	S111666L-A4-V2A									l/500
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	a_{sxo}	a_{syo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.69]
2,4/4,0	0,684	0,5	1,1	1,0	1,1	1,6/1,3	0,133	95,0	6,0	6,0
3,0/5,0										7,6
3,6/6,0	0,733	0,6	1,6	1,0	1,4	2,5/2,3	0,116	101,3	9,5	9,5
4,2/7,0										11,8
4,8/8,0	0,755	0,9	2,3	1,0	2,4	4,1/3,4	0,139	103,4	14,5	14,5

Tabelle 8.3.6.3: d_{erf} Platte 6 volle Einspannung $l_y/l_x = 1,0$

SEEEELV1A									1/250
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	a_{sxo}	a_{syo}	μ_{xu,yu}	η	d	
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	
4	0,692	1,1	1,2	3,6	4,0	0,177	97,6	6,5	
5	0,733	1,4	1,5	4,4	5,0	0,153	99,0	8,5	
6	0,745	1,8	1,9	6,1	6,1	0,176	100,0	10,5	
7	0,769	2,2	2,2	7,4	7,4	0,169	97,0	13,0	
8	0,789	2,5	2,5	8,2	8,2	0,161	98,0	15,5	
SEEEELV2A									1/500
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	a_{sxo}	a_{syo}	μ_{xu,yu}	η	d	
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	
4	0,714	1,1	1,1	3,4	3,4	0,138	102,8	8,0	
5	0,744	1,3	1,3	4,2	4,2	0,124	99,2	10,5	
6	0,765	1,7	1,7	5,4	5,4	0,136	102,8	12,5	
7	0,786	2,0	2,0	6,4	6,4	0,133	102,0	15,0	
8	0,803	2,4	2,4	7,5	7,5	0,137	101,3	17,5	

Tabelle 8.3.6.4.1: d_{eff} Platte 6 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$

S111111L-C3-V1A									
									I/250
1	g/q	a_{sx}	a_{sy}	a_{sxo}	a_{syo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.70]
3									6,7
4	0,721	1,3	1,3	2,8	2,8	0,153	101,0	8,5	8,5
5									10,4
6	0,765	1,9	1,9	4,7	4,7	0,152	103,4	12,5	12,5
7									14,7
8	0,800	2,9	2,9	7,4	7,4	0,145	101,3	17,0	17,0
S111111L-C3-V2A									
									I/500
1	g/q	a_{sx}	a_{sy}	a_{sxo}	a_{syo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.71]
3									7,9
4	0,750	1,3	1,3	2,8	2,8	0,118	103,0	11,0	11,0
5									13,9
6	0,797	1,9	1,9	4,7	4,7	0,115	100,0	16,5	16,5
7									18,9
8	0,824	2,6	2,6	7,1	7,1	0,123	100,4	21,0	21,0

Tabelle 8.3.6.4.2: d_{erf} Platte 6 am Durchlaufsystem $I_y/I_x = 0,7$

S111777L-C3-V1A									
I_y/I_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	a_{sxo}	a_{syo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.72]
2,8/4,0	0,707	0,6	1,3	1,4	2,0	0,127	99,8	7,5	7,5
3,5/5,0									8,9
4,2/6,0	0,745	1,3	2,5	2,8	4,4	0,181	98,1	10,5	10,5
4,9/7,0									12,4
5,6/8,0	0,782	1,4	3,1	4,1	4,6	0,155	95,7	14,5	14,5
S111777L-C3-V2A									
I_y/I_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	a_{sxo}	a_{syo}	$\mu_{xu,vu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.73]
2,8/4,0	0,739	0,6	1,3	1,4	2,0	0,095	97,4	10,0	10,0
3,5/5,0									11,7
4,2/6,0	0,774	1,3	2,5	2,8	4,4	0,141	98,3	13,5	13,5
4,9/7,0									15,4
5,6/8,0	0,804	1,4	3,1	4,1	4,6	0,128	103,3	17,5	17,5

Tabelle 8.3.6.4.3: d_{eff} Platte 6 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 0,5$

S111555L-C3-V1A									
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	a_{sxo}	a_{syo}	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.74]
2,0/4,0									
2,5/5,0	0,684	0,5	1,6	2,0	2,4	0,175	100,9	6,0	6,0
3,0/6,0	0,707	0,9	2,6	2,8	3,2	0,233	101,3	7,5	7,5
3,5/7,0									8,8
4,0/8,0	0,739	1,2	3,3	4,3	4,9	0,250	99,9	10,0	10,0
S111555L-C3-V2A									
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	a_{sxo}	a_{syo}	$\mu_{xu,vu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[cm]	[8.75]
2,0/4,0									
2,5/5,0	0,721	0,6	1,6	2,0	2,2	0,129	103,3	8,5	8,5
3,0/6,0	0,750	0,7	1,9	1,9	2,2	0,118	99,5	11,0	11,0
3,5/7,0									12,6
4,0/8,0	0,773	1,1	2,9	3,2	3,7	0,148	100,8	13,5	13,5

Anlage 9 Berechnungen zu Abschnitt 9

Die Ausnutzungsgrade werden wie folgt bezeichnet:

η_P = Ausnutzungsgrad der Platte
 η_B = Ausnutzungsgrad des Balkens

Tabelle 9.5.1.1: d_{eff} Einfeldplatte einachsig gespannt $b/l = 1,0$

EGGLXV1A													I/250
l	g/q	h/h_0	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	a_{syo}	$\mu_{xu,yu}$	η_P	η_B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.5]
4	0,797	0,591	5,0/5,1	4,9/6,2	1,0	1,0	-	-	0,321	97,7	61,2	16,5	16,5
6	0,838	0,690	6,0/8,0	4,4/6,0	1,0	1,0	-	-	0,254	101,6	74,1	31,5	31,5
7	0,885	0,720	8,1/10,9	6,0/8,8	1,0	1,0	-	-	0,217	101,7	80,6	39,0	39,0
EGGLXV2A													I/500
l	g/q	h/h_0	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	a_{syo}	$\mu_{xu,yu}$	η_P	η_B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.6]
4	0,806	0,525	4,4/4,0	1,7/1,2	1,0	1,0	-	-	0,157	101,7	60,4	18,0	18,0
6	0,844	0,600	5,8/4,8	3,0/2,2	1,0	1,0	-	-	0,155	100,3	71,0	33,0	33,0
7	0,870	0,629	9,6/7,6	6,5/4,8	1,0	1,0	-	-	0,169	100,9	74,8	41,0	41,0

Tabelle 9.5.1.2: d_{eff} Einfeldplatte einachsig gespannt $b/l = 0,5$

EGGLXV1A5													I/250
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _p	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.7]
4	0,793	0,576	4,4	0,9	-	-	-	-	0,165	102,9	7,0	16,0	16,0
6	0,857	0,640	7,1	1,4	-	-	-	-	0,198	102,3	9,0	29,0	29,0
8	0,896	0,709	10,5	3,0	-	-	-	-	0,152	101,4	13,0	44,5	44,5
EGGLXV2A5													I/500
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _p	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.8]
4	0,803	0,513	4,2	0,9	-	-	-	-	0,146	102,8	7,0	17,5	17,5
6	0,864	0,567	6,8	1,4	-	-	-	-	0,132	102,9	9,0	31,0	31,0
8	0,898	0,613	10,3	2,4	-	-	-	-	0,128	100,9	13,0	46,0	46,0

Tabelle 9.5.2.1 d_{eff} Mehrfeldplatte am Durchlaufsystem (Randfeld) $b/l = 1,0$

E1111LXV1AR													I/250
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _p	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.9]
4	0,774	0,500	4,0	2,0/2,7	-	-	4,7	-	0,235	99,3	80,0	13,5	13,5
6	0,842	0,560	5,0/6,3	5,0/6,5	-	-	3,4/10,3	-	0,228	102,5	93,7	25,0	25,0
7	0,868	0,609	5,7/7,8	6,5/8,7	-	-	3,5/12,5	-	0,221	101,7	103,3	32,5	32,5
E1111LXV2AR													I/500
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _p	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.10]
4	0,789	0,463	3,6	1,5/2,2	-	-	4,1	-	0,176	99,5	69,3	15,5	15,5
6	0,848	0,491	4,9/6,0	4,1/5,1	-	-	3,6/9,1	-	0,190	100,8	80,7	26,5	26,5
7	0,870	0,514	5,8/7,4	5,5/7,0	-	-	3,9/11,7	-	0,195	100,9	88,2	33,0	33,0

Tabelle 9.5.2.2: d_{eff} Mehrfeldplatte am Durchlaufsystem (Randfeld) $b/l = 0,5$

E1115LXV1AR													I/250
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _P	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.11]
4	0,760	0,454	4,0	0,8	-	-	4,7	-	0,200	101,0		12,0	12,0
6	0,826	0,490	5,8	1,2	-	-	6,3	-	0,162	101,2	20,2	21,5	21,5
8	0,876	0,529	8,2	1,6/3,0	-	-	10,5	-	0,152	100,3	20,1	32,5	32,5
E1115LXV2AR													I/500
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _P	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.12]
4	0,786	0,545	3,3	0,7	-	-	3,8	-	0,133	98,4		15,0	15,0
6	0,838	0,450	5,5	1,1	-	-	5,8	-	0,138	98,6	17,0	24,0	24,0
8	0,876	0,481	7,9	1,6/2,4	-	-	9,8	-	0,139	99,5	17,4	35,5	35,5

Tabelle 9.5.3.1: d_{eff} Mehrfeldplatte am Durchlaufsystem (Mittelfeld) $b/l = 1,0$

E1111LXVIAM													I/250
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _P	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.13]
4	0,750	0,424	3,2	1,9/2,4	-	-	4,2	-	0,243	101,1	71,0	11,0	11,0
6	0,824	0,480	3,8/4,9	4,6/5,5	-	-	8,8/3,3	-	0,224	99,3	90,1	21,0	21,0
7	0,854	0,531	4,0/5,8	6,5/7,8	-	-	10,5/3,1	-	0,215	98,1	99,8	28,0	28,0
E1111LXV2AM													I/500
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _P	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.14]
4	0,774	0,413	2,8	1,4/1,8	-	-	3,5	-	0,163	100,2	66,7	13,5	13,5
6	0,831	0,425	3,7/4,5	3,4/4,0	-	-	7,7/3,6	-	0,177	99,5	74,1	22,5	22,5
7	0,854	0,450	4,2/5,5	4,7/5,6	-	-	9,3/3,9	-	0,179	97,0	78,6	28,5	28,5

Tabelle 9.5.3.2: d_{eff} Mehrfeldplatte am Durchlaufsystem (Mittelfeld) $b/l = 0,5$

E1115LXV1AM													I/250
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _P	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.15]
4	0,733	0,378	3,5	0,7	-	-	4,5	-	0,221	103,9	11,2	9,5	9,5
6	0,793	0,380	5,3	1,1	-	-	6,3	-	0,200	100,2	13,8	16,0	16,0
8	0,838	0,403	7,1	2,1/1,4	-	-	10,0	-	0,184	99,5	18,6	24,0	24,0
E1115LXV2AM													I/500
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _P	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.16]
4	0,769	0,400	2,7	0,6	-	-	3,0	-	0,127	99,2	10,4	13,0	13,0
6	0,818	0,383	4,4	0,9	-	-	5,8	-	0,133	97,8	11,3	20,0	20,0
8	0,854	0,389	6,3	1,3/1,6	-	-	8,7	-	0,139	98,9	15,7	28,0	28,0

Tabelle 9.6.1.1: d_{eff} wie Platte 1 $l_y/l_x = 1,0$

EGGGGLV1A													I/250
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _P	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.17]
4	0,778	0,515	2,2	2,2	2,2	1,0	-	-	0,157	100,0	56,1	14,0	14,0
6	0,846	0,580	4,7	4,8	4,7	1,0	-	-	0,181	99,8	73,5	26,0	26,0
7	0,872	0,635	5,9/7,2	6,0/7,3	7,1	1,0	-	-	0,194	101,2	79,8	34,0	34,0
EGGGGLV2A													I/500
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _P	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.18]
4	0,793	0,450	1,8	1,9	1,9	1,0	-	-	0,127	100,1	51,7	16,0	16,0
6	0,857	0,500	3,5	3,6	3,6	1,0	-	-	0,131	100,5	70,3	29,0	29,0
7	0,891	0,538	6,6/8,7	6,7/8,8	6,6	1,0	-	-	0,166	99,1	75,6	42,0	42,0

Tabelle 9.6.1.2: d_{eff} wie Platte 1 $l_y/l_x = 0,5$

EGGGG5LV1A													I/250
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _P	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.19]
2/4	0,707	0,318	0,7	1,4	1,4	1,0	-	-	0,141	92,6	5,1	7,5	7,5
3/6	0,786	0,360	1,5	1,9	2,0	1,0	-	-	0,113	100,6	7,0	15,0	15,0
4/8	0,829	0,351	2,4	2,7	2,4	1,0	-	-	0,094	102,1	10,0	20,5	20,5
EGGGG5LV2A													I/500
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _P	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.20]
2/4	0,727	0,300	0,7	1,3	1,3	1,0	-	-	0,111	96,8	6,0	9,0	9,0
3/6	0,778	0,283	1,4	2,1	2,1	1,0	-	-	0,128	100,9	7,6	14,0	14,0
4/8	0,829	0,313	2,5	2,5	2,5	1,0	-	-	0,114	100,6	8,5	22,0	22,0

Tabelle 9.6.2.1: d_{erf} wie Platte 2 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$

E1111LV1AR													I/250
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _p	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.21]
4	0,760	0,454	1,7	2,5	1,7	1,0	1,8	-	0,175	99,5	83,4	12,0	12,0
6	0,824	0,480	3,0	4,7	3,0	1,0	3,2	-	0,183	101,3	88,7	21,0	21,0
7	0,850	0,515	3,9	7,0	3,9	1,0	4,4	-	0,201	102,3	102,8	27,0	27,0
E1111LV2AR													I/500
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _p	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.22]
4	0,778	0,425	1,6	2,0	1,6	1,0	1,8	-	0,129	99,9	63,1	14,0	14,0
6	0,829	0,416	2,6	3,8	2,6	1,0	2,9	-	0,145	101,4	79,0	22,0	22,0
7	0,854	0,442	3,2	5,3	3,2	1,0	3,7	-	0,159	98,3	84,3	28,0	28,0

Tabelle 9.6.2.2 a: d_{eff} wie Platte 2 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 0,5$ (2X)

E1115LV1AR													I/250
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _p	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.23]
2/4		0,318								wie		starr	7,5
3/6		0,320								wie		starr	13,0
4/8		0,306								wie		starr	17,5
E1115LV2AR													I/500
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _p	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.24]
2/4		0,308								wie		starr	9,0
3/6		0,283								wie		starr	14,0
4/8		0,275								wie		starr	19,0

Tabelle 9.6.2.2 b: d_{eff} wie Platte 2 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 0,6$ (2Y)

E6661LV2AR													I/500
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _p	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.25]
2,4/4		0,325								wie		starr	10,0
3,6/6		0,300								wie		starr	15,0
4,8/8		0,275								wie		starr	19,0

Tabelle 9.6.3.1: d_{erf} wie Platte 3 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$

E1111LV1AM													I/250
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _p	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.26]
4	0,750	0,424	1,8	2,4	1,0	1,0	2,1	-	0,190	98,2	76,9	11,0	11,0
6	0,810	0,430	3,0	4,5	1,0	1,0	3,2	-	0,203	99,6	91,3	18,5	18,5
7	0,840	0,472	3,7	6,4	1,0	1,0	4,1	-	0,206	100,7	103,2	24,5	24,5
E1111LV2AM													I/500
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _p	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.27]
4	0,765	0,388	1,6	1,9	1,0	1,0	2,0	-	0,140	100,6	59,2	12,5	12,5
6	0,815	0,375	2,7	3,6	1,0	1,0	3,4	-	0,161	99,3	80,3	19,5	19,5
7	0,840	0,392	2,9	5,0	1,0	1,0	3,1	-	0,120	97,5	82,0	24,5	24,5

Tabelle 9.6.3.2 a: d_{eff} wie Platte 3 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 0,5$ (3X)

E1115LV1AM													I/250
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _p	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.28]
2/4		0,318								wie		starr	7,5
3/6		0,310								wie		starr	12,5
4/8		0,306								wie		starr	17,5
E1115LV2AM													I/500
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _p	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.29]
2/4		0,300								wie		starr	9,0
3/6		0,292								wie		starr	14,5
4/8		0,275								wie		starr	19,0

Tabelle 9.6.3.2 b: d_{eff} wie Platte 3 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 0,6$ (3Y)

E6661LV2AM													I/500
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _p	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.30]
2,4/4		0,313								wie		starr	9,5
3,6/6		0,250								wie		starr	12,0
4,8/8		0,243								wie		starr	16,5

Tabelle 9.6.4.1: d_{eff} wie Platte 4 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$

E111111L-A5-V1A													I/250
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _P	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.31]
4	0,745	0,409	1,8	1,9	1,0	1,0	2,1	2,2	0,176	94,6	41,4	10,5	10,5
6	0,803	0,410	3,2	3,3	1,0	1,0	4,5/3,1	4,6/3,2	0,189	98,8	57,0	17,5	17,5
8	0,846	0,432	4,6/5,2	4,6/5,3	1,0	1,0	8,2/4,3	8,4/4,4	0,190	100,3	78,2	26,0	26,0
E111111L-A5-V2A													I/500
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _P	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.32]
4	0,793	0,475	1,5	1,6	1,0	1,0	1,7	1,5	0,154	96,3	40,7	16,0	16,0
6	0,821	0,392	2,7	2,7	1,0	1,0	3,8/2,9	2,1	0,150	102,3	60,1	20,5	20,5
8	0,855	0,394	4,3	4,2	1,0	1,0	6,5/4,2	3,0	0,144	101,8	56,0	28,5	28,5

Tabelle 9.6.4.2: d_{eff} wie Platte 4 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 0,5$

E111555L-A5-V1A													I/250
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _P	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.33]
2,5/5	0,684	0,216	1,0	2,3	2,3	1,0	2,9	2,6	0,154	99,2	45,7	9,0	9,0
3,0/6	0,700	0,220	1,0	2,5	2,5	1,0	2,5	2,1	0,219	98,4	41,0	11,0	11,0
4,0/8	0,778	0,253	1,5	2,9	2,7	2,8	3,7	2,8	0,157	95,5	71,8	17,0	17,0
E111555L-A5-V2A													I/500
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _P	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.34]
2/4	0,692	0,190	0,6	1,4	1,4	1,0	1,3	1,5	0,154	96,3	46,6	9,5	9,5
3/6	0,739	0,217	1,0	2,0	2,0	1,0	2,3	2,1	0,150	102,3	46,6	13,0	13,0
4/8	0,782	0,219	1,4	2,8	2,8	1,0	3,3	3,0	0,144	101,8	55,1	17,5	17,5

Tabelle 9.6.5.1: d_{eff} wie Platte 5 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$

E111111L-B5-V1A													I/250
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _p	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.35]
4	0,721	0,348	1,5	1,8	1,0	1,0	2,4/2,3	2,5	0,194	92,5	42,0	8,5	8,5
6	0,774	0,330	2,3	2,9	1,0	1,0	4,3/3,9	4,3	0,193	93,5	79,0	13,5	13,5
8	0,813	0,328	3,2	4,6	1,0	1,0	6,1/5,4	6,1	0,205	98,3	66,9	19,0	19,0
E111111L-B5-V2A													I/500
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _p	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.36]
4	0,755	0,362	1,2	1,5	1,0	1,0	1,8/1,7	1,9	0,118	92,5	40,2	11,5	11,5
6	0,805	0,333	1,9	2,6	1,0	1,0	3,0/5,0	3,5	0,132	102,2	56,4	17,0	17,0
8	0,833	0,325	2,8	4,0	1,0	1,0	5,3/4,7	5,6	0,148	100,6	56,1	23,0	23,0

Tabelle 9.6.5.2 a: d_{erf} wie Platte 5 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 0,5$ (5X)

E111555L-B5-V1A													I/250
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _p	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.37]
2/4		0,272								wie		starr	6,0
3/6		0,250								wie		starr	9,5
4/8		0,239								wie		starr	13,0
E111555L-B5-V2A													I/500
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _p	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.38]
2/4		0,288								wie		starr	6,0
3/6		0,258								wie		starr	9,5
4/8		0,238								wie		starr	13,0

Tabelle 9.6.5.2 b: d_{erf} wie Platte 5 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 0,6$ (5Y)

E111666L-A4-V2A													I/250
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _p	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.39]
2,4/4		0,225								wie		starr	6,0
3,6/6		0,208								wie		starr	9,5
4,8/8		0,219								wie		starr	14,5

Tabelle 9.6.6.1: d_{eff} wie Platte 6 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$

E111111L-C3-V1A													I/250
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _p	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.40]
5		0,322								wie		starr	10,4
6		0,310								wie		starr	12,5
8	0,800	0,299	3,4	3,5	1,0	1,0	5,4	5,6	0,203	99,3	40,7	17,0	17,0
E111111L-C3-V2A													I/500
L	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _p	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.41]
4		0,350								wie		starr	11,0
6		0,325								wie		starr	16,5
8	0,826	0,306	3,0	3,1	1,0	1,0	4,9	5,0	0,142	100,9	38,6	21,5	21,5

Tabelle 9.6.6.2: d_{erf} wie Platte 6 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 0,5$

E111555L-C3-V1A													I/250
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _p	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.42]
2,5/5		0,216								wie		starr	6,0
3,0/6		0,210								wie		starr	7,5
4,0/8		0,194								wie		starr	10,0
E111555L-C3-V2A													I/500
l	g/q	h/h ₀	a _{sx}	a _{sy}	a _{sx,y} E _u	a _{sx,y} E _o	a _{sxo}	a _{syo}	μ _{xu,yu}	η _p	η _B	d	Gl.
[m]	[-]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[%]	[%]	[%]	[cm]	[9.43]
2,5/5		0,230								wie		starr	6,0
3,0/6		0,233								wie		starr	7,5
4,0/8		0,290								wie		starr	10,0

Anlage 10 Berechnungen zu Abschnitt 10

Tabelle 10.2.1: d_{erf} wie Platte 1 $l_y/l_x = 1,0$

PLV1A												I/250
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	a_{sx,y} E_u	a_{sx,y} E_o	a_{sxo}	a_{syo}	a_{s,Stanz}	μ_{xu,yu}	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.3]
4	0,815	5,7/3,6	5,9/3,7	5,7	1,0	-	-	Ø10/12	0,242	100,7	19,5	19,5
6	0,871	9,7/6,0	9,8/6,1	9,7	1,0	-	-	Ø16/10	0,236	101,7	33,5	33,5
8	0,904	14,3/10,0	14,4/10,1	14,3	1,0	-	-	Ø20/10	0,246	102,3	49,5	49,5
PLV2A												I/500
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	a_{sx,y} E_u	a_{sx,y} E_o	a_{sxo}	a_{syo}	a_{s,Stanz}	μ_{xu,yu}	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.4]
4	0,826	5,2/3,2	5,3/3,3	5,2	1,0	-	-	Ø10/12	0,198	98,6	21,5	21,5
6	0,874	8,9/6,0	9,0/6,1	8,9	1,0	-	-	Ø16/10	0,217	101,3	34,5	34,5
8	0,904	14,3/10,0	14,4/10,1	14,3	1,0	-	-	Ø20/10	0,246	100,1	49,5	49,5

Tabelle 10.2.2: d_{erf} wie Platte 1 $l_y/l_x = 0,5$

P5LV1A												l/250
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	a_{syo}	$a_{s,Stanz}$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.5]
2,0/4,0	0,803	4,2/4,0	1,8/1,0	4,2	1,0	-	-	Ø8/17	0,157	100,9	17,5	17,5
3,0/6,0	0,855	7,2	3,2/1,3	7,2	1,0	-	-	Ø10/13	0,166	99,7	28,5	28,5
4,0/8,0	0,897	10,4/10,0	5,0/3,5	10,4	1,0	-	-	Ø14/10	0,208	98,2	45,0	45,0
P5LV2A												l/500
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	a_{syo}	$a_{s,Stanz}$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.6]
2,0/4,0	0,818	4,2/4,0	1,8/1,0	4,2	1,0	-	-	Ø8/17	0,138	99,8	20,0	20,0
3,0/6,0	0,859	7,2	2,8/1,3	7,2	1,0	-	-	Ø10/13	0,159	102,1	29,5	29,5
4,0/8,0	0,897	10,4/10,0	14,4/10,1	10,4	1,0	-	-	Ø14/10	0,249	101,0	45,0	45,0

Tabelle 10.3.1: d_{erf} wie Platte 2 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$

P1111LV1AR												I/250
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	a_{sx,y} E_u	a_{sx,y} E_o	a_{sxo}	a_{syo}	a_{s,Stanz}	μ_{xu,yu}	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.7]
4	0,803	4,2/2,6	4,7/4,0	4,2	1,0	15,4/1,5	-	Ø14/10	0,211	102,2	17,5	17,5
6	0,860	6,3/4,1	7,3/5,8	6,3	1,0	15,4/1,5	-	Ø20/10	0,196	100,0	30,0	30,0
8	0,897	10,0/6,0	11,0/8,0	10,0	1,0	31,4/12,0	-	Ø28/10	0,194	99,0	45,0	45,0
P1111LV2AR												I/500
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	a_{sx,y} E_u	a_{sx,y} E_o	a_{sxo}	a_{syo}	a_{s,Stanz}	μ_{xu,yu}	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.8]
4	0,806	4,2/2,6	4,7/4,0	4,2	1,0	15,4/1,5	-	Ø14/10	0,205	100,2	18,0	18,0
6	0,864	6,3/4,1	7,3/5,8	6,3	1,0	15,4/1,5	-	Ø20/10	0,190	100,4	31,0	31,0
8	0,897	10,0/6,0	11,0/8,0	10,0	1,0	31,4/12,0	-	Ø20810	0,194	100,0	45,0	45,0

Tabelle 10.3.2 a: d_{erf} wie Platte 2 am Durchlaufsystem $I_y/I_x = 0,5$ (2X)

P1115LV1AR												I/250
I_y/I_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	a_{syo}	$a_{s,Stanz}$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.9]
2,0/4,0	0,769	3,6/3,6	2,1/1,0	3,6	1,0	2,6	-	Ø12/10	0,198	102,3	13,0	13,0
3,0/6,0	0,829	6,0	3,7/1,2	6,0	1,0	4,5	-	Ø14/10	0,220	99,7	22,0	22,0
4,0/8,0	0,870	9,0/8,0	5,9/3,0	9,0	1,0	8,3	-	Ø14/10	0,196	98,1	33,0	33,0
P1115LV2AR												I/500
I_y/I_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	a_{syo}	$a_{s,Stanz}$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.10]
2,0/4,0	0,790	3,4	2,0/1,1	3,4	1,0	2,4	-	Ø14/10	0,160	100,2	15,5	15,5
3,0/6,0	0,840	5,9/5,2	3,5/1,5	5,9	1,0	4,6	-	Ø14/10	0,164	101,1	24,5	24,5
4,0/8,0	0,874	8,5/8,1	5,6/3,2	8,5	1,0	8,0	-	Ø14/10	0,184	102,8	34,5	34,5

Tabelle 10.3.2 b: d_{erf} wie Platte 2 am Durchlaufsystem $I_y/I_x = 0,5$ (2Y)

P1555LV1AR												I/250
I_y/I_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	a_{syo}	$a_{s,Stanz}$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.11]
2,0/4,0	0,793	4,6	2,0/1,0	4,6	1,0	0,5	-	Ø12/10	0,191	99,8	16,0	16,0
3,0/6,0	0,854	7,2	3,2/1,1	7,2	1,0	0,5	-	Ø12/10	0,167	103,1	28,0	28,0
4,0/8,0	0,892	10,7	4,1/1,5	10,7	1,0	0,5	-	Ø12/10	0,159	101,2	42,5	42,5
P1555LV2AR												I/500
I_y/I_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	a_{syo}	$a_{s,Stanz}$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.12]
2,0/4,0	0,803	4,3	2,0/1,0	4,3	1,0	0,5	-	Ø12/10	0,167	99,2	17,5	17,5
3,0/6,0	0,865	6,9	2,6/1,1	6,9	1,0	0,5	-	Ø12/10	0,139	99,5	30,5	30,5
4,0/8,0	0,894	10,6	4,1/1,5	10,6	1,0	0,5	-	Ø12/10	0,154	102,7	43,5	43,5

Tabelle 10.4.1: d_{erf} wie Platte 3 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$

P1111LV1AM												I/250
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	a_{sx,y} E_u	a_{sx,y} E_o	a_{sxo}	a_{syo}	a_{s,Stanz}	μ_{xu,yu}	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.13]
4	0,793	3,0/2,0	4,8	4,3	-	4,4/1,5	-	Ø12/10	0,228	102,0	16,0	16,0
6	0,857	4,8/2,8	8,0/6,5	7,5	-	8,5/2,5	-	Ø16/10	0,191	99,1	29,0	29,0
8	0,891	7,5/4,5	12,0/10,5	10,5	-	16,0/4,0	-	Ø25/10	0,205	97,8	42,0	42,0
P1111LV2AM												I/500
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	a_{sx,y} E_u	a_{sx,y} E_o	a_{sxo}	a_{syo}	a_{s,Stanz}	μ_{xu,yu}	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.14]
4	0,778	3,0/2,0	4,8	4,3	-	4,4/1,5	-	Ø10/15	0,203	98,8	18,0	18,0
6	0,863	4,8/2,8	8,0/6,5	7,5	-	8,5/2,5	-	Ø14/10	0,178	102,1	31,0	31,0
8	0,891	7,5/4,5	12,0/10,5	10,5	-	16,0/4,0	-	Ø20/10	0,205	101,6	42,0	42,0

Tabelle 10.4.2 a: d_{erf} wie Platte 3 am Durchlaufsystem $I_y/I_x = 0,5$ (3X)

P1115LV1AM												I/250
I_y/I_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	a_{syo}	$a_{s,Stanz}$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.15]
2,0/4,0	0,739	3,5	2,6/1,4	3,5	-	2,9	-	Ø12/10	0,275	103,1	10,0	10,0
3,0/6,0	0,803	4,8	3,9/2,0	4,8	-	4,5	-	Ø14/10	0,221	97,3	17,5	17,5
4,0/8,0	0,840	7,4/6,8	5,2/3,0	7,4	-	8,0	-	Ø16/10	0,229	98,8	24,5	24,5
P1115LV2AM												I/500
I_y/I_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	a_{syo}	$a_{s,Stanz}$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.16]
2,0/4,0	0,769	2,7	2,1/1,0	2,7	-	2,2	-	Ø12/10	0,163	99,8	13,0	13,0
3,0/6,0	0,818	4,3	3,5/2,0	4,3	-	4,0	-	Ø14/10	0,176	103,2	20,0	20,0
4,0/8,0	0,852	6,8/6,3	5,8/3,3	6,8	-	7,4	-	Ø14/10	0,202	100,4	27,5	27,5

Tabelle 10.4.2 b: d_{erf} wie Platte 3 am Durchlaufsystem $I_y/I_x = 0,5$ (3Y)

P1555LV1AM											I/250	
I_y/I_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	a_{syo}	$a_{s,Stanz}$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.17]
2,0/4,0	0,755	4,7	2,0/1,0	4,7	-	0,5	-	Ø12/10	0,200	103,2	15,5	15,5
3,0/6,0	0,854	7,3	2,4/1,0	7,3	-	0,5	-	Ø12/10	0,161	100,9	28,0	28,0
4,0/8,0	0,891	10,8	3,5/1,3	10,8	-	0,6	-	Ø12/10	0,157	100,0	42,0	42,0
P1555LV2AM											I/500	
I_y/I_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	a_{syo}	$a_{s,Stanz}$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.18]
2,0/4,0	0,800	4,4	1,9/1,0	4,4	-	0,5	-	Ø12/10	0,172	100,5	17,0	17,0
3,0/6,0	0,861	7,0	2,3/1,0	7,0	-	0,5	-	Ø12/10	0,205	101,1	30,0	30,0
4,0/8,0	0,891	10,7	3,4/1,3	10,7	-	0,6	-	Ø12/10	0,155	101,7	42,0	42,0

Tabelle 10.5.1: d_{erf} wie Platte 4 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$

P111111L-A5-V1A												I/250
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	a_{sx,y} E_u	a_{sx,y} E_o	a_{sxo}	a_{syo}	a_{s,Stanz}	μ_{xu,yu}	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.19]
4	0,786	2,6/3,9	2,7/3,5	2,6	1,0	7,5/2,0	7,5/2,0	Ø14/10	0,212	93,1	15,0	15,0
6	0,855	5,3/6,3	5,0/6,5	4,2	1,0	12,5/3,0	12,5/2,5	Ø25/10	0,226	100,6	25,5	25,5
8	0,878	5,0/7,6	5,2/7,8	5,0	1,0	17,5/3,3	17,5/3,2	Ø25/10	0,178	99,7	36,0	36,0
P111111L-A5-V2A												I/500
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	a_{sx,y} E_u	a_{sx,y} E_o	a_{sxo}	a_{syo}	a_{s,Stanz}	μ_{xu,yu}	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.20]
4	0,793	2,6/3,9	2,7/3,5	2,6	1,0	7,5/2,0	7,5/2,0	Ø14/10	0,199	101,3	16,0	16,0
6	0,850	4,2/6,1	4,4/6,7	4,2	1,0	12,5/3,0	12,5/2,5	Ø25/10	0,198	101,6	27,0	27,0
8	0,881	5,0/7,6	5,2/7,8	5,0	1,0	17,5/3,3	17,5/3,2	Ø25/10	0,175	100,0	37,5	37,5

Tabelle 10.5.2: d_{erf} wie Platte 4 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 0,5$

P111555L-A5-V1A											I/250	
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	a_{syo}	$a_{s,Stanz}$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.21]
2,0/4,0	0,760	4,1	2,1/1,0	4,1	1,0	3,4	0,5	Ø12/10	0,235	103,1	12,0	12,0
3,0/6,0	0,826	6,1	2,8/1,4	6,1	1,0	6,0	0,5	Ø14/10	0,191	97,9	21,5	21,5
4,0/8,0	0,856	8,5	4,0/2,0	8,5	1,0	8,5	0,7	Ø14/10	0,183	99,6	31,5	31,5
P111555L-A5-V2A											I/500	
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	a_{syo}	$a_{s,Stanz}$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.22]
2,0/4,0	0,786	3,4	1,7/1,0	3,4	1,0	3,8	0,5	Ø10/12	0,158	98,4	15,0	15,0
3,0/6,0	0,838	5,6	2,6/1,3	5,6	1,0	6,0	0,6	Ø14/10	0,157	99,1	24,0	24,0
4,0/8,0	0,874	8,0	3,7/1,9	8,0	1,0	8,3	0,7	Ø14/10	0,165	101,1	34,5	34,5

Tabelle 10.6.1: d_{erf} wie Platte 5 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$

P111111L-B5-V1A												I/250
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	a_{sx,y} E_u	a_{sx,y} E_o	a_{sxo}	a_{syo}	a_{s,Stanz}	μ_{xu,yu}	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.23]
4	0,786	2,6/3,9	2,7/3,5	2,6	1,0	7,5/2,0	7,5/2,0	Ø12/10	0,212	65,2	15,0	15,0
6	0,833	4,2/6,1	4,4/6,7	4,2	1,0	12,5/3,0	12,5/2,5	Ø20/10	0,233	64,3	23,0	23,0
8	0,878	5,0/7,6	5,2/7,8	5,0	1,0	17,5/3,3	17,5/3,2	Ø25/10	0,178	70,0	36,0	36,0
P111111L-B5-V2A												I/500
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	a_{sx,y} E_u	a_{sx,y} E_o	a_{sxo}	a_{syo}	a_{s,Stanz}	μ_{xu,yu}	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.24]
4	0,786	2,6/3,9	2,7/3,5	2,6	1,0	7,5/2,0	7,5/2,0	Ø12/10	0,199	84,2	15,0	15,0
6	0,833	4,2/6,1	4,4/6,7	4,2	1,0	12,5/3,0	12,5/2,5	Ø20/10	0,214	81,4	23,0	23,0
8	0,878	5,0/7,6	5,2/7,8	5,0	1,0	17,5/3,3	17,5/3,2	Ø25/10	0,175	81,1	36,0	36,0

Tabelle 10.6.2 a: d_{eff} wie Platte 5 am Durchlaufsystem $I_y/I_x = 0,5$ (5X)

P111555L-B5-V1A												I/250
I_y/I_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	a_{syo}	$a_{s,Stanz}$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.25]
2,0/4,0	0,760	4,1	2,1/1,0	4,1	1,0	3,4	0,5	Ø12/10	0,235	65,3	12,0	12,0
3,0/6,0	0,826	6,1	2,8/1,4	6,1	1,0	6,0	0,5	Ø16/10	0,191	77,2	17,0	17,0
4,0/8,0	0,831	8,5	4,0/2,0	8,5	1,0	8,5	0,7	Ø20/10	0,183	79,4	22,5	22,5
P111555L-B5-V2A												I/500
I_y/I_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	a_{syo}	$a_{s,Stanz}$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.26]
2,0/4,0	0,786	3,4	1,7/1,0	3,4	1,0	3,8	0,5	Ø12/10	0,158	99,3	12,0	12,0
3,0/6,0	0,806	4,2	3,0/2,0	1,0	1,0	5,6/4,4	1,7	Ø16/10	0,197	99,2	17,0	17,0
4,0/8,0	0,833	6,2	5,2/3,0	1,0	1,0	10,0/8,0	3,0	Ø25/10	0,224	102,3	23,0	23,0

Tabelle 10.6.2 b: d_{erf} wie Platte 5 am Durchlaufsystem $I_y/I_x = 0,5$ (5Y)

P111555L-B5-V1A												I/250
I_y/I_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	a_{syo}	$a_{s,Stanz}$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.27]
2,0/4,0	0,760	4,1	2,1/1,0	4,1	1,0	3,4	0,5	Ø12/10	0,235	102,1	12,0	12,0
3,0/6,0	0,821	6,1	2,3/1,1	6,1	1,0	6,3	1,1	Ø20/10	0,190	99,6	20,5	20,5
4,0/8,0	0,864	8,6	3,2/1,4	8,6	1,0	10,3	1,2	Ø14/10	0,176	98,8	31,0	31,0
P111555L-B5-V2A												I/500
I_y/I_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	a_{syo}	$a_{s,Stanz}$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.28]
2,0/4,0	0,777	3,5	1,3/0,7	3,5	1,0	3,2	0,5	Ø12/10	0,161	102,4	14,0	14,0
3,0/6,0	0,833	5,7	2,1/1,0	5,7	1,0	5,7	1,0	Ø14/10	0,158	101,6	23,0	23,0
4,0/8,0	0,874	8,1	3,0/1,5	8,1	1,0	9,6	1,5	Ø14/10	0,150	99,8	34,5	34,5

Tabelle 10.7.1: d_{erf} wie Platte 6 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 1,0$

P111111L-C3-V1A												I/250
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	a_{sx,y} E_u	a_{sx,y} E_o	a_{sxo}	a_{syo}	a_{s,Stanz}	μ_{xu,yu}	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.29]
4	0,786	2,6/3,9	2,7/3,5	2,6	1,0	7,5/2,0	7,5/2,0	Ø14/10	0,212	69,0	15,0	15,0
6	0,833	4,2/6,1	4,4/6,7	4,2	1,0	12,5/3,0	12,5/3,0	Ø20/10	0,233	75,5	23,0	23,0
8	0,878	5,0/7,6	5,0/7,6	5,2/7,8	5,0	17,5/3,3	17,5/3,2	Ø25/10	0,178	66,5	36,0	36,0
P111111L-C3-V2A												I/500
l	g/q	a_{sx}	a_{sy}	a_{sx,y} E_u	a_{sx,y} E_o	a_{sxo}	a_{syo}	a_{s,Stanz}	μ_{xu,yu}	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.30]
4	0,786	2,6/3,9	2,7/3,5	2,6	1,0	7,5/2,0	7,5/2,0	Ø14/10	0,212	89,3	15,0	15,0
6	0,833	4,2/6,1	4,4/6,7	4,2	1,0	12,5/3,0	12,5/3,0	Ø20/10	0,233	94,3	23,0	23,0
8	0,878	5,0/7,6	5,2/7,8	5,0	1,0	17,5/3,3	17,5/3,3	Ø25/10	0,178	74,8	36,0	36,0

Tabelle 10.7.2: d_{erf} wie Platte 6 am Durchlaufsystem $l_y/l_x = 0,5$

P111555L-C3-V1A												I/250
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	a_{syo}	$a_{s,Stanz}$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.31]
2,0/4,0	0,745	1,8	1,9	1,9	1,0	2,1	2,2	Ø12/10	0,176	92,4	10,5	10,5
3,0/6,0	0,789	5,6	2,4/1,5	5,6	1,0	6,0	6,0/1,5	Ø14/10	0,244	98,2	15,5	15,5
4,0/8,0	0,831	7,4	3,3/2,0	7,4	1,0	9,5	8,0/1,7	Ø16/10	0,223	99,8	22,5	22,5
P111555L-C3-V2A												I/500
l_y/l_x	g/q	a_{sx}	a_{sy}	$a_{sx,y} E_u$	$a_{sx,y} E_o$	a_{sxo}	a_{syo}	$a_{s,Stanz}$	$\mu_{xu,yu}$	η	d	Gl.
[m]	[-]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[#cm ²]	[%]	[%]	[cm]	[10.32]
2,0/4,0	0,765	2,8	1,3/0,7	2,8	1,0	2,9	1,5	Ø12/10	0,152	102,1	12,5	12,5
3,0/6,0	0,816	4,5	2,0/1,3	4,5	1,0	4,8	1,1	Ø14/10	0,158	99,1	19,5	19,5
4,0/8,0	0,848	6,5	3,0/1,8	6,5	1,0	8,5	1,5	Ø16/10	0,168	101,4	26,5	26,5

