



Einleitung

Zur räumlichen Aussteifung von biegedrillknickgefährdeten Trägern wird insbesondere bei Hallenkonstruktionen die Schubfeldsteifigkeit der Trapezblecheindeckung mit herangezogen. Nach DIN 18800 T. 2, E. 308, muß die vorhandene Schubfeldsteifigkeit mindestens so groß sein, daß für die auszusteifenden Träger von einer gebundenen Drehachse ausgegangen werden kann. Es wird anhand von Versuchen und Vergleichsberechnungen gezeigt, daß bereits erheblich geringere Steifigkeiten genügen, um Biegeträger ausreichend gegen Biegedrillknicken zu stabilisieren.

Schubfeldanalogie

Das Schubfeld ist dadurch charakterisiert, dass es unter der Schubkraft T den Gleitwinkel γ aufweist. Die Schubfeldsteifigkeit S^* ist dann gleich der Schubkraft T , die den Gleitwinkel $\gamma = 1$ erzeugt.

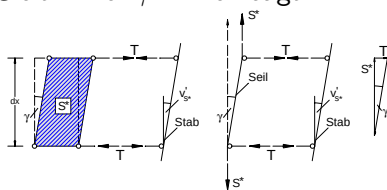


Abb. 1: Zusammenhang Schubfeld – gespanntes Seil

Koppelt man das Schubfeld an einen Stab, so wird dadurch der Stabneigungswinkel v'_{S^*} an der Anschlußstelle behindert. Ebenso gilt die Kontinuitätsbedingung $\gamma = v'_{S^*}$. Die gleiche Wirkungsweise tritt bei einem parallel zum Stab gespannten Seil auf, das mit der Zugkraft S^* gezogen wird und über starre Pendelstäbe an den Stab angeschlossen ist. In ihrer Wirkungsweise verhalten sich demnach Trapezblech, Schubfeld sowie parallel zum Träger gespanntes Seil analog zueinander (Abb. 2).

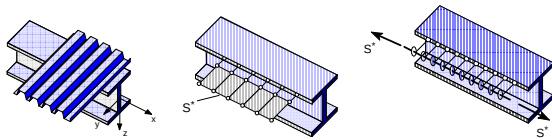


Abb. 2: Analogie: Trapezblech – Schubfeld – gespanntes Seil

Versuche

Untersucht wird das Mittelfeld eines Durchlaufträgers. Es ergeben sich an den Trägerenden Bereiche mit negativen Momenten, in denen der Druckgurt nicht durch das Schubfeld ausgesteift wird. Ohne angeschlossenes Schubfeld versagt der Träger durch starkes seitliches Ausweichen und Verdrehen des Querschnittes (Abb. 4). Bei elastischer Stützung des Obergurtes durch ein Schubfeld mit $S^* = 50 \text{ kN}$ (Abb. 5) verdreht sich der

Querschnitt nur leicht um die Anschlußstelle des Schubfeldes, eine horizontale Verschiebung des Obergurtes tritt erst kurz vor dem Erreichen der Versagenslast ein. Die Traglast P_{pl} wird dabei zu 99,8% erreicht, es bilden sich Fließgelenke an den Trägerenden und in Feldmitte.

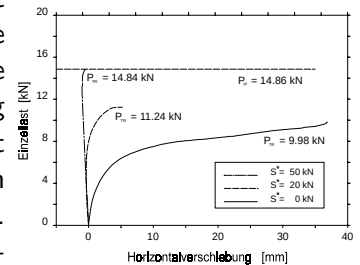


Abb. 3: Versuchsergebnisse für unterschiedliche Werte S^*



Abb. 4/5: Versagenszustände ohne/mit Schubfeld

Vergleichsberechnungen

Im Rahmen eines Stabmodells kann eine Elementformulierung durch Lösen der DGL für den räumlich beanspruchten Stab entwickelt werden. Alternativ kann das Tragwerk mit nichtlinearen Schalenelementen auf der Basis der FEM modelliert werden. In Abb. 6 werden Versuch und Berechnung verglichen. Es zeigt sich eine gute Approximation der Versuche. Schließlich folgen in Abb. 7 die Normalspannungen im Traglastzustand für $S^* = 20 \text{ kN}$ aus der FEM-Berechnung.

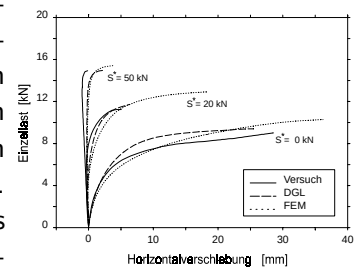


Abb. 6: Vergleich der Ergebnisse: Versuch-Berechnungen

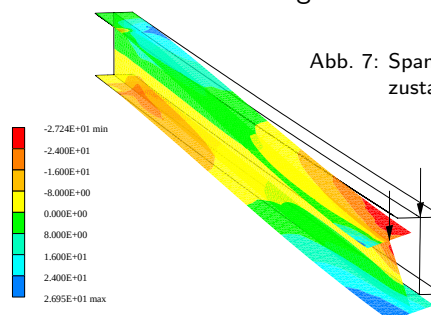


Abb. 7: Spannungen σ_x im Traglastzustand für $S^* = 20 \text{ kN}$