

## RealStress

Zwangsschnittgrößen in Stahlbetontragwerken im SLS und ULS unter Berücksichtigung des tatsächlichen Bauteilverhaltens

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Mobilität der Zukunft, Mobilität der Zukunft, MdZ - VIF 2017	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	02.07.2018	<b>Projektende</b>	30.04.2021
<b>Zeitraum</b>	2018 - 2021	<b>Projektlaufzeit</b>	34 Monate
<b>Keywords</b>	Zwangsschnittgrößen, Stahlbeton, Rissbildung, Kriechen, plastische Verformung		

### Projektbeschreibung

Auf Grundlagen der elastischen Theorie sind Zwangsschnittgrößen in statisch unbestimmten Stahlbetontragwerken im Allgemeinen sehr nennenswert. In verschiedenen Untersuchungen, z. B. [1], [2] und [3], etc., wurde jedoch festgestellt, dass die Zwangsschnittgrößen durch Rissbildung, Kriechen und plastische Verformung deutlich abgebaut werden. Eine ganzheitliche Betrachtung des Einflusses der genannten Parameter fehlt jedoch bisher, so dass Zwangsschnittgrößen in den Bemessungsnormen zum einen auf der sicheren Seite und zum anderen unterschiedlich festgelegt sind. So wird z. B. in EC2 [4] angegeben, dass 60% der nach E-Theorie ermittelten Schnittgrößen aus Temperatur im ULS und 100% im SLS zu berücksichtigen sind, sofern keine genaue Berechnung vorliegt. In DIN-Fachbericht [5] wird diese Festlegung ohne Modifikation übernommen, während ÖNorm 1992-2 [6] keine Reduzierung bei vereinfachter Berechnung zulässt. In der neuen österreichischen Richtlinie für Integralbrücken [7] wird dagegen die Reduzierung von der Bauwerkslänge abgängig gemacht.

In der Tat treten Zwangsschnittgrößen in statisch unbestimmten Tragwerken auf, um die Kompatibilität der Verformung zu erreichen. Eine gegebene Schnittgröße erzeugt bei Stahlbetontragwerken nach der Rissbildung eine größere Verformung als vor der Rissbildung; Betonkriechen verursacht eine Verformungszunahme bei konstanter Last und die plastische Verformung geht mit einer sehr geringen Zunahme der Schnittgrößen einher. Darüber hinaus sind Verformungseinwirkungen, selbst eine plötzliche Stützensenkung, zeitliche Prozesse. Dies bedeutet, dass Rissbildung, Kriechen und plastische Verformung maßgeblich zum Erreichen der Verformungskompatibilität und somit zum deutlichen Abbau der Zwangskraft beitragen können, insbesondere wenn das zur Zwangskraft affin verlaufende Kriechen jeweils zusammen mit der Rissbildung bzw. der plastischen Verformung in die Betrachtung einfließt. Dies soll in diesem Vorhaben experimentell und theoretisch eingehend untersucht werden. Durch diese ganzheitliche Betrachtung kann erwartet werden, dass die Zwangsschnittgrößen realistischer als bisher ermittelt werden können. Die in der Bemessung zu berücksichtigenden Zwangsschnittgrößen sind hierdurch geringer zu erwarten.

Ein weiterer Schwerpunkt der Untersuchung ist die Umlagerung der Schnittgrößen, sowohl vom Stützbereich zum Feldbereich als auch umgekehrt. Diese Erkenntnisse sind vor allem für die Integralisierung vorhandener Bauwerke interessant, da hierdurch auf eine Verstärkung unter Umständen verzichtet werden kann.

Basierend auf den Ergebnissen werden abschließend Empfehlungen bezüglich der Berücksichtigung der Zwangsschnittgrößen

und konstruktiver Ausbildung bei der Planung neuer und Integralisierung bestehender Bauwerke ohne erforderliche Begrenzung der Tragwerkslänge erarbeitet werden. Neben dem wissenschaftlichen Gewinn können wirtschaftliche Vorteile bei der Errichtung statisch unbestimmter Stahlbetontragwerke erwartet werden. Die Grundlagen für die Planung der Integralbauwerke werden hierdurch weiter verbessert. Somit leistet das Vorhaben einen wichtigen Beitrag zur Reduzierung der Lebenszykluskosten der Ingenieurbauwerke.

## **Abstract**

Restraint forces in statically-indetermined reinforced concrete structures are usually very significant when they are determined on the basis of elastic theory. On the contrary, in several studies it has been found that restraint forces are significantly reduced by cracking, creep and plastic deformation, e.g. [1], [2] and [3]. However, a holistic consideration of the influence of these parameters has been lacking so far, so that design standards regulate the consideration of restraint forces not only conservatively but also differently. For example, in EC2 [4] it is stated that 60% of the restraint forces determined by elastic theory must be taken into account for temperature in the ULS and 100% in the SLS unless an exact calculation is carried out. In DIN Technical Report [5], this definition is adopted without modification, while ÖNorm 1992-2 [6] does not allow a reduction with simplified calculation at all. In the new Austrian guideline for integral bridges [7], however, restraint forces to be taken into account were regulated with regard to the length of the structure.

In fact, statically-indetermined structures show always restraint forces in order to achieve the compatibility of the deformations. However, in reinforced concrete structures the occurring deformation to a given force depends significantly on the cracking. Besides, creep increases the deformation if the load remains over time and further plastic deformation is caused by a very small increase of the internal forces. In addition, imposed deformations, even a sudden settlement, are temporal processes. This means that cracking, creep and plastic deformation can contribute significantly to achieving the deformation compatibility and thus to a significant reduction of the restraint forces, especially when the creep, which is affinitive, is considered together with the crack formation or the plastic deformation. This shall be investigated in this project experimentally and theoretically. Through this holistic view, it can be expected that the restraint forces can be determined more realistically than before. Restraint forces to be taken into account in the design are to be expected thereby smaller. Another focus of the investigation is the redistribution of internal forces, both from the support area to the field area and vice versa. These findings are particularly interesting for the integralization of existing structures, as this may help to avoid further strengthening.

Finally, based on the results, recommendations will be developed regarding the consideration of restraint forces and constructive detailing in the design of new structures as well as integralization of existing structures without the need to limit the length of the structure. In addition to the scientific insights, economic advantages can be expected in the construction of statically-indetermined reinforced concrete structures. The basics for the design of integral structures are thereby further improved. Altogether, the project makes an important contribution to reducing the life cycle costs of engineering structures.

## **Projektkoordinator**

- Technische Universität Graz

## **Projektpartner**

- Universität Innsbruck