Mitwirkende Breite bei Plattenbalken aus BSH und BSP

Problemstellung / Definition der mitwirkenden Breite

Die Normalspannungen im Gurtbereich von Plattenbalkenquerschnitten sind aufgrund auftretender Schubverformungen in der BSP-Platte ungleichförmig über die Breite b verteilt. Um dennoch die Anwendung der Stabstatik zu ermöglichen, wird die mitwirkende Breite b_{ef} definiert. Diese gibt die reduzierte fiktive Gurtbreite an, für die eine konstante Normalspannungsverteilung und eine ebene Dehnungsverteilung angenommen werden kann. Die daraus resultierende Normalkraft im Gurt ist gleich der resultierenden Normalkraft bei tatsächlicher Spannungsverteilung über die gesamte Breite b.



Abb. 1: Tatsächlicher (links) und idealisierter (rechts) Spannungsverlauf in einem Plattenbalken



Abb. 2: Bezeichnung der Abmessungen des Plattenbalkenquerschnitts

Modellbildung

Um die mitwirkende Breite bestimmen zu können, wird in [1] der BSH-Querschnitt als Träger und der BSP-Querschnitt als Scheibe modelliert und diese werden im Abstand e miteinander gekoppelt. Diese Kopplung von Träger und Scheibe kann starr oder nachgiebig erfolgen. Um die Nachgiebigkeit des BSP-Elementes im lokalen Bereich der Krafteinleitung zu beschreiben, wird die Schubnachgiebigkeit des BSP-Querschnitts über eine Schubfeder in der Kopplung berücksichtigt. Falls die beiden Bauteile nicht starr (z. B. durch Verklebung) miteinander verbunden sind, kann hier auch die Schubnachgiebigkeit der Verbindung (Verschiebungsmodul) zwischen dem BSH-Träger und der BSP-Platte berücksichtigt werden.

Die Steifigkeit der Schubfeder berechnet sich nach Glg. \eqref{eq:springstiffness}. Für die Berechnung der wirksamen (Verteil-) Breite b_k im BSP-Element wird ein Winkel von $\alpha = 45°$ vorgeschlagen.



$$\begin{equation} \label{eq:springstiffness} k = {\left({\sum\limits_{i = 1}^{(n - 1)/2} {{{{h_i}} \over {{b_k} \cdot {G_i}}} + {1 \over 2} \cdot {{{h_{(n + 1)/2}}} \over {{b_k} \cdot {G_{(n + 1)/2}}}} + {1 \over {{k_{VM}}}}} } \right)^{ - 1}} \end{equation}$$

k	Steifigkeit der Schubfeder [N/mm²]
G_i	Schubmodul der Schicht i [N/mm²]
h_i	Dicke der Schicht i [mm]
n	Anzahl der Schichten der BSP-Platte [-]
b_k	wirksame (Verteil-) Breite im BSP-Element [mm]

k_{VM}	Steifigkeit des Verbindungsmittels (VM) in der Fuge zwischen BSH und BSP [N/mm^2] (optional)

Durch das Lösen des daraus entstandenen Differentialgleichungssytems und durch Gleichsetzen der maximalen Biegenormalspannung des Scheibe-Träger-Modells mit der des Stabmodells kann die mitwirkende Breite b_{ef} bestimmt werden.

Wesentliche Parameter

Die mitwirkende Breite b_{ef} ist von mehreren Parametern abhängig. Die wesentlichen sind:

- Belastungstyp: Gleichlast / Einzellast
- System: Einfeldträger / Durchlaufträger
- Verhältnis der Spannweite L zu Breite b bzw. der Längen L_F oder L_S zu Breite b
- Steifigkeiten der Platte: Dehnsteifigkeit c_x, Schubsteifigkeit c_{xy} sowie Biegesteifigkeit b_x
- Schubnachgiebigkeit der BSP-Platte und Nachgiebigkeit der Verbindung zwischen BSH-Träger und BSP-Platte
- Art der Nachweisführung: ULS / SLS

Im Folgenden werden die Auswirkungen der jeweiligen Parameter dargestellt.

Belastungstyp

Aufgrund des einschnürenden Effekts ist die mitwirkende Breite bei Einzellasten geringer als bei Gleichlasten.

Abb. 3: Unterschied in der mitwirkenden Breite zufolge der Art der Belastung am Einfeldträger

System

Die mitwirkende Breite b_{ef} variiert über die Länge. Das Maximum der mitwirkenden Breite tritt in Feldmitte auf und nimmt zu den Auflagern hin ab. Im Rahmen des Projektes focus_sts 2.2.3_1 [1] wurde die Berechnung der mitwirkenden Breiten nur für Einfeldträger durchgeführt. In [2] wird für Durchlaufträgersysteme unter Gleichlast vorgeschlagen, im Stützbereich (Momentenverlauf annähernd dreiecksförmig) mit $b_{ef,S}$ der Einzellast und einer Länge $L = L_S$ (Abstand der Momentennullpunkte im Stützbereich) und im Feldbereich mit $b_{ef,F}$ zufolge einer Gleichlast und der Länge $L = L_F$ (Abstand der Momentnullpunkte im Feldbereich) zu rechnen.

Abb. 4: Verlauf der mitwirkenden Breite über die Trägerlänge bei einem Durchlaufträger [2]

Steifigkeiten der BSP-Platte

Es zeigt sich eine große Abhängigkeit der mitwirkenden Breite von der Dehnsteifigkeit der BSP-Platte in Längsrichtung c_x sowie der Schubsteifigkeit in Scheibenebene c_{xy} des als Scheibe beanspruchten BSP-Elementes. Die Dehnsteifigkeit in Querrichtung c_y hat hingegen nur einen sehr geringen bis gar keinen Einfluss auf die mitwirkende Plattenbreite.

Abb. 5: Einfluss der Dehnsteifigkeit c_x

Abb. 6: Einfluss der Scheibenschubsteifigkeit c_{xy}

Bei gedrungenen Plattenbalkenquerschnitten (massive BSP-Platte im Vergleich zum BSH-Träger) ist weiters die Biegesteifigkeit der BSP-Platte bei der Berechnung der mitwirkenden Plattenbreite zu berücksichtigen.

Schubnachgiebigkeit der BSP-Platte und Nachgiebigkeit der Verbindung zwischen BSH-Träger und BSP-Platte

Die Schubnachgiebigkeit spielt bei BSP eine bedeutende Rolle und ist auch bei der Berechnung der mitwirkenden Breite nicht vernachlässigbar. Je kürzer die Spannweite, umso stärker wirkt sich auch die Schubnachgiebigkeit aus.

Abb. 7: Unterschied in der mitwirkenden Breite bei Vernachlässigung (starr) und Berücksichtigung (nachgiebig) der Schubnachgiebigkeit der BSP-Platte

Art der Nachweisführung: Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS) / Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS)

art_uls_slsDer einschnürende Effekt zufolge einer Einzellast ist nur für die Spannungsberechnung im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS) relevant. Bei der Ermittlung der mitwirkenden Breite im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS) tritt dieser Effekt nicht auf. In guter Näherung können für die Ermittlung der Verformungen sowohl für Gleich-, als auch für Einzellasten die gleichen mitwirkenden Breiten, welche auch für den Tragfähigkeitsnachweis bzw. die Spannungsermittlung unter Gleichlasten verwendet werden, herangezogen werden.

Abb. 8: Unterschied in der mitwirkenden Breite für ULS und SLS je nach Belastungstyp

Berechnungsbeispiel

Beispiel zur mitwirkenden Breite bei Plattenbalken aus BSH und BSP

Berechnungstool

Für die Berechnung und Bemessung von Rippenplatten aus BSH und BSP steht auf der Homepage der holz.bau forschungs gmbh das Berechnungstool „EffectiveWidthAnalyser“ [3] zur Verfügung.

Weitere Informationen

Darstellung und praxistaugliche Aufbereitung für die Ermittlung mitwirkender Plattenbreiten von BSP-

Elementen

Referenzen

From:
https://wiki.ihbv.at/ - **IHBV Wiki**

Permanent link:
https://wiki.ihbv.at/doku.php?id=clt:design:tbeam:bef&rev=1510316834

Last update: **2019/02/21 10:22**
Printed on 2026/11/09 18:24