



NCCI: Elastisches kritisches Biegedrillknickmoment

Dieses NCCI Dokument enthält die Gleichung zur Ermittlung des elastischen kritischen Biegedrillknickmomentes für doppelt symmetrische Querschnitte. Für die Berechnung werden Parameter für häufig auftretende Fälle angegeben. Für einen Träger mit gleichmäßig verteilter Last und Endmomenten oder mit Einzellasten und endmomenten werden die Beiwerte in Form von Diagrammen dargestellt.

Inhalt

1.	Allgemeines	2
2.	Methode für doppelt symmetrische Querschnitte	2
3.	Faktoren C_1 und C_2	4
4.	Literaturnachweis	12



1. Allgemeines

Das elastische kritische Moment M_{cr} kann für doppelt symmetrische Querschnitte mit der Methode aus Abschnitt 2 berechnet werden.

In Fällen, die mit der in Absatz 2 dargestellten Methode nicht behandelt werden können, kann das elastische kritische Moment durch eine Eigenwertberechnung des Trägers ermittelt werden, vorausgesetzt, die Berechnung berücksichtigt alle Parameter, die den Wert M_{cr} beeinflussen können:

- Abmessungen des Querschnittes
- Wölbsteifigkeit
- Lage der Querbelastung in Bezug auf den Schubmittelpunkt
- Lagerungsbedingungen

Die *LTBeam* Software ist eine spezifische Software für die Berechnung des kritischen Momentes M_{cr} . Sie kann gebührenfrei von der folgenden Webseite heruntergeladen werden:

<http://www.cticm.com>

2. Methode für doppelt symmetrische Querschnitte

Die folgende Methode bezieht sich nur auf gleichförmige, gerade Bauteile, deren Querschnitt zur Biegeebene symmetrisch ist.

Die Lagerungsbedingungen an den Enden umfassen mindestens :

- die Behinderung der seitlichen Verschiebung,
- die Behinderung der Verdrehung um die Längsachse.

Das elastische kritische Moment wird nach der folgenden Formel errechnet, die sich aus der Knicktheorie ableitet:

$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 EI_z}{(kL)^2} \left\{ \sqrt{\left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \frac{I_w}{I_z} + \frac{(kL)^2 GI_t}{\pi^2 EI_z} + (C_2 z_g)^2} - C_2 z_g \right\} \quad (1)$$

mit:

E ist der Elastizitätsmodul ($E = 210000 \text{ N/mm}^2$)

G ist der Schubmodul ($G = 80770 \text{ N/mm}^2$)

I_z ist das Trägheitsmoment um die schwache Achse

I_t ist das Torsionsträgheitsmoment

I_w ist das Wölbwiderstandsmoment

L ist die Trägerlänge zwischen Punkten mit seitlicher Stützung

k und k_w sind Knicklängenbeiwerte

z_g ist der Abstand des Lastangriffspunktes zum Schubmittelpunkt

Anmerkung: Der Schubmittelpunkt und der Schwerpunkt stimmen bei doppelt symmetrischen Querschnitten überein.

C_1 und C_2 sind Koeffizienten, die von der Belastung und von den Lagerungsbedingungen an den Enden abhängen (siehe Abschnitt 3).

Der Faktor k bezieht sich auf die Verdrehung der Enden in der Draufsicht. Er entspricht dem Verhältnis der Knicklänge zur Systemlänge eines Druckgliedes. Der Wert k sollte nicht geringer als 1,0 angenommen werden, außer wenn ein Wert kleiner als 1,0 gerechtfertigt werden kann.

Der Faktor k_w bezieht sich auf die Verwölbung der Trägerenden. Sind keine Vorkehrungen zur Verhinderung der Verwölbung getroffen worden, ist k_w mit 1,0 anzusetzen.

z_g ist im allgemeinen Fall positiv, wenn die Lasten von ihrem Angriffspunkt in Richtung Schubmittelpunkt wirken (Abbildung 2.1).

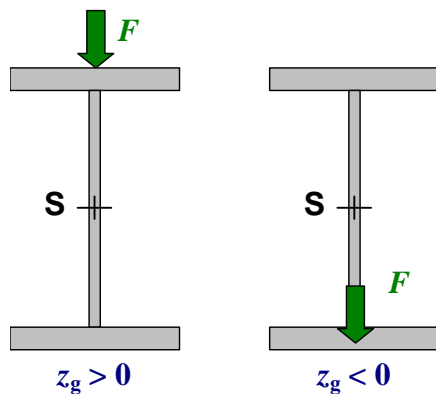


Abbildung 2.1: Angriffspunkt der Querlast



Im häufig auftretenden Fall von normalen Auflagerbedingungen an den Enden (Gabellagerung) sind k und k_w mit 1 anzusetzen.

$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 EI_z}{L^2} \left\{ \sqrt{\frac{I_w}{I_z} + \frac{L^2 GI_t}{\pi^2 EI_z} + (C_2 z_g)^2} - C_2 z_g \right\} \quad (2)$$

Ist der Biegemomentenverlauf entlang eines Bauteilsegmentes, welches durch seitliche Stützungen begrenzt ist, linear, oder wirkt die Querbelastung im Schubmittelpunkt, dann ist $C_2 z_g = 0$. Der Ausdruck vereinfacht sich dann zu:

$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 EI_z}{L^2} \sqrt{\frac{I_w}{I_z} + \frac{L^2 GI_t}{\pi^2 EI_z}} \quad (3)$$

Das Wölbwiderstandsmoment I_w für doppelt symmetrische I-Profile wird folgendermaßen errechnet :

$$I_w = \frac{I_z (h - t_f)^2}{4} \quad (4)$$

mit:

h ist die Querschnittshöhe

t_f ist die Flanschdicke

3. Faktoren C_1 und C_2

3.1 Allgemeines

Die Faktoren C_1 und C_2 sind von verschiedenen Parametern abhängig :

- Querschnittswerte,
- Auflagerbedingungen,
- Momentenverlauf

Es kann gezeigt werden, dass die Faktoren C_1 und C_2 vom folgenden Verhältnis abhängen :

$$\kappa = \frac{EI_w}{GI_t L^2} \quad (5)$$

Die Werte in diesem Dokument sind unter der Annahme $\kappa = 0$ errechnet worden. Diese Annahme führt dazu, dass C_1 auf der sicheren Seite liegt.

3.2 Nur durch Endmomente belastetes Bauteil

Der Faktor C_1 kann für ein Bauteil mit Momentenbelastung am Auflager aus Tabelle 3.1 ermittelt werden.

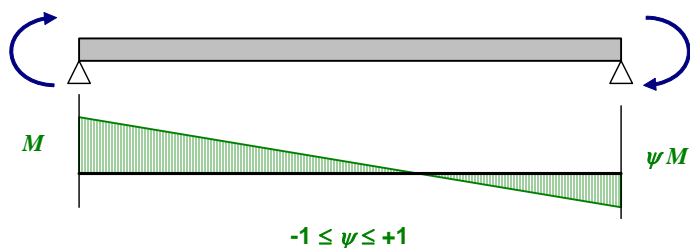


Abbildung 3.1: Bauteil mit Endmomenten

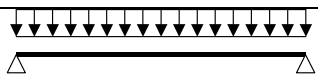
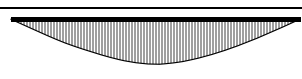
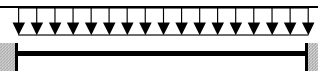
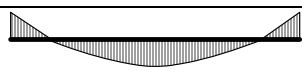
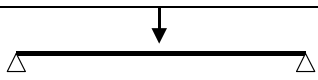
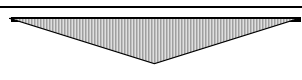
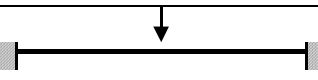
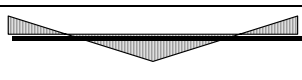
Tabelle 3.1: Werte für C_1 bei Belastung durch Endmomente (für $k = 1$)

ψ	C_1
+1,00	1,00
+0,75	1,14
+0,50	1,31
+0,25	1,52
0,00	1,77
-0,25	2,05
-0,50	2,33
-0,75	2,57
-1,00	2,55

3.3 Bauteil mit Querbelastung

In Tab. 3.2 sind C_1 - und C_2 -Werte für einige Fälle von in Querrichtung belasteten Bauteilen angegeben.

Tabelle. 3.2: Werte für C_1 und C_2 für Fälle mit Querbelastung (für $k = 1$)

Belastungsfall und Auflagerbedingungen	Biegemomentenverlauf	C_1	C_2
		1,127	0,454
		2,578	1,554
		1,348	0,630
		1,683	1,645

Anmerkung: Das kritische Moment M_{cr} wird für den Querschnitt errechnet, der das maximale Moment im Verlauf des Bauteils aufweist.

3.4 Bauteil mit Endmomenten und Querbelastung

Bei kombinierter Last durch Endmomente und Querbelastungen, wie in Abbildung 3.1 dargestellt, können die Werte für C_1 und C_2 den nachfolgenden Kurven entnommen werden. Zwei Fälle werden berücksichtigt:

Fall a) Endmomente mit einer gleichmäßig verteilten Last

Fall b) Endmomente mit einer Einzellast in Feldmitte

Die Momentenverteilung wird durch zwei Parameter definiert:

ψ ist das Verhältnis der Endmomente. Laut Definition ist M das maximale Endmoment, so dass :

$$-1 \leq \psi \leq 1 \quad (\psi = 1 \text{ für ein konstantes Moment})$$

μ ist das Verhältnis des Momentes infolge der Querlast zum maximalen Endmoment M

$$\text{Fall a) } \mu = \frac{qL^2}{8M}$$

$$\text{Fall b) } \mu = \frac{FL}{4M}$$

Vorzeichenkonvention für μ :



$\mu > 0$ wenn M und die Querlast (q oder F), jeweils für sich betrachtet, den Träger in die gleiche Richtung biegen (z.B. wie unten abgebildet).

$\mu < 0$ ansonsten

Die Werte für C_1 und C_2 wurden für $k = 1$ and $k_w = 1$ ermittelt.

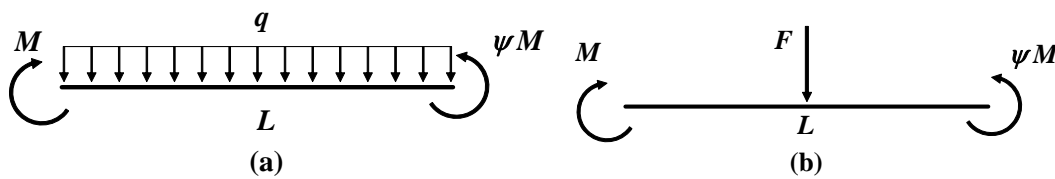
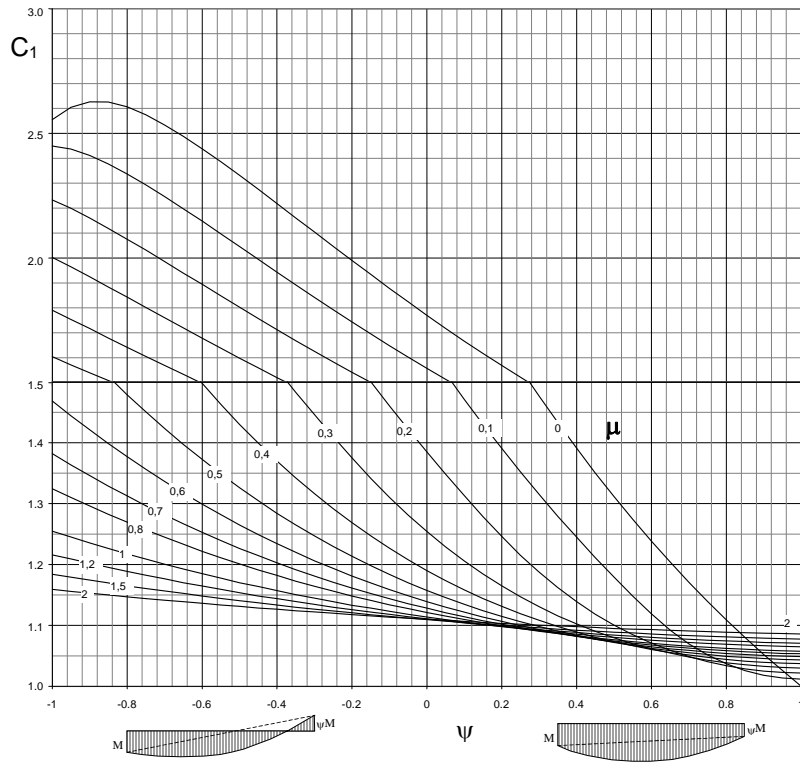
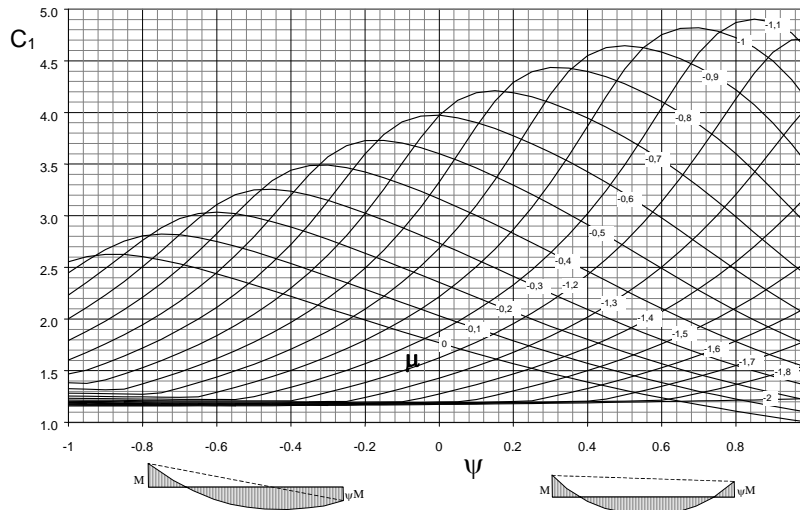


Abbildung 3.1: Endmomente mit einer Querlast



$\mu > 0$



$\mu < 0$

Abbildung. 3.2: Endmomente und gleichmäßig verteilte Last – Faktor C_1

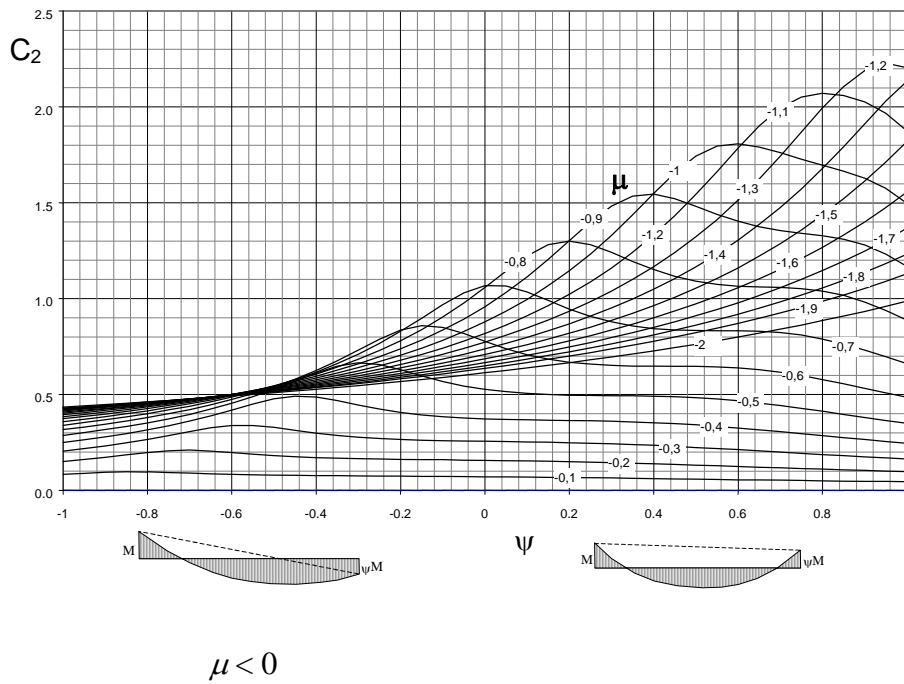
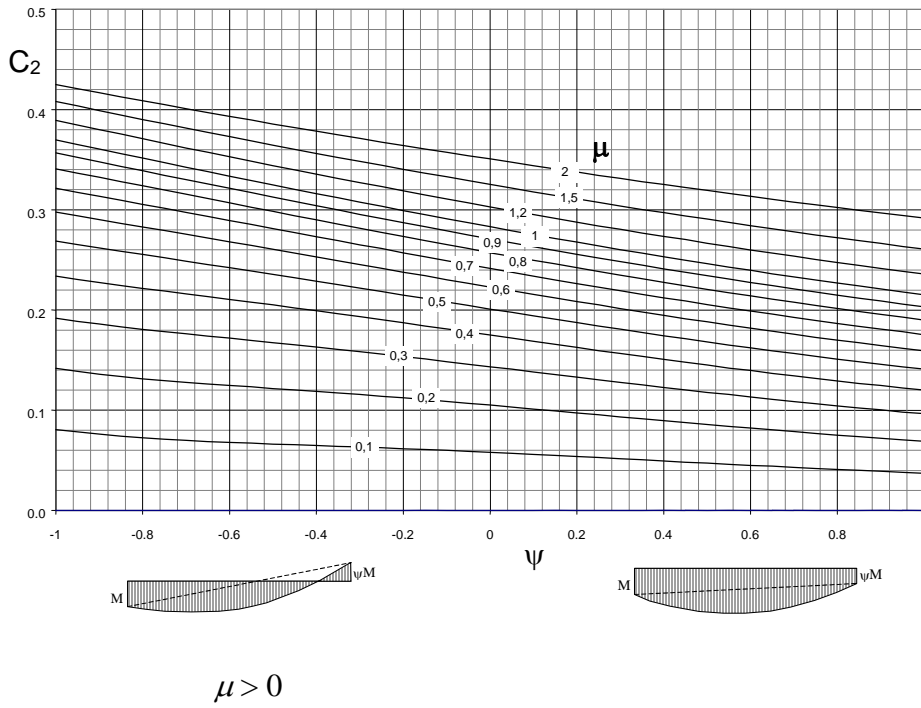
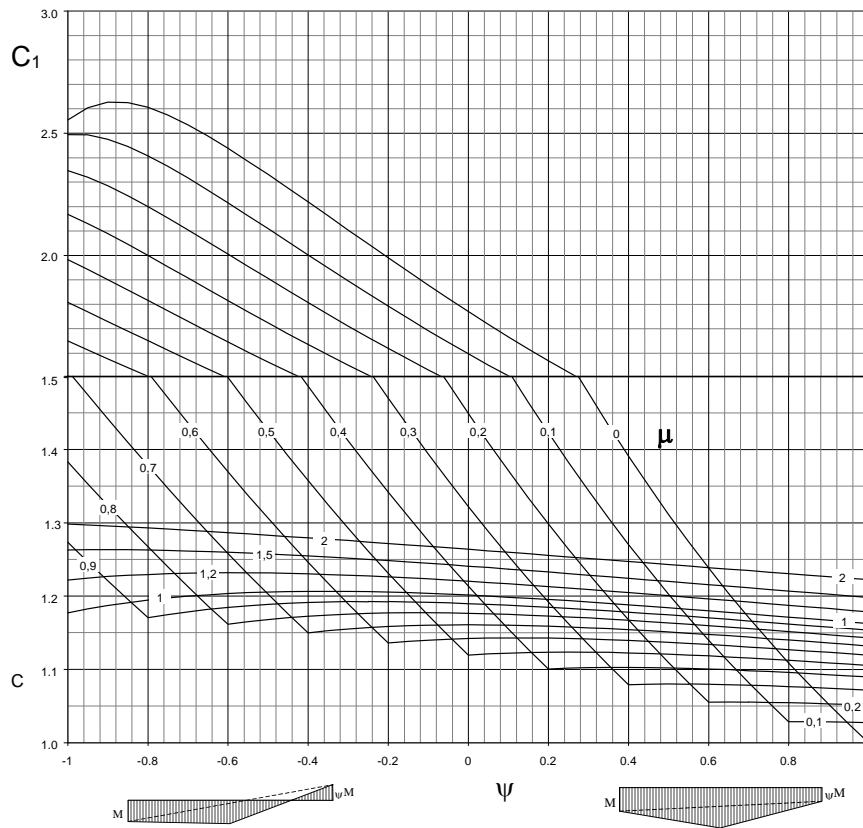
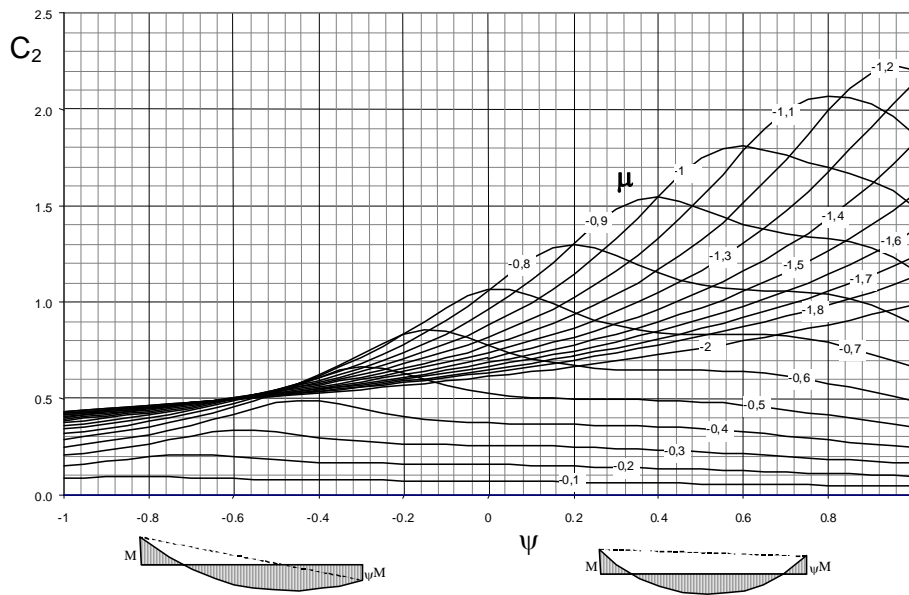


Abbildung 3.3: Endmomente und gleichmäßig verteilte Last – Faktor C_2

Erstellt am Donnerstag, 3. März 2011
Dieses Material unterliegt dem Urheberrecht - alle Rechte vorbehalten. Die Nutzung dieses Dokuments unterliegt den Bedingungen der Access Steel-Lizenzvereinbarung



$\mu > 0$



$\mu < 0$

Abbildung. 3.4: Endmomente und Einzellast in Feldmitte – Faktor C_1

Erstellt am Donnerstag, 3. März 2011
Dieses Material unterliegt dem Urheberrecht - alle Rechte vorbehalten. Die Nutzung dieses Dokuments unterliegt den Bedingungen der Access Steel-Lizenzvereinbarung

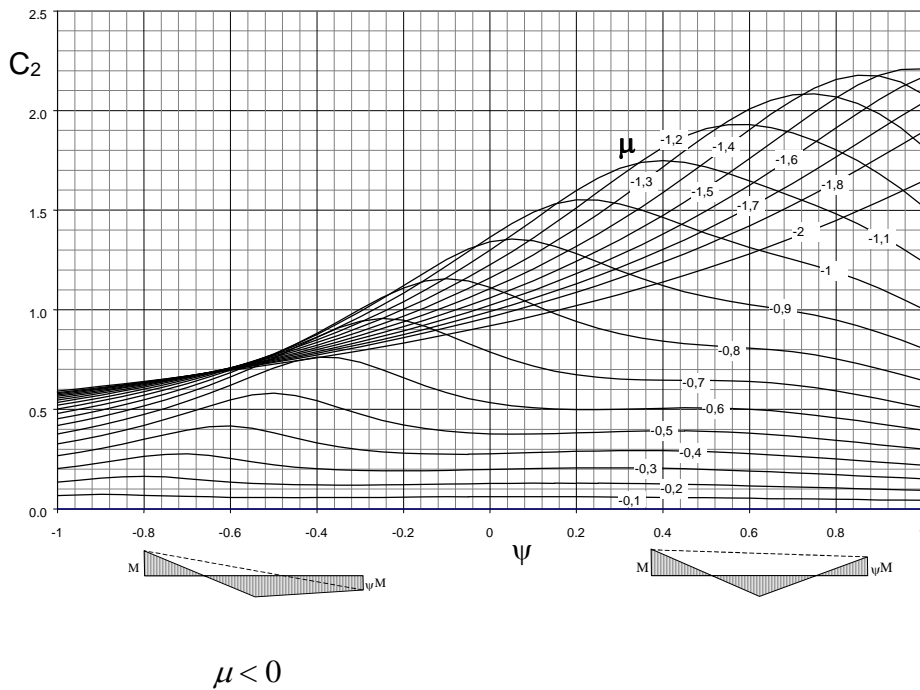
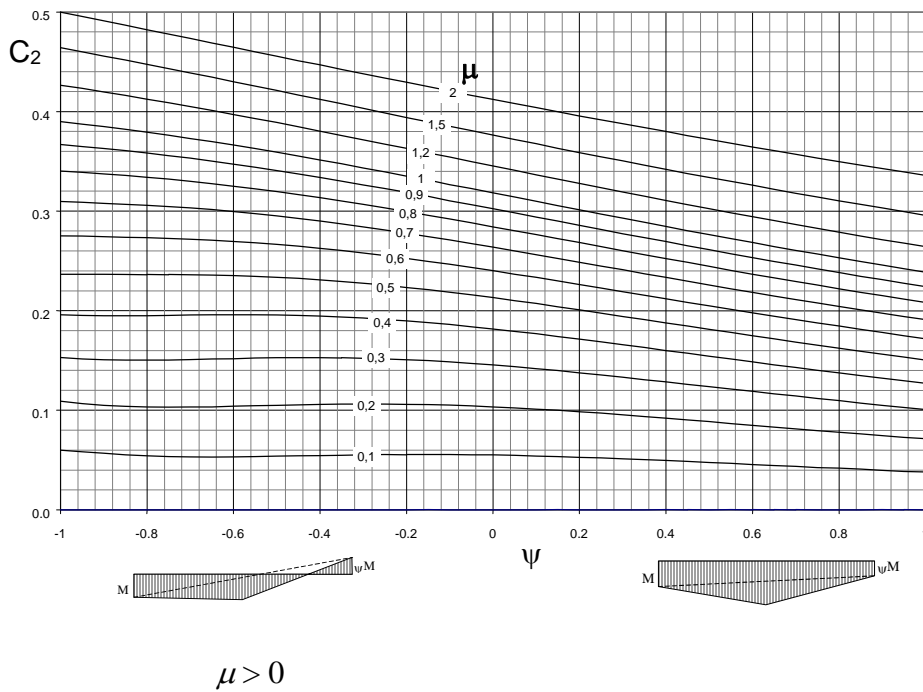


Abbildung 3.5: Endmomente und Einzellast in Feldmitte – Faktor C_2



4. Literaturnachweis

- 1 ENV 1993-1-1
Eurocode 3 : Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1 : Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau. Europäisches Komitee für Normung.
- 2 Timoshenko, S.P. und Gere, J.M.
Theory of elastic stability. 2nd Edition. Mc Graw-Hill. 1961.
- 3 Djalaly, H.
Calcul de la résistance ultime au déversement dans le cas de la flexion déviée. Revue Construction Métallique n°3-1974. CTICM.
- 4 Galéa, Y.
Déversement élastique d'une poutre à section bi-symétrique soumise à des moments d'extrémité et une charge répartie ou concentrée. Revue Construction Métallique n°2-2002. CTICM.

Qualitätsaufzeichnung

QUELLENTITEL	NCCI: Elastisches kritisches Biegedrillknickmoment		
Referenz(en)			
URSPRUNGSDOKUMENT			
	Name	Unternehmen	Datum
Verfasser	Alain Bureau	CTICM	
Technischer Inhalt überprüft durch	Yvan Galéa	CTICM	
Redaktioneller Inhalt überprüft durch	D C Iles	SCI	2/3/05
Technischer Inhalt genehmigt durch folgende STEEL-Partner:			
1. Großbritannien	G W Owens	SCI	1/3/05
2. Frankreich	A. BUREAU	CTICM	1/3/05
3. Schweden	A Olsson	SBI	1/3/05
4. Deutschland	C Mueller	RWTH	1/3/05
5. Spanien	J Chica	Labein	1/3/05
Ursprungsdokument genehmigt durch Technischen Koordinator	G W Owens	SCI	21/4/06
ÜBERSETZTES DOKUMENT			
Diese Übersetzung wurde erstellt und überprüft durch:	eTeams International Ltd.		
Übersetzung des Ursprungsdokuments genehmigt durch:		RWTH	21/09/05

Corrigendum 2010-10-12: Abbildung. 3.4 Beschriftung korrigiert



Angaben auf Deckblatt

Titel	NCCI: Elastisches kritisches Biegedrillknickmoment	
Reihe		
Beschreibung	Dieses NCCI Dokument enthält die Gleichung zur Ermittlung des elastischen kritischen Biegedrillknickmomentes für doppelt symmetrische Querschnitte. Für die Berechnung werden Parameter für häufig auftretende Fälle angegeben. Für einen Träger mit gleichmäßi	
Zugriffsebene*	Fachwissen	
Identifikatoren*	Dateiname	P:\CMP\CMP554\Finalization\SN files\003\SN003b-DE-EU.doc
Format		Microsoft Office Word14 Seiten; 2252kb;
Kategorie*	Ressourcenart	Kompatibles Ergänzungsdokument
	Gesichtspunkt	
Betreff*	Anwendungsbereich(e)	Mehrgeschossiger Hochbau;
Datumsangaben	Datum der Erstellung	12/10/2010
	Zuletzt geändert am	03/02/2005
	Überprüft am	
	Gültig ab Gültig bis	
Sprache(n)*		
Ansprechpartner	Verfasser	Alain Bureau, CTICM
	Überprüft durch	Yvan Galéa, CTICM
	Genehmigt durch Redakteur Zuletzt geändert durch	
Stichwörter*	Biegedrillknicken	
Siehe auch	Eurocode-Referenz	
	Fallbeispiel(e)	
	Kommentar	
	Diskussion	
	<i>Sonstiges</i>	
Geltungsbereich	Nationale Anwendbarkeit	
Besondere Hinweise		