

Tipp 25/12

Mitwirkende Breite zur Berücksichtigung der Schubverzerrung bei elastischen Werkstoffverhalten nach DIN EN 1993-1-5:2019-10 [1] in Verbindung mit Berichtigung 1:2020-07 [2] und DIN EN 1993-1-5/NA:2018-11 [3]

Bei Biegeträgern mit breiten Flanschen bleibt der Querschnitt infolge der Schubverzerrung nicht eben. Auf Grund der Verwölbung kann sich keine konstante Verteilung der Biegenormalspannungen über die Breite des Gurtes einstellen. Die Gurtspannungen am Steg sind maximal und nehmen, auf Grund der Schubweichheit der Gurte, mit zunehmender Entfernung vom Steg ab. Dieser Effekt müsste eigentlich bei allen Nachweisen berücksichtigt werden.

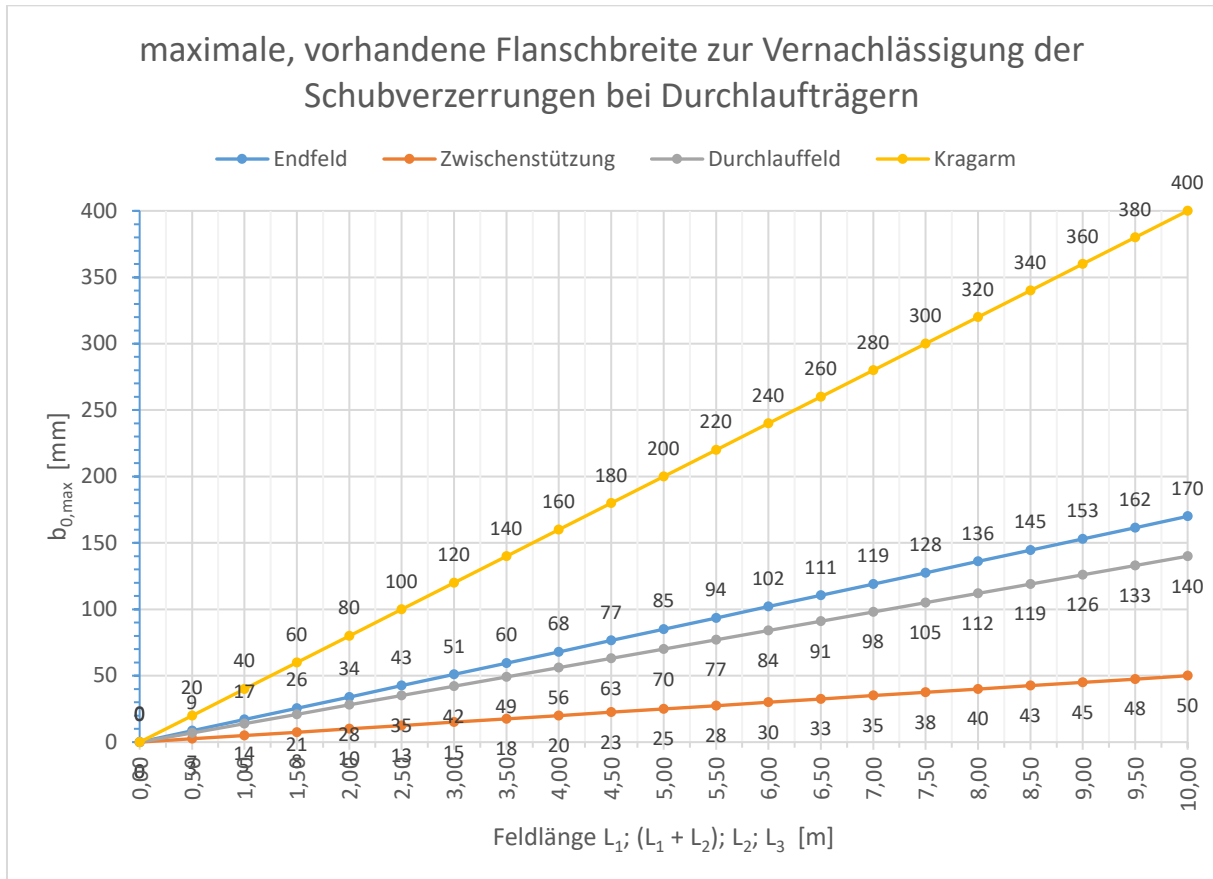
Der Einfluss von Schubverzerrungen in Gurten darf, entsprechend [1], Abschnitt 3.1(1), vernachlässigt werden, wenn die Bedingung $b_0 < \frac{L_e}{50}$ erfüllt ist. Dabei ist für b_0 bei einseitig gestützten Bauteilflanschen

die vorhandene Flanschbreite und bei zweiseitig gestützten Bauteilflanschen die Hälfte der vorhandenen Flanschbreite anzusetzen. Für die effektive Länge L_e ist der Abstand der Momentennullpunkte des Bauteils anzunehmen. Entsprechend [1], Abschnitt 3.2.1(2) darf bei Durchlaufträgern, deren angrenzende Feldweiten sich nicht um mehr als 50% unterscheiden bzw. deren Kragarmlänge nicht länger als 50% der angrenzenden Feldweite beträgt, die effektive Länge L_e nach [1], Bild 3.1 bestimmt werden. Werden diese Bedingungen nicht eingehalten muss der Abstand der Momentennullpunkte abgeschätzt werden. Unter Berücksichtigung dieser Vorgaben kann die Größe der vorhandenen Flanschbreite eines Durchlaufträgers, bis zu welcher der Einfluss der Schubverzerrungen in den Gurten vernachlässigt werden darf, mit Hilfe Bild 3.1 aus [1] in Abhängigkeit vom Nachweisort wie folgt ermittelt werden.

- Endfeld $L_e = 0,85 * L_1 \rightarrow b_{0,max} = \frac{0,85 * L_1}{50} = 0,017 * L_1$
- Zwischenstützung $L_e = 0,25 * (L_1 + L_2) \rightarrow b_{0,max} = \frac{0,25 * (L_1 + L_2)}{50} = 0,005 * (L_1 + L_2)$
- Durchlauffeld $L_e = 0,70 * L_2 \rightarrow b_{0,max} = \frac{0,70 * L_2}{50} = 0,014 * L_2$
- Kragarm $L_e = 2 * L_3 \rightarrow b_{0,max} = \frac{2 * L_3}{50} = 0,04 * L_3$

In diesen Gleichungen sind L_1 die Länge des Endfeldes bzw. eines ersten Durchlaufeldes, L_2 die Länge eines Durchlaufeldes und L_3 die Länge des Kragarms.

Auf Grundlage dieser Überlegungen wurden die maximalen Flanschbreiten $b_{0,max}$ für Durchlaufträger mit Feldlängen $0 \leq \{L_1; (L_1 + L_2); L_2; L_3\} \leq 10$ m ermittelt, bis zu denen der Einfluss der Schubverzerrung vernachlässigt werden darf. Die Ergebnisse sind in dem folgenden Diagramm graphisch aufgeteilt.



Wenn die vorhandenen Flanschbreite b_0 größer ist als $b_{0,max}$ muss der Einfluss der Schubverzerrungen berücksichtigt werden. Zur Berücksichtigung der elastischen Schubverzerrungen in Gurten bei den Nachweisen im Gebrauchstauglichkeitszustand und der Ermüdung ist von einer mitttragenden Breite b_{eff} der Gurte auszugehen. Innerhalb dieser mitttragenden Breite b_{eff} wird von einer gleichmäßig verteilten Spannung in Höhe der Maximalspannung ausgegangen. In den übrigen Gurtbereichen wird die Spannung zu Null angenommen. Zur Berechnung dieser mitttragenden Breite wird in [2], Abschnitt 3.2.1(1) die folgende Gleichung angegeben.

$$b_{eff} = \beta * b_0$$

In dieser Gleichung sind die folgenden geometrischen Kennwerte des Gurtes berücksichtigt.

- β Abminderungsfaktor für die mitttragende Breite
- b_0 vorhandene Flanschbreite

Der Abminderungsfaktor β ist entsprechend der Vorgaben aus [1], Tabelle 3.1 in Abhängigkeit des Nachweisortes (Trägerfeld, Trägerstütze, Endauflager oder Kragarm) und eines Hilfwertes κ zu ermitteln. Dieser Hilfwert κ ist nach [1], Tabelle 3.1 mittels der folgenden Gleichung zu bestimmen.

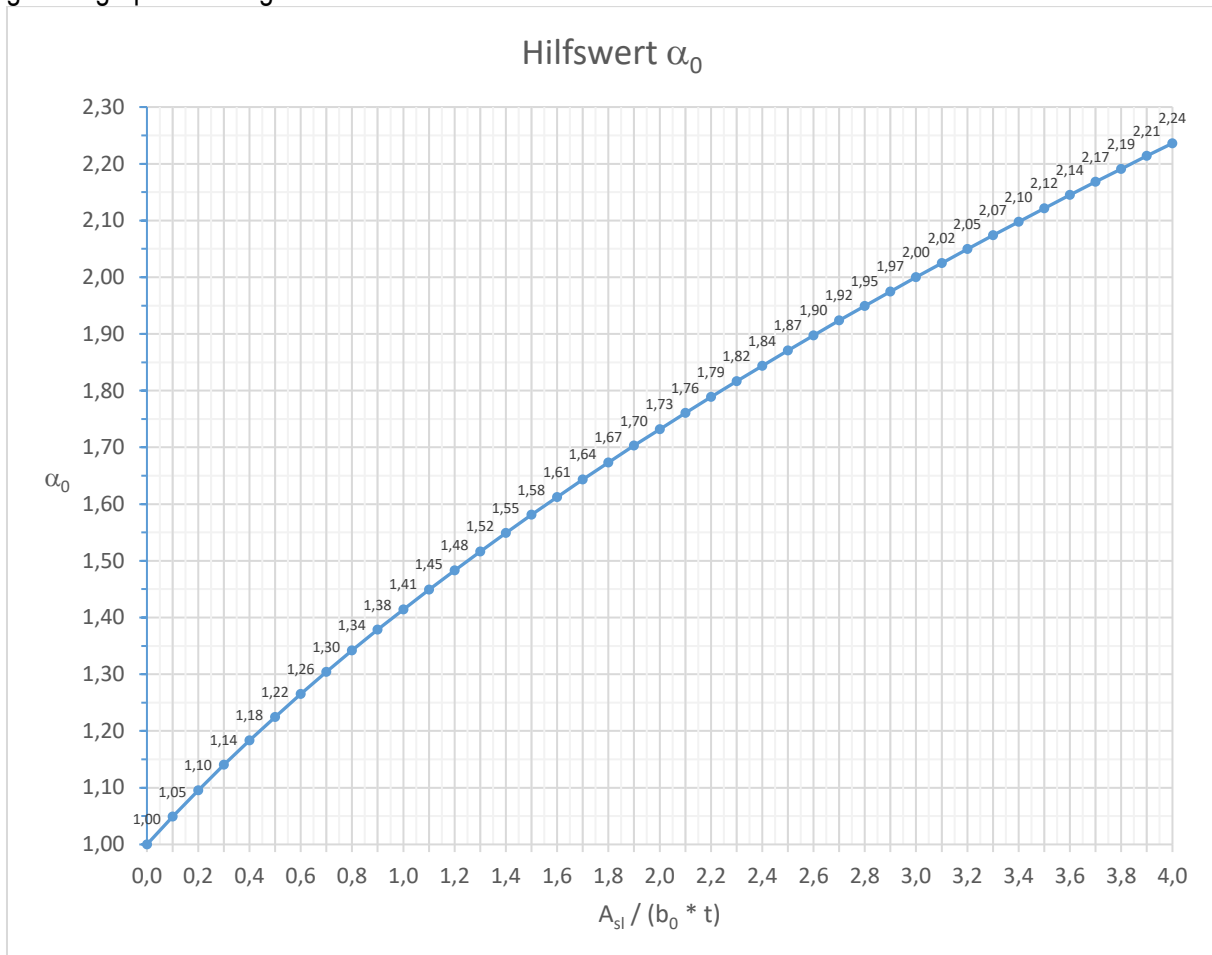
$$\kappa = \alpha_0 * \frac{b_0}{L_e}$$

Der weitere Hilfwert α_0 ergibt sich, entsprechend [1], Tabelle 3.1, aus der folgenden Gleichung.

$$\alpha_0 = \sqrt{1 + \frac{A_{sl}}{b_0 * t}}$$

In dieser Gleichung wird zusätzlich zu den bisher definierten Größen als A_{sl} die Querschnittsfläche aller Längssteifen innerhalb der Breite b_0 und die Dicke des Gurtes t verwendet.

Für Flächenverhältnisse $0 \leq \frac{A_{sl}}{b_0 * t} \leq 4$ wurde der Hilfswert α_0 berechnet und in dem folgenden Diagramm graphisch ausgewertet.



Nach Ermittlung des Hilfswertes α_0 kann mit diesem der weitere Hilfswert κ berechnet werden (siehe oben).

In Abhängigkeit vom Nachweisort und dem ermittelten Hilfswert κ wird anschließend der Abminderungsbeiwert β , wie nachfolgend angegeben, ermittelt.

- Feldmoment $\kappa \leq 0,02$

$$\beta = 1,0$$

$$0,02 \leq \kappa \leq 0,70$$

$$\beta = \beta_1 = \frac{1}{1 + 6,4 * \kappa^2}$$

$$\kappa > 0,70$$

$$\beta = \beta_1 = \frac{1}{5,9 * \kappa}$$

- Stützmoment $\kappa \leq 0,02$

$$\beta = 1,0$$

$$0,02 \leq \kappa \leq 0,70$$

$$\beta = \beta_2 = \frac{1}{1 + 6 * \left(\kappa - \frac{1}{2500 * \kappa} \right) + 1,6 * \kappa^2}$$

$$\kappa > 0,70$$

$$\beta = \beta_2 = \frac{1}{8,6 * \kappa}$$

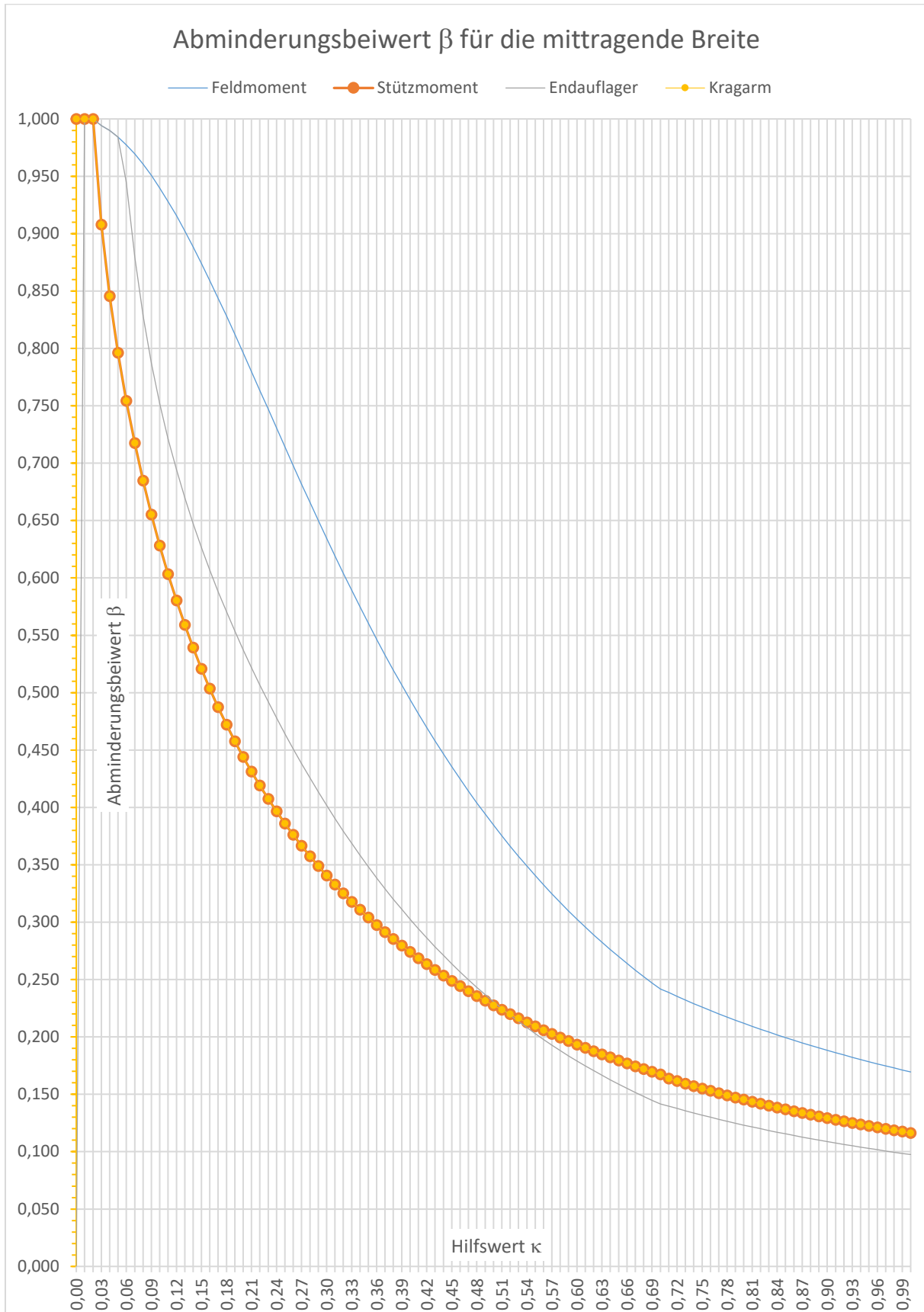
- Endauflager

$$\beta = \beta_0 = \left(0,55 + \frac{0,025}{\kappa} \right) * \beta_1 \leq \beta_1$$

- Kragarm

$$\beta = \beta_2 \text{ (am Auflager und Kragarmende)}$$

Für Hilfwerte von $0 \leq \kappa \leq 1$ wurde der Abminderungsbeiwert β in Abhängigkeit von dem Nachweisort ermittelt und in dem folgenden Diagramm graphisch ausgewertet.



Mit Hilfe dieses Diagramms können verschiedene Aspekte verdeutlicht werden.

So sind die Abminderungsfaktoren β für Kragarm und Stützmoment identisch.

Außerdem ist die mathematische Definition für den Abminderungsfaktor β bei einem Endauflager mit dem Hilfwert von $\kappa = 0$ nicht gegeben. Dies ist jedoch aus baupraktischer Sicht nicht relevant.

Durch die Anwendung der dargelegten Zusammenhänge und dargestellten Diagramm können sehr einfach und schnell eingeschätzt werden, ob der Einfluss der Schubverzerrungen berücksichtigt werden muss und der Hilfwert α_0 und der Abminderungsfaktor β abgelesen und anschließend die mitwirkende Breite b_{eff} bestimmt werden.

Literatur:

- [1] DIN EN 1993-1-5:2019-10 Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
Teil 1-5: Plattenförmige Bauteile
- [2] DIN EN 1993-1-5/Berichtigung 1:2020-07 Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von
Stahlbauten
Teil 1-5: Plattenförmige Bauteile
- [3] DIN EN 1993-1-5/NA:2018-11 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode
3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
Teil 1-5: Plattenförmige Bauteile

Impressum

Landesamt für Bauen und Verkehr
Bautechnisches Prüfam
T. Schellenberg
Gulbener Straße 24
03046 Cottbus
Telefon 03342 4266-3400
Telefax 03342 4266-7608
BPA@LBV.Brandenburg.de
<https://lbv.brandenburg.de>