

Numerische Untersuchungen zum Trag- und Verformungsverhalten mehrteilig zusammengesetzter Holzdeckensystemen mit nachgiebigem Verbund

Zielsetzung

Erstellung und Validierung des numerischen Modells eines Verbundträgers mit einem FE-Programm, um das Trag- und Verformungsverhalten unterschiedlicher Varianten des Ausgangssystems analysieren und bewerten zu können.

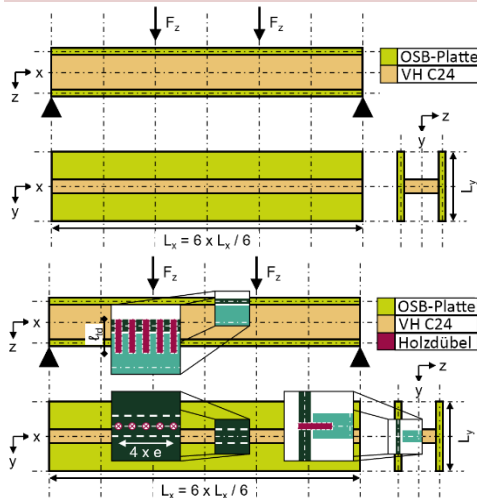


Abb. 1: Ausgangssystem

Verfahren

Für das System mit nachgiebigem Verbund treten Relativverschiebungen zwischen den Querschnittsteilen auf, so dass nicht alle Kontaktpunkte zwischen den einzelnen Querschnitten bestehen bleiben (Abb. 2). Das Ebenbleiben der Querschnitte wird jedoch für die Anwendung der Bernoulli-Hypothese vorausgesetzt. Um für diese Fälle mit nachgiebigem Verbund dennoch Aussagen treffen zu können, kann analytisch das sogenannte γ -Verfahren angewendet werden. Dabei werden γ -Werte ermittelt, mit denen sowohl die Lage des Gesamtschwerpunkts, wie auch die effektive Biegesteifigkeit bestimmt werden. Zur Validierung der Ergebnisse der numerischen FE-Berechnung wurden die Ergebnisse dieser analytischen Handrechnungen verwendet.

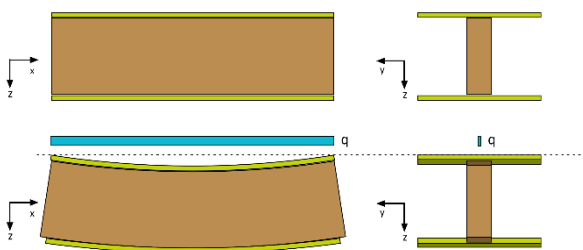


Abb. 2: Zusammengesetzter Querschnitt mit nachgiebigem Verbund unter einer Streckenlast

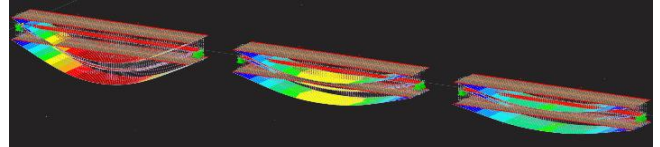


Abb. 3: Durchbiegungen bei verschiedenen Verschiebungsmodulen

Gewählte Validierungskriterien

Die untere Bewertungsgrenze liegt bei 0,5 % der Systemlänge und die obere bei 0,05 %.

Abweichungen: $\Delta \geq 1,0 \text{ mm}$ Schlecht
 $1,0 \text{ mm} > \Delta \geq 0,1 \text{ mm}$ Gut
 $0,1 \text{ mm} > \Delta$ Sehr gut

Verbund K [kN/m]	analytisch w_{ges} [mm]	numerisch $w_{Obergurt}$ [mm]	numerisch w_{Steg} [mm]	numerisch $w_{Untergurt}$ [mm]	Vergleich Abweichung [mm]
1	6,422	7,440	7,355	7,440	0,933
1.500	3,964	3,919	3,918	3,919	0,046
100.000	3,274	3,355	3,355	3,355	0,081

Tab. 1: Validierung

Der Fokus lag auf dem System mit einem Verschiebungsmodul von $K = 1.500 \text{ kN/m}$.

Die Abweichung zwischen den analytischen und den numerisch ermittelten Werten betrug 0,046 mm.

Bewertung \rightarrow „Sehr gut“

Varianten

Bei der weitgehenden Analyse des Bauteilverhaltens wurde sich für die folgenden Varianten entschieden:

- Variante A: Zusätzliche Aussparungen im Steg
- Variante B: Zusätzliche Stege
- Variante C: Kombination aus beiden Varianten

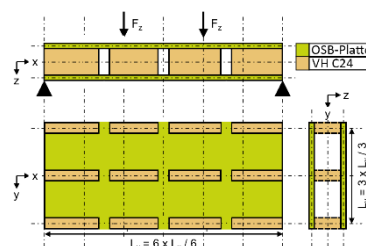


Abb. 4: Variante C

Ergebnisse

Das numerische Modell der FE-Berechnung konnte anhand der analytischen Untersuchungen validiert werden. Für weitergehende Analysen und Parameterstudien steht damit ein zuverlässiges Berechnungsverfahren zur Verfügung.

Anhand der Varianten wurde eine erste qualitative Bewertung des Bauteilverhaltens durchgeführt.

- Aussparungen \rightarrow Tragfähigkeitsverlust
- Zusätzliche Stege \rightarrow Tragfähigkeitsgewinn