

Zugtragwirkung von Beton bei der Resttragfähigkeit von Bestandsbrücken

Sara Javidmehr, M.Sc., Prof. Dr.-Ing. Martin Empelmann

Resttragfähigkeit bestehender Brücken

Eine hohe Anzahl an Nachrechnungen von bestehenden Brückenbauwerken werden infolge

- erhöhter Verkehrsbeanspruchung,
- Änderungen in den normativen Regelungen und
- Alterungserscheinungen

erforderlich. Bei diesen Nachrechnungen werden oft rechnerische Defizite, u. a. beim Querkraft- und Ermüdungsnachweis, festgestellt und häufig aufwendige Maßnahmen wie Verstärkung oder Rückbau notwendig.



Querkraftverstärkung am Beispiel der Brücke der A391 über die Hannoversche Str. in Braunschweig

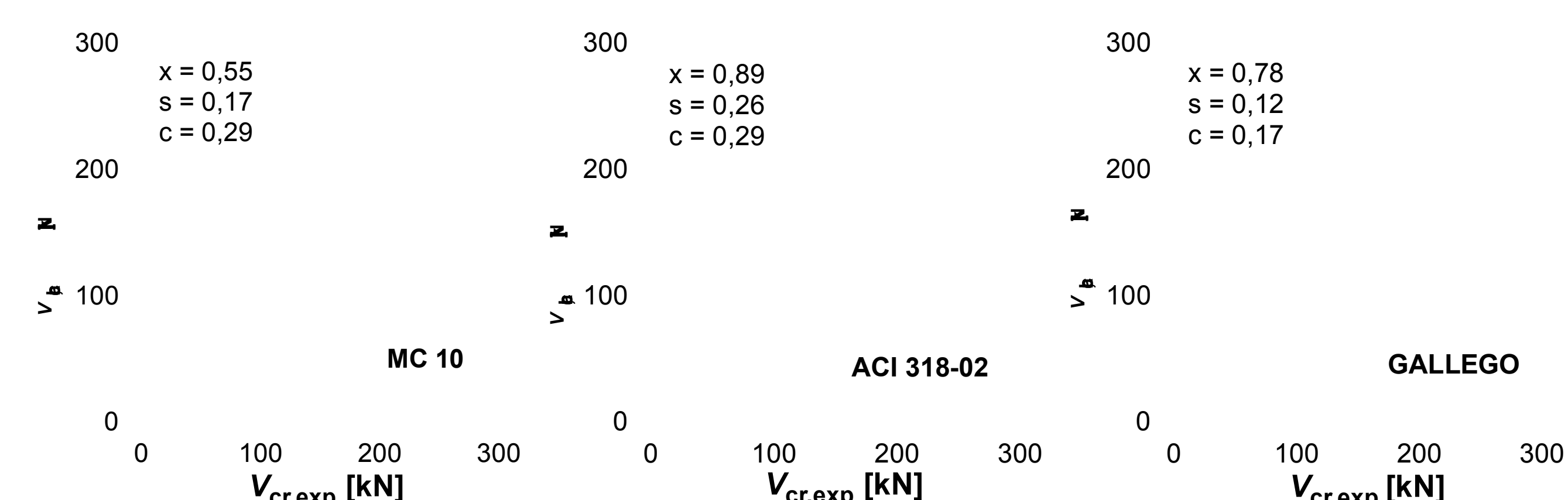
Trotz rechnerischem Querkraftdefizit sind bei den Bestandsbrücken oft keine Schrägrisse zu erkennen. Daraus lässt sich schließen, dass bei der Berechnung der Querkrafttragfähigkeit die tatsächlich vorhandene Betonzugfestigkeit unterschätzt wird. Vor Entstehung von Schrägrissen stellt die Zugtragwirkung von Beton den vorherrschenden Tragmechanismus dar. Diesbezüglich sind Erkenntnisse über die effektiv nutzbare Betonzugfestigkeit $f_{ct,ef}$ unter Querkraftbeanspruchung bezogen auf die zentrische Betonzugfestigkeit f_{ct} erforderlich. Zusätzlich sind für die Ermittlung der Resttragfähigkeit von Bestandsbrücken die Berücksichtigung der Auswirkung von Einflüssen aus zyklischen Beanspruchungen (z. B. infolge Verkehr und Temperatur) essentiell.

Theoretische Untersuchungen

Vorhandene Daten aus Querkraftversuchen weisen auf einen Zusammenhang zwischen Betonzugfestigkeit und Schrägrisslasten hin. Dies wird in den in der Fachliteratur vorhandenen mechanischen Ansätzen aufgegriffen. Bei diesen Berechnungsansätzen weichen die berücksichtigten Einflussparameter auf die Schrägrisslasten sowie die Annahmen zu $f_{ct,ef}$ stark voneinander ab.

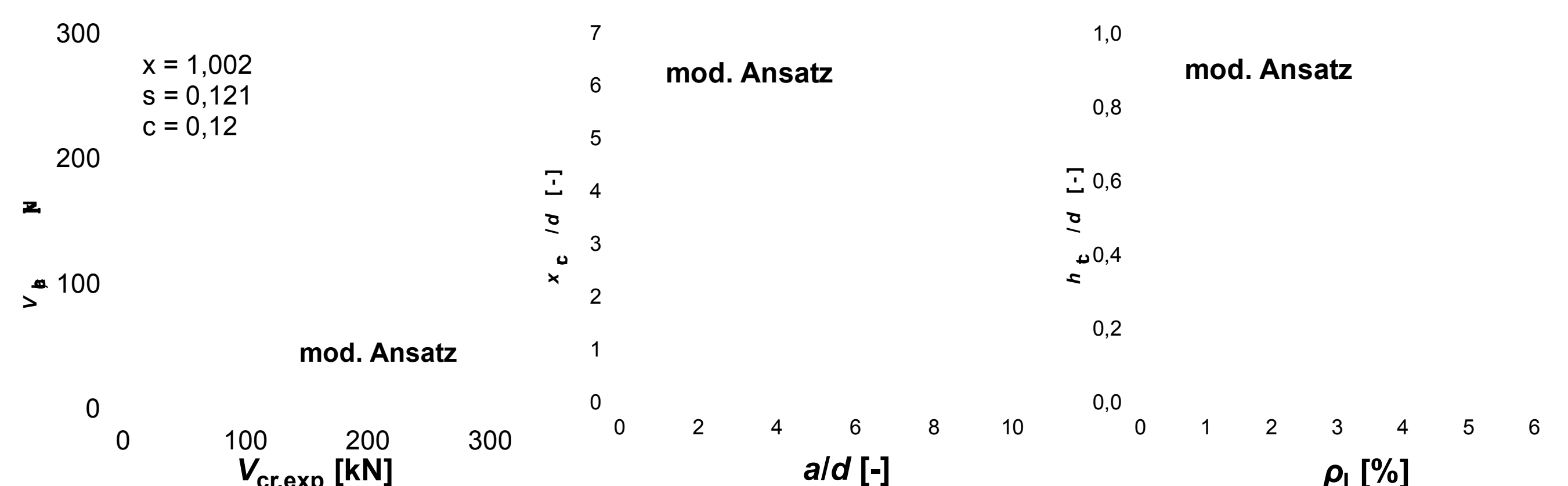
Für die Bewertung der Berechnungsansätze wurde eine Datenbank zu Schrägrisslasten unter monoton steigender Querkraftbeanspruchung aufgebaut.

Erste Auswertungen der Datenbank bestätigen, dass die Schrägrisslasten rechnerisch stets unterschätzt werden. Mit einer Modifikation der effektiv nutzbaren Betonzugfestigkeit $f_{ct,ef}$ können bessere Ergebnisse erzielt werden.



Vergleich der rechnerischen Schrägrisslasten $V_{cr,cal}$ mit den experimentellen Schrägrisslasten $V_{cr,exp}$ der Datenbank nach Model Code 2010 (links), ACI 318-02 (Mitte) und nach Ansatz nach GALLEG0 (rechts)

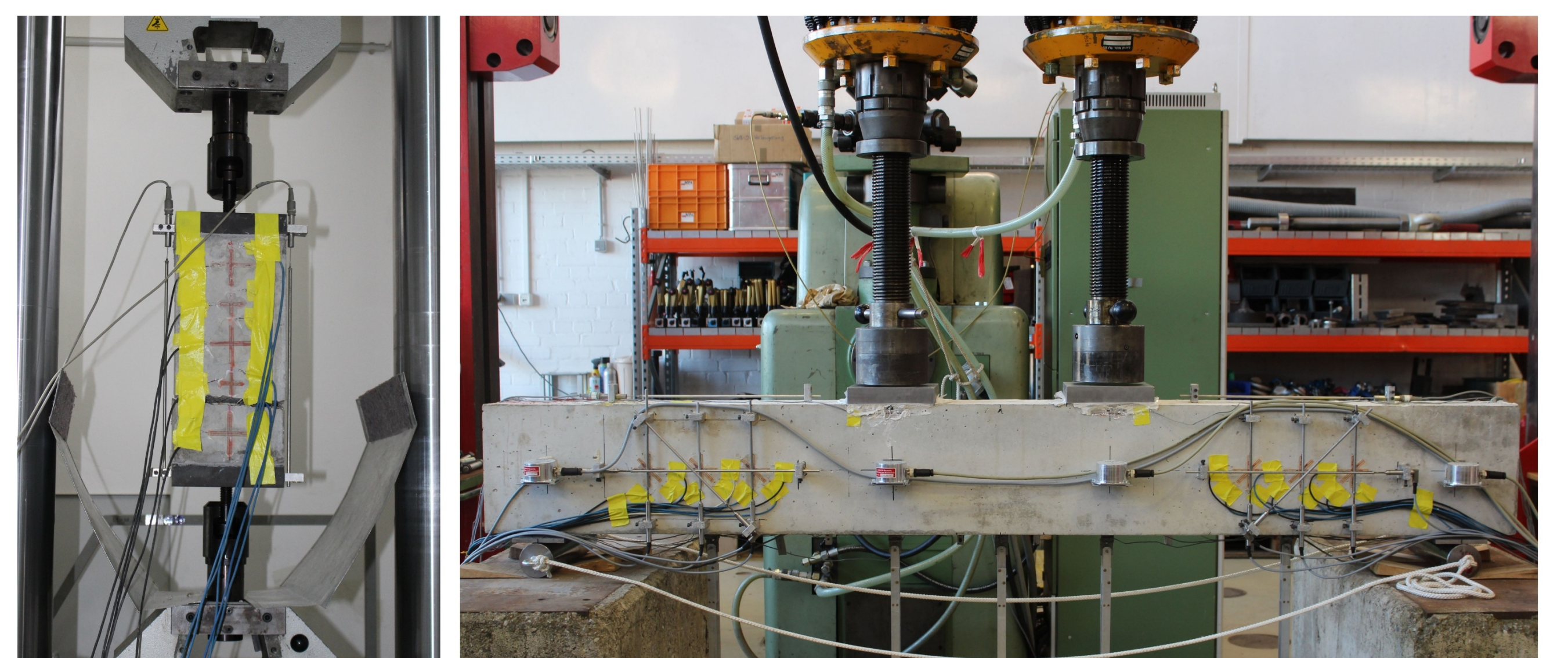
Des Weiteren zeigt sich, dass der kritische Schubereich bzw. die Lage des maßgebenden Schrägrisses x_{cr} mit der Schubschlankheit a/d abgeschätzt werden kann. Zudem wird durch Anpassung der Höhe des ungerissenen Bereichs h_{ct} für angerissene Bauteile ein fließender Übergang von Zustand I zu Zustand II für die Ermittlung der Resttragfähigkeit von Bestandsbrücken ermöglicht.



Vergleich der rechnerischen Schrägrisslasten nach dem modifizierten Ansatz mit den experimentellen Schrägrisslast (links), Zusammenhang zwischen der Lage des Schrägrisses x_{cr} und der Schubschlankheit a/d (Mitte) sowie zwischen der bezogenen Höhe des ungerissenen Bereichs h_{ct} und des Längsbewehrungsgrades ρ_l (rechts)

Experimentelle Untersuchungen

Weitere Einflüsse aus zyklischen Beanspruchungen auf die effektiv nutzbare Betonzugfestigkeit werden zur Zeit am iMBB, Fachgebiet Massivbau der TU Braunschweig untersucht. In einem ersten Schritt werden zyklische Zugversuche durchgeführt und der Schädigungsgrad bestimmt. In einem weiteren Schritt soll mithilfe zyklischer Querkraftversuche die Auswirkung von zyklischen Beanspruchungen auf die Schrägrisslasten untersucht werden. Auf Basis der Erkenntnisse aus den theoretischen und experimentellen Untersuchungen sollen Konzepte und Modelle zur Vorhersage der Resttragfähigkeit von Bestandsbrücken entwickelt werden.



Exemplarischer Aufbau der zentrischen Zugversuche (links) und der Querkraftversuche (rechts)

Literatur

fib – International Federation for Structural Concrete, fib Model Code for Concrete Structures (MC 10), 2010.

ACI Committee 318: Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-02), American Concrete Institute, 2002.

GALLEG0, J. M.: Shear fatigue behaviour of reinforced concrete elements without shear reinforcement. MÜLLER, H. S - Proceedings of the 9th fib symposium, S. 17-22, 2012.

JAVIDMEHR, S.; EMPELMANN, M.: Zugtragwirkung von Beton bei der Querkrafttragfähigkeit von Bestandsbrücken – Bestimmung der Schrägrisslasten unter Querkraftbeanspruchung. Beiträge zur 5. DAfStb-Jahrestagung mit 58. Forschungskolloquium, 2017.