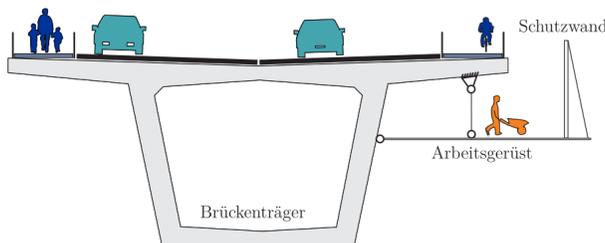


Numerische Untersuchung zum Einfluss von Lagerungsbedingungen auf das Biegedrillknicken eines Aluminiumträgers

Philipp Appel

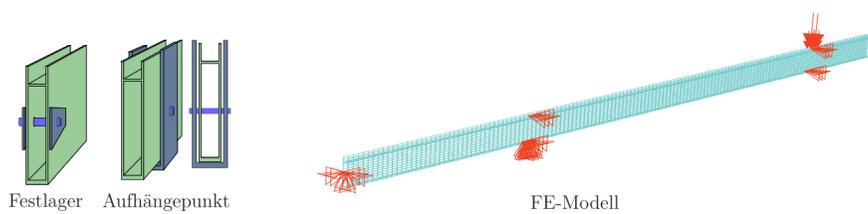
1. Motivation und Ziele

Baugerüste sind Modulsysteme, die sich durch eine sehr schlanke und leichte Konstruktion auszeichnen, weshalb die Gefahr des Stabilitätsversagens der druckbeanspruchten Module besteht. In Kooperation mit der Firma Wilhelm Layher GmbH & Co KG soll daher ein Aluminiumträger eines Hängegerüsts auf Biegedrillknicken untersucht werden. Aufgrund der vielen Aufbaumöglichkeiten müssen unterschiedliche Lagerungskonfigurationen untersucht werden, um das ungünstigste ideale Biegedrillknickmoment zu ermitteln.



2. FE-Modell des Aluminiumträgers

Der Aluminiumträger wird als Schalenmodell modelliert. Für die Modellierung der realen Lagerung müssen Annahmen getroffen werden, da die Steifigkeiten nicht bekannt sind. Dabei wird am Aufhängepunkt eine starre Gabellagerung angenommen, während der Einfluss eines Gabellagers am Festlager und am Lastangriffspunkt über ein Variantenstudium ermittelt wird.



3. Stabilitätsanalyse

Die Berechnung des idealen Biegedrillknickmoments nach DIN EN 1999-1-1, Anhang I ist nur für einfache statische Systeme möglich. Für das vorliegende System wird eine Eigenwertanalyse durchgeführt, um die Stabilitätspunkte des Systems zu ermitteln. Dazu wird das spezielle oder im Falle eines linearen Vorbeulverhaltens das allgemeine Eigenwertproblem gelöst:

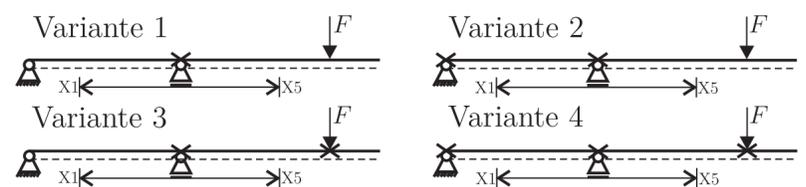
$$\text{Allgemeines EWP: } (\mathbf{K}_L + \Lambda_i \cdot \mathbf{K}_{NL}) \cdot \boldsymbol{\varphi}_i = \mathbf{0}$$

$$\text{Spezielles EWP: } (\mathbf{K}_T - \omega_i \cdot \mathbf{I}) \cdot \boldsymbol{\varphi}_i = \mathbf{0}$$

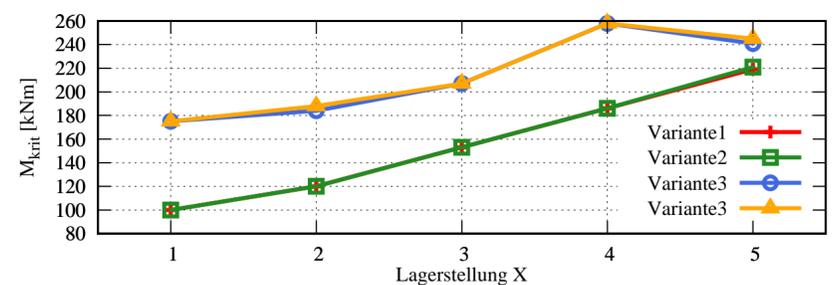
Der Stabilitätspunkt ist erreicht bei $\Lambda_{krit} = 1$ oder $\omega_{krit} = 0$. Das ideale Biegedrillknickmoment M_{krit} entspricht der am Stabilitätspunkt einwirkenden Momentenbelastung.

4. Numerische Voruntersuchungen

Im Rahmen eines Variantenstudiums werden 4 unterschiedliche Varianten auf Biegedrillknicken untersucht, die sich in der Anordnung der Gabellagerung unterscheiden. Bei allen vier Varianten ist das mittlere Lager auf fünf Positionen zwischen dem Lastangriffspunkt und dem Festlager variabel positioniert.



Daraus ergeben sich 20 Varianten für die mittels einer Eigenwertanalyse jeweils das ideale Biegedrillknickmoment ermittelt wird. Die Ergebnisse zeigen einen deutlichen Anstieg von M_{krit} , je näher das verschiebliche Lager am Lastangriffspunkt positioniert ist. Dabei hat ein Gabellager am Lastangriffspunkt einen deutlichen höheren Einfluss als ein Gabellager am Festlager. Insgesamt liegen die Stabilitätspunkte deutlich über dem Bemessungswert der Biegetragfähigkeit und keine der untersuchten Varianten ist stabilitätsgefährdet.



5. Versuch bei der Firma Layher am realen Profil

Des Weiteren wurden in der Versuchshalle der Firma Layher Versuche am realen Profil durchgeführt. Die ermittelte Last-Verschiebungskurve wurde mit dem FE-Modell nachgerechnet. Dazu ist ein plastisches Materialgesetz verwendet und der Träger, entsprechend des realen Profils, mit seitlicher Lochung modelliert worden. Die numerischen Berechnungen haben die Versuchsergebnisse bestätigt.

