

---

# Zusammenfassung

Stabförmige Stahlbetonstrukturen weisen oftmals Bereiche mit wechselnder Geometrie auf, welche sich aus einem Richtungswechsel oder Sprung der Trägerachse ergeben. Diese Änderungen können wie bei Rahmenecken abrupt sein oder kontinuierlich wie bei gekrümmten Elementen. In diesen Regionen müssen sowohl die Querkräfte, als auch die Normalkräfte umgelenkt werden. Zudem können sich aus den einwirkenden Biegemomenten zusätzliche Umlenkkräfte bilden, welche beim Nachweis der Tragsicherheit zu berücksichtigen sind. Aus den genannten Gründen weisen diese Regionen oftmals einen geringeren Tragwiderstand auf als die restlichen Bereiche, womit sie das Tragwerksverhalten massgeblich beeinflussen. In gekrümmten Elementen kann häufig ein Schubversagen oder das Abplatzen des Überdeckungsbetons beobachtet werden. Die in Rahmenecken auftretenden Umlenkkräfte führen oft zu einem vorzeitigen Versagen in diesem Bereich. Durch eine gute Bewehrungsführung kann dennoch ein zufriedenstellendes Verhalten bezüglich Tragwiderstand und Verformungsvermögen herbeigeführt werden.

In der vorliegenden Forschungsarbeit wurde das Verhalten von gekrümmten Elementen unter Schubbelastung und von sich öffnenden Rahmenecken unter Momentenbeanspruchung untersucht. Die Identifizierung der Hauptparameter, welche das Verhalten derartiger Elemente beeinflussen, ermöglichte die Herleitung von Dimensionierungs- und Nachweismethoden sowohl für gekrümmte Elemente als auch für Rahmenecken. In einem ersten Schritt wurde das Bruchverhalten von nicht gekrümmten Trägern (Elemente ohne geometrische Veränderungen) untersucht. Als veränderliche Parameter wurden die Träger schlankheit, variiert durch eine veränderte Geometrie, und die aufgebrauchte Normalkraft (z.B. durch eine Vorspannung) berücksichtigt. Diese erste Studie wurde komplettiert durch eine Versuchsserie in welcher, durch die exakte Bestimmung der Risskinematik, der Einfluss der diversen Schubtragmechanismen bestimmt werden konnte.

Der Einfluss der Trägerkrümmung auf den Schubtragwiderstand wurde durch eine zweite Versuchsserie bestimmt. Es konnte gezeigt werden, dass die durch die Krümmung entstehenden Umlenkkräfte einen positiven oder negativen Einfluss auf den Tragwiderstand haben können, je nachdem ob das Element eine konvexe oder konkave Krümmung aufweist. Auf der Basis der Theorie des kritischen Schubrisses wurde ein Modell entwickelt, welches eine Berücksichtigung der Umlenkkräfte zulässt. Das Modell wurde anhand der ausgeführten Versuche validiert.

Eine dritte Versuchsserie an sich öffnenden, stumpfwinkligen Rahmenecken ermöglichte die Bestimmung zweckmässiger Bewehrungsdetails, um diesen bis anhin als spröde geltenden Zonen eine höhere Duktilität zu verleihen. Durch die Verwendung einer Schubbewehrung in der Rahmenecke lässt sich das Tragverhalten erheblich verbessern.

---

Die Schubbewehrung kann anhand der erarbeiteten Bemessungshinweise und unter Verwendung von Streben-Zugband-Modellen oder Spannungsfeldern dimensioniert werden.

**Stichworte :** Stahlbeton, gekrümmte Elemente, Rahmenecke, Querkraft, Normalkraft, Umlenkkraft, Schubtragmechanismus, Schubbewehrung, Theorie des kritischen Schubrisses, Spannungsfeld, Streben-Zugband-Modell.