Experimentelle Untersuchungen zum Betonieren unter Verkehr

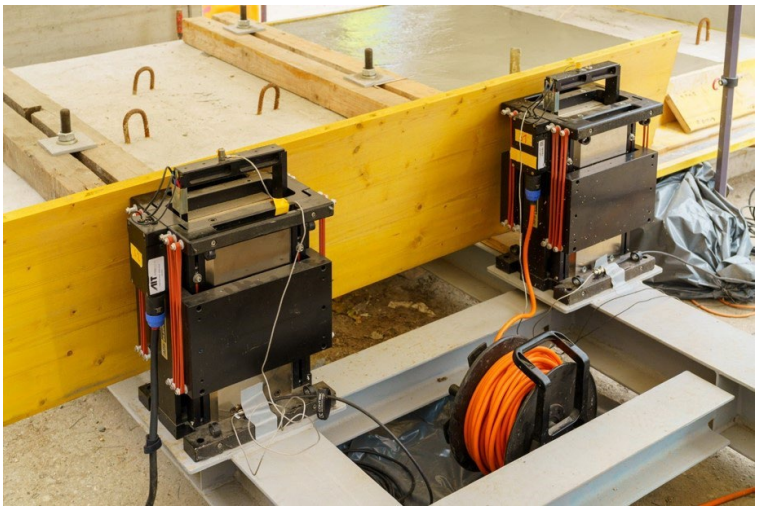
Dipl.-Ing. Dr. Christian Gasser, AIT Austrian Institute of Technology

Die Forschungsarbeit COUNT (COncreting UNder Traffic) untersuchte die Auswirkungen von Verkehrserschütterungen auf jungen Beton, insbesondere bei Brückensanierungen und -erweiterungen. Aufgrund der Bedenken, dass Vibrationen durch den Verkehr den Aushärtungsprozess beeinträchtigen könnten, werden häufig Verkehrssperrungen verhängt. Ziel der Studie war es, kritische Erschütterungswerte und Schädigungsmechanismen zu identifizieren und praxisnahe Empfehlungen abzuleiten.

Versuchsaufbau und Methodik

Drei Versuchsserien wurden durchgeführt:

1. **Unbewehrter Beton:** Hier wurden Betonproben mit künstlichen Erschütterungen unterschiedlichen Ausmaßes belastet. Die Untersuchungen konzentrierten sich auf Druckfestigkeit, Zugfestigkeit, E-Modul, Rohdichte und Permeabilität.
2. **Beton-Stahl-Verbund:** In dieser Serie wurden Bewehrungsstäbe in Betonproben integriert und gezielt durch Vibrationen angeregt. Die Auswirkung auf die Verbundfestigkeit wurde mittels Ausziehversuchen ermittelt.
3. **Großmaßstäbliche Versuche:** Eine realitätsnahe Versuchsanordnung mit einer schwingenden Betonplatte wurde genutzt, um die Verbundfestigkeit zwischen altem und neuem Beton zu testen. Spätere Prüfungen umfassten Rissanalysen, Biegeversuche und Permeabilitätsmessungen.



Ergebnisse und Erkenntnisse

- **Unbewehrter Beton:**
  - Verkehrserschütterungen beeinträchtigen die Festigkeit von gewöhnlichem Tragwerksbeton kaum bis gar nicht.
  - Es konnten keine Hinweise auf Entmischungen oder erhöhte Rissbildung festgestellt werden.
  - Differenzielle Verschiebungen sind eine bessere Bewertungsgröße als die Schwinggeschwindigkeit.
- **Beton-Stahl-Verbund:**
  - Größere differentielle Verschiebungen während der Aushärtung beeinträchtigen die Verbundfestigkeit.

- Kleine Erschütterungen (bis 10 mm/s) können aufgrund einer Verdichtungswirkung sogar positive Effekte haben.
- Ab einer Schwingweite von ca. 1 mm überwiegen negative Effekte.

- **Großmaßstäbliche Versuche:**
  - Risse in baupraktisch relevanter Größe (0,3 mm) an der Verbindungsstelle zwischen altem und jungem Beton entwickelten sich ab einer differentiellen Verschiebung von 1–2 mm.
  - Obwohl die an der Bewegungsfuge entnommenen Testbalken von einem durchgehenden Riss durchzogen waren, zeigten sie im Biegezugversuch keine schlechtere Tragfähigkeit als Referenzbalken. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Druckfestigkeit des Betons ohnehin nicht beeinträchtigt wurde, und – unter den angewendeten Versuchsbedingungen – auch der Verbund Beton-Bewehrung kaum beeinträchtigt wurde. Diese Ergebnisse sind jedoch mit gewisser Vorsicht zu betrachten.

Praxisempfehlungen

Die Ergebnisse der Untersuchungen verdeutlichen, dass das „Betonieren unter Verkehr" vor allem ein kinematisches Problem darstellt, bei dem differentielle Verschiebungen zu Verbundstörungen führen können. Massenträgheitseffekte spielen, insbesondere bei herkömmlichen Tragwerksbetonen, eine untergeordnete Rolle. Aus diesem Grund war es für die Praxisempfehlungen entscheidend, neben den dynamischen Effekten von Fahrzeugüberfahrten auch die tatsächlichen Verschiebungen und Durchbiegungen im Anschlussbereich zu berücksichtigen. Die Überfahrt eines Fahrzeugs führt primär zu statischen Durchbiegungen der Brücke, die an der Position des Fahrzeugs am stärksten ausgeprägt sind.

Ein wesentlicher Befund war, dass Schalungen, die abrupte differentielle Verschiebungen zulassen, ungünstig sind. Bereits ab Bewegungen von 1 mm während der Erstarrung entstehen an der Bewegungsfuge Risse mit problematischer Breite. Darüber hinaus können Verbundschwächungen zwischen Beton und Bewehrung auftreten, was in der Folge mitunter auch die Tragfähigkeit des Bauteils beeinträchtigen könnte.

Deutlich günstiger ist der Einbau von frischem Beton auf einer durchgehenden Schalung, die keine abrupten differentiellen Bewegungen zulässt. Diese Vorgehensweise entspricht in der Baupraxis der Regel. Beispielsweise wird eine Schwindfuge in der Regel nicht auf einer eigenen Schalung ausbetoniert, sondern auf einer Schalung, die von bestehenden Bauteilen auskragt oder fix verbunden ist. In solchen Fällen verteilen sich die durch Verkehrsbelastungen verursachten Verzerrungen über einen größeren Bereich, wodurch die Gefahr einer kritischen Spannung im noch erstarrenden Beton verringert wird.

Für die Formulierung weiterer Praxisempfehlungen sowie konkreter Grenz- und Richtwerte wurden daher auch einschlägige externe Forschungsergebnisse herangezogen. Detaillierte Informationen zu den zugrunde liegenden Untersuchungen finden sich in [1] und [2].

Dieses Forschungsprojekt wurde von Smart Minerals GmbH und AIT gemeinsam durchgeführt und von zahlreichen Branchenmitgliedern unterstützt.

---

[1] Gasser, Christian, Lukas Hausner, Alois Vorwagner, Stefanie Klackl, Tanja Manninger, und Stefan Krispel. „Auswirkungen von Verkehrserschütterungen auf jungen Beton: Teil 1". Beton- und Stahlbetonbau 119, Nr. 1 (2024): 20–30.

[2] Gasser, Christian, Alois Vorwagner, Tanja Manninger, Stefanie Klackl, Stefan Krispel, Christian Stadler, und Michael Kleiser. „Auswirkungen von Verkehrserschütterungen auf jungen Beton: Teil 2". Beton- und Stahlbetonbau 120, Nr. 2 (2025): 124–136.