

Nach DIN 18800-2 darf die stabilisierende Wirkung von Trapezblechen auf biegedrillknickgefährdete Träger durch den Ansatz einer Festhalterung gegen seitliches Ausweichen an der Anschlussstelle der Trapezprofile berücksichtigt werden, wenn für die Schubsteifigkeit  $S$  des Trapezbleches

$$S \geq \left( EI_{\omega} \frac{\pi^2}{l^2} + GI_T + EI_Z \frac{\pi^2}{l^2} 0,25h^2 \right) \cdot \frac{70}{h^2}$$

gilt. Die mit dieser Bedingung sichergestellte gebundene Drehachse führt zu einer enormen Steigerung der Biegedrillknicklast.

Der Beuth-Kommentar zur DIN 18800-2 besagt, dass die Schubsteifigkeit  $S$  nur dann zur Stabilisierung angesetzt werden darf, wenn das Schubfeld an allen Randträgern befestigt ist und die aus der Schubfeldwirkung resultierenden Kräfte aufgenommen werden können. Da die allseitige Befestigung mit einem hohen Fertigungsaufwand verbunden ist, werden Trapezbleche in der Praxis entsprechend ihrem Lastabtragungsverhalten in der Regel nur an den zur Lastabtragungsrichtung rechtwinkligen Rändern an die Unterkonstruktion angeschlossen. Damit kann die vorteilhafte Wirkung der Schubbettung mangels Informationen über die Bettungswirkung rechnerisch nicht in Anspruch genommen werden.

Mit den im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten experimentellen und numerischen Untersuchungen an zwei- und vierseitig gelagerten Schubfeldern aus Trapezprofilen wird eine einfache Regel für die Ermittlung der Schubsteifigkeit nur an den Querrändern gelagerter Trapezprofile hergeleitet und damit der in Rede stehende Mangel behoben.

Hierzu wurden Schubfeldversuche auf einem als Vier-Gelenk-Rahmen ausgebildeten horizontalen Schubrahmen der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine der Universität Karlsruhe (TH) durchgeführt. Hierbei wurden sowohl die vierseitige als auch die zweiseitige Lagerung der Profiltafeln untersucht. Begleitend zu den experimentellen Untersuchungen wurden numerische Berechnungen mit einem Finite-Element-Programm durchgeführt. Die numerischen Berechnungen, die vorab mit analytischen Vergleichsberechnungen nach DIN 18807-1 verifiziert wurden, berücksichtigten zum Vergleich mit den experimentellen Untersuchungen die nichtlinearen Nachgiebigkeiten der Verbindungsmittel. Die aus Versuch und numerischer Berechnung ermittelten Schubsteifigkeiten stimmten gut überein. Die

Auswertung zur Ermittlung der Schubsteifigkeit erfolgte in beiden Fällen beim kritischen Schubfluss nach DIN 18807-1. Das in den Berechnungen ermittelte und durch die Versuche bestätigte Last-Verformungsverhalten ist bei beiden Lagerungsarten bis zu dieser Laststufe linear. Die Traglasten des Schubfeldes lagen sowohl bei experimenteller als auch numerischer Untersuchung um ein Vielfaches höher als dieser kritische Schubfluss.

Mit dem verifizierten Finite-Element-Modell wurden parametrische Untersuchungen hinsichtlich der Profilgeometrien an zwei- und vierseitig gelagerten Schubfeldern unter Berücksichtigung der Nachgiebigkeiten der Verbindungsmittel durchgeführt. Hierbei wurde gezeigt, dass im Gegensatz zur vierseitigen Befestigung unter zweiseitiger Lagerung an den Rändern des Schubfeldes kein umlaufend konstanter Schubfluss vorliegt. Durch die fehlende Längsrandbefestigung erfahren die Verbindungsmittel im Eckbereich des Schubfeldes eine zusätzliche Belastung, die durch die druckbeanspruchte Randrippe des Schubfeldes übertragen wird. Die Schubsteifigkeit wird zudem von der Schubfeldbreite und damit von der Anzahl der Verbindungsmittel bestimmt. Mit einer verminderten Schubfeldbreite nimmt auch die Anzahl der Verbindungsmittel ab, die zur Lastabtragung der durch die Randrippe übertragenen Kräfte zur

Verfügung stehen. Die durch diese Effekte vergrößerten Kräfte der Verbindungsmittel vergrößern die Nachgiebigkeiten und mindern damit die Steifigkeit des Schubfeldes.

Die numerisch ermittelten Schubsteifigkeiten bei zwei- und vierseitiger Lagerung lassen sich unter Berücksichtigung sonst identischer Randbedingungen zueinander ins Verhältnis setzen. Diese Verhältniswerte zeigen, dass die Schubsteifigkeit bei alleiniger Lagerung an den Querrändern, d.h. zweiseitiger Lagerung, aus der Schubsteifigkeit  $S$  bei allseitiger Lagerung mit einfachen Abminderungsfaktoren ermittelt werden kann. Daraus lässt sich ein einfaches Rechenmodell ableiten, mit dem es möglich ist, die Schubsteifigkeit von zweiseitig gelagerten Schubfeldern aus Trapezblechen in Abhängigkeit des Seitenverhältnisses des Schubfeldes sowie der bekannten Schubsteifigkeit unter vierseitiger Lagerung näherungsweise herzuleiten. Die Kenntnis dieser Schubsteifigkeit ermöglicht die Nutzung der stabilisierenden Wirkung von Trapezprofilen mit dieser Lagerungsart hinsichtlich biegedrillknickgefährdeter Träger.

Aufgrund des Umfangs der Untersuchung gilt die vorgeschlagene Abminderungsfunktion nur für Stahltrapezprofile nach DIN 18807-1 mit Profilhöhen von 35 mm bis 175 mm und einem Seitenverhältnis des Schubfeldes  $\alpha \leq 1,75$ , deren Verbindungsmittel wenigstens die im Rahmen dieser Untersuchung angesetzte Steifigkeit im Querkzugversuch aufweisen.