

Tragverhalten einzelliger Hohlkastenträger unter Biegung und Torsion

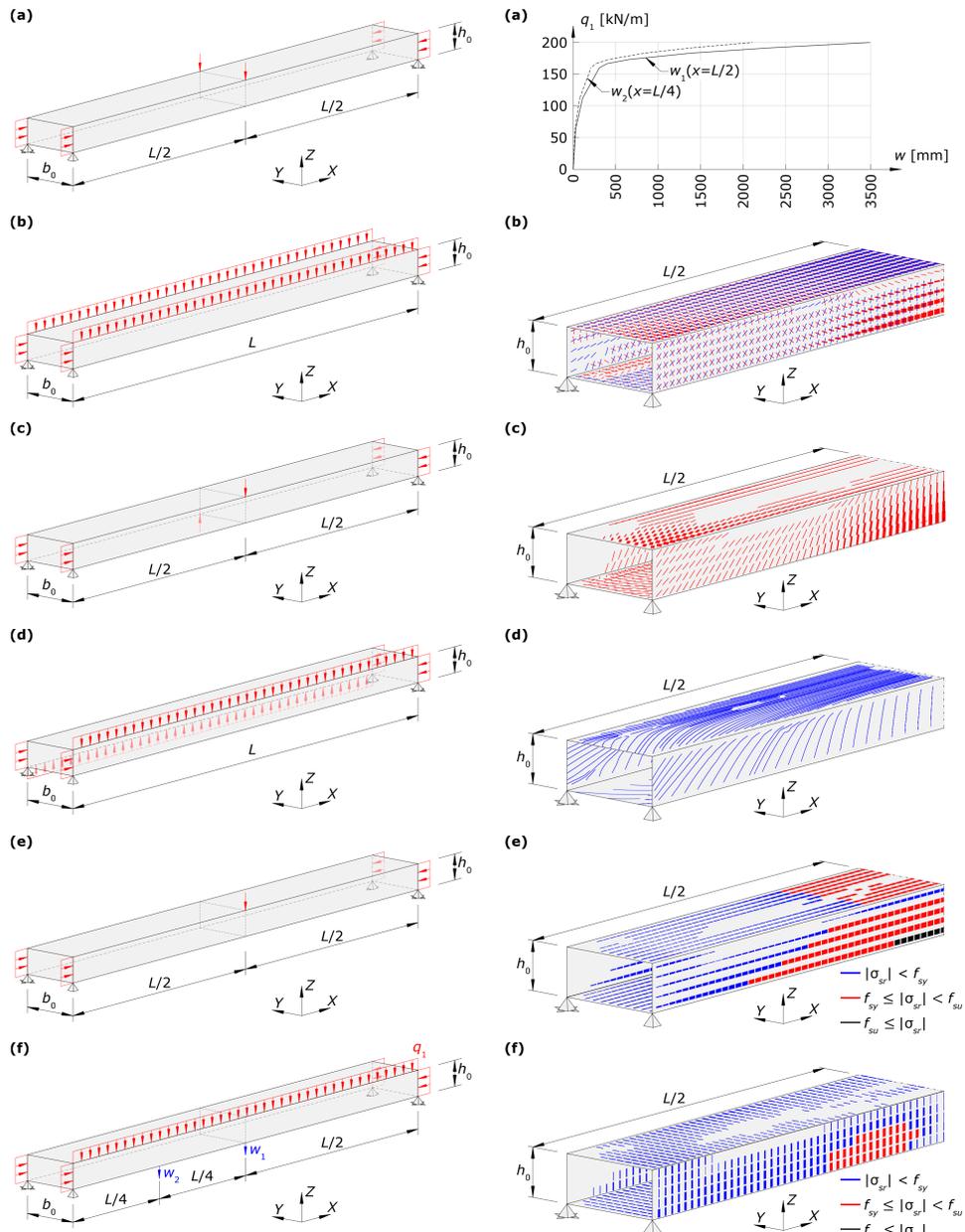


Bild 1 | Übersicht der untersuchten Lastfälle:
Lastfall Biegung mit Normalkraft durch symmetrische (a) Einzel- und (b) Linienbelastung; Lastfall Torsion mit Normalkraft durch antisymmetrische (c) Einzel- und (d) Linienbelastung; Lastfall Biegung, Torsion und Normalkraft durch einseitige (e) Einzel- und (f) Linienbelastung.

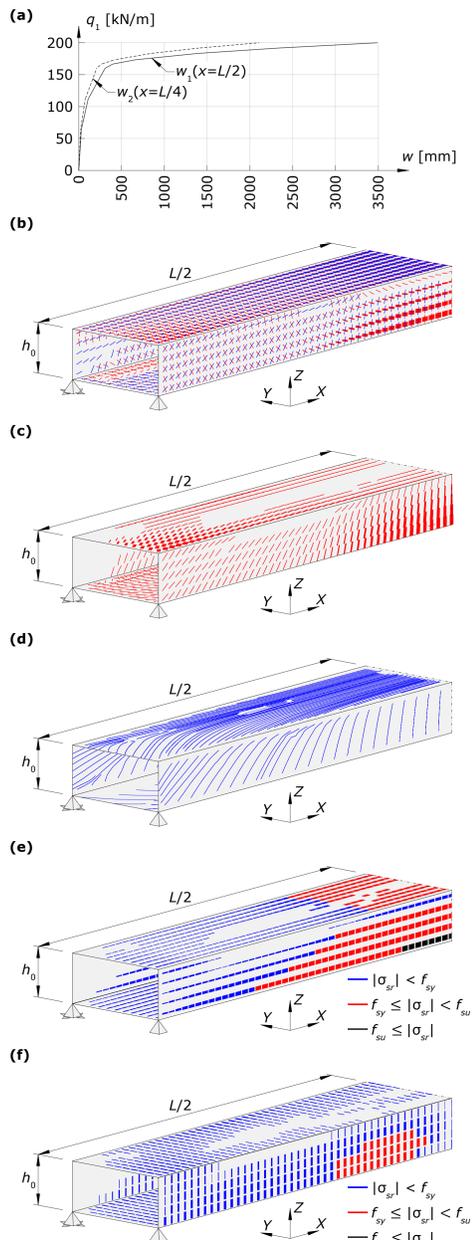


Bild 2 | Räumliche Darstellung ausgewählter Resultate der nicht linearen Finite-Element-Analyse für den Lastfall Biegung, Torsion und Normalkraft aus Bild 1 (f):
(a) Last-Verformungs-Diagramm; (b) Hauptverzerrungen $\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z$ (middle layer); (c) Rissbild (middle layer); (d) Hauptdruckrichtungen (middle layer); (e) Stahlspannungen im Riss σ_x der 3. Lage; (f) Stahlspannungen im Riss σ_x der 4. Lage

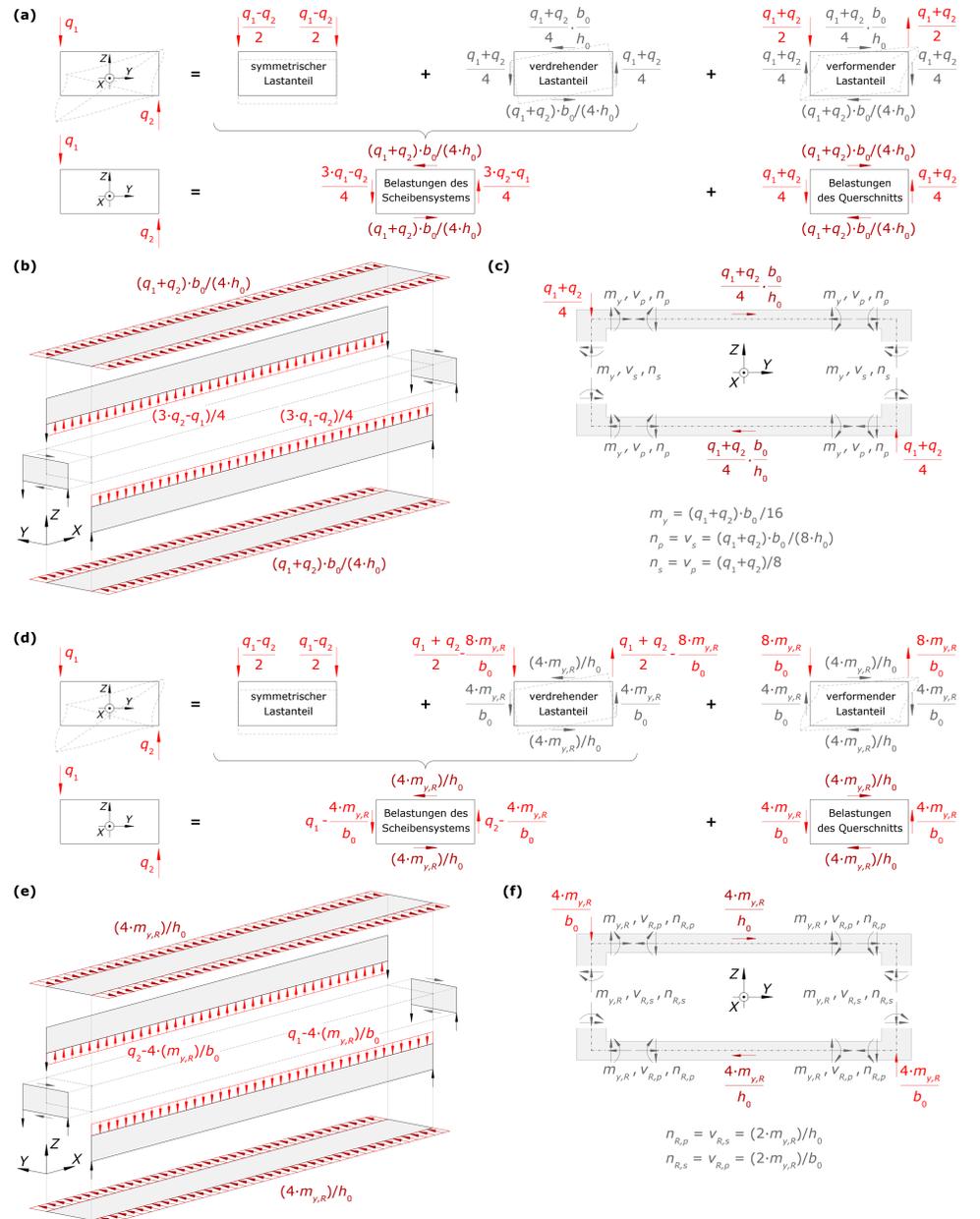


Bild 3 (a)-(c) | Elastische Kraftaufteilung:
(a) Kraftaufteilung infolge einer exzentrischen Belastung; (b) Kräftegleichgewicht am räumlichen Scheibensystem; (c) Kräftegleichgewicht am Querschnitt.
Bild 3 (d)-(f) | Plastische Kraftaufteilung:
(d) Kraftaufteilung infolge einer exzentrischen Belastung; (e) Kräftegleichgewicht am räumlichen Scheibensystem; (f) Kräftegleichgewicht am Querschnitt.

Problemstellung

In der Überprüfung und Bemessung von einzelligen Hohlkastenträgern sind die Laststellungen so zu wählen, dass ungünstige Belastungssituation für den Hohlkastenträger entstehen. In Verbindung mit einer Vorspannung unterliegen solche Bauwerke deshalb in der Regel einer kombinierten Beanspruchung aus Normal- und Querkraften sowie Biege- und Torsionsmomenten. Eine kombinierte Beanspruchung mit Beteiligung eines Torsionsmoments stellt im Stahlbetonbau gemeinhin eine besondere Herausforderung dar. Obschon Ansätze im Umgang mit einer Torsionsbeanspruchung vorhanden sind, ist das effektive Tragverhalten dennoch schwierig zu erfassen. Dementsprechend liegt in Bezug auf das Tragverhalten einzelliger Hohlkastenträger oftmals ein unzureichendes Verständnis vor.

Lösungskonzept

Um das Tragverhalten einzelliger Hohlkastenträger unter Biegung und Torsion besser verstehen zu können, werden an einem frei gewählten Referenztragwerk einerseits nicht lineare Finite-Element-Analysen und andererseits lineare Finite-Element-Analysen durchgeführt. Die Analysen erfolgen anhand sechs verschiedener Laststellungen [Bild 1]. Die Laststellungen werden so gewählt, dass am globalen Stabmodell unterschiedliche Schnittkraftkombinationen entstehen. Die vertikalen Belastungen erfolgen einerseits durch Einzel- und andererseits durch Linienlasten. Durch eine horizontal aufgebrachte Drucknormalkraft wird die Wirkung einer Vorspannung simuliert. Das Eigengewicht bleibt im Rahmen der Analysen unberücksichtigt.

Folgerungen

Aus den nicht linearen Finite-Element-Analysen [Bild 2] geht hervor, dass das Tragverhalten massgebend vom Querbiege- und Torsionswiderstand in den Querschnittsecken abhängt. Je nach Bewehrungsführung und Bewehrungsgehalt in den Querschnittsecken ergeben sich differenzierte Trag- und Verformungsverhalten. Ein über den Querschnittsumfang konstant verlaufender Schubfluss infolge eines Torsionsmoments [Bild 3 (a) - (c)] kann sich nur dann ausbilden, wenn der Querbiege- und Torsionswiderstand in den Querschnittsecken nicht überschritten wird. In jedem anderen Fall wird die Kraftaufteilung durch das Querbiegemoment bestimmt [Bild 3 (d) - (f)].

René Hungerbühler

Advisor:
Prof. Dr. Karel Thoma

Experte:
Dr. Marius Weber