



Verformungs- untersuchung bei Querschnitts- schwächungen

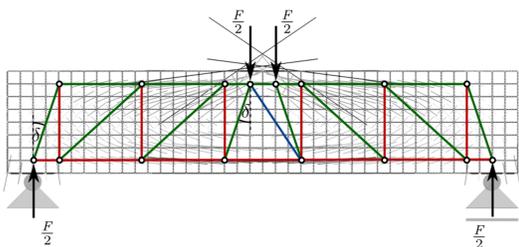
Motivation und Zielsetzung

In Trägern werden Aussparungen für die technische Gebäudeausrüstung konzipiert. Diese schwächen das Trag- und Verformungsverhalten des Bauteils. Für den Verbundbaustoff Stahlbeton hat sich die Methode der Stabwerkmodelle für eine Bemessung dieser Stellen etabliert. Die vergleichsweise elegante Methode der Stabwerkmodelle soll im Hinblick auf die Verformungsuntersuchung mit den Ergebnissen der computerbasierten Finiten-Elemente-Methode für einen Einfeldträger verglichen werden. Zudem werden anhand einer Parameterstudie die Auswirkungen einer Öffnung im Bauteil analysiert.

Verformungsuntersuchungen

Stabwerkmodelle:

Modellierung der Stabwerkmodelle mittels der Lastpfadmethode mithilfe einer linear-elastischen FE-Analyse:

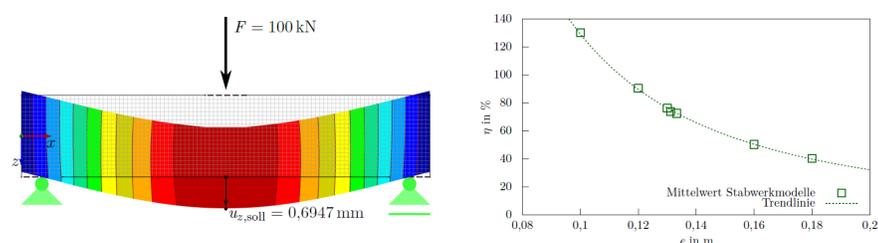


Verformungsverhalten wird maßgeblich beeinflusst vom oberen Druck- und unterem Zuggurt des Fachwerkträgers. Annahme von dehnsteifen diagonalen und senkrechten Streben. Verformungsuntersuchungen am Fachwerk werden mit der Software StaR² durchgeführt.

Linear-elastisches Verhalten wird hierbei angenommen und den Stäben im Stabwerkmodell, werden die Materialkennwerte von C30/37 Beton zugeteilt. Mit diesen Annahmen kann für unterschiedliche innere Hebelarme die geeignete Querschnittsfläche des Druck- und Zuggurtes ermittelt werden.

In einem iterativen Verfahren werden die Ergebnisse aus den Stabwerksrechner verglichen mit denen der FEM und so die optimale Querschnittsfläche ermittelt. Dabei setzt sich der Querschnitt der Gurte zusammen aus der Breite des Bauteils multipliziert mit dem Anteil der halben Trägerhöhe.

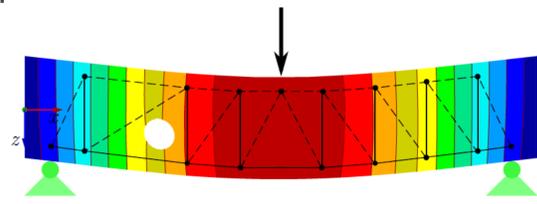
Der Anteil η in Abhängigkeit des inneren Hebelarms und die Referenzlösung der FEM ist in folgender Abbildung gegeben:



Finite-Elemente-Methode:

FEM-Berechnungen werden mit dem Programm RFEM (Version 5.22) durchgeführt. An einem Einfeldträger mit Einzellast werden die Auswirkungen unterschiedlicher Lagen und Typen einer Öffnung untersucht.

Hierbei ergibt sich, dass kreisrunde Öffnungen selbst bei vergleichsweise größerer Aussparungsfläche kleinere Verformungen in Feldmitte auswirken als rechteckige. Zurückzuführen ist dies auf Spannungsspitzen, die sich an den Kanten der Rechtecke oder Quadrate ausbilden. Anbringung von Öffnungen in unmittelbarer Nähe zum Auflager haben sich als besonders kritisch erwiesen. Dasselbe gilt für Aussparungen kurz vor der Lasteinwirkung. Unmittelbar unter der Last hat eine Öffnung weniger Auswirkung auf die Verformung.



Kooperationspartner

Kooperationspartner und Ideengeber für die Abschlussarbeit war das Ingenieurbüro für Tragwerksplanung f2k ingenieure gmbh.

Literatur

- Schlaich J.; Schäfer K.: Konstruieren im Stahlbetonbau. S.311-492. In: Beton-Kalender 2001. Berlin: Ernst & Sohn, 2001
- Zilch K.; Zehetmaier G.: Bemessung im konstruktiven Betonbau: Nach DIN 1045-1 (Fassung 2008) und EN 1992-1-1 (Eurocode 2), Springer Berlin Heidelberg, 2010