



Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schnell; Technische Universität Kaiserslautern

juergen.schnell@bauing.uni-kl.de

Geboren 1953; Studium des Bauingenieurwesens an der Technischen Hochschule Darmstadt; 1979 bis 2002 Technischer und Leitender Angestellter der Philipp Holzmann AG, Frankfurt am Main und Düsseldorf; 1986 Promotion an der TH Darmstadt; seit 2002 Leiter des Fachgebietes Massivbau und Baukonstruktion an der Technischen Universität Kaiserslautern; seit 2004 Prüflingenieur für Baustatik; seit 2012 Vorsitzender des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton DAfStb und Fachkollegiat der Deutschen Forschungsgemeinschaft

New reinforced-concrete members in existing structures – Lapped joints with smooth and deformed bars

Neue Stahlbetonbauteile in Bestandsbauwerken – Übergreifungsstöße mit glatten und gerippten Stählen

In building on existing structures, reinforced-concrete members are frequently placed against existing structural members. This is best achieved with lapped joints.

Until the end of the 1950s, primarily smooth bars, as a rule, bars with low yield strength, were used. The deformed bars, which were introduced under a national technical approval in the 1950s, were regulated in the relevant design code DIN 1045 only since 1972. While historic lapping of smooth bars was possible only with end hooks and additional restrictions on impact contributions and steel stresses, lapping of single-layer lapped splices with deformed bars has been allowed already since the 1970s, making full use of the material and without stagger, with straight bar ends. In contrast to the lapped splices of reinforcing bars of equal type and quality, whose implementation has been standardized since 1925, combinable lapped splices of smooth and deformed bars of different yield strength are not regulated to this day.

Beim Bauen im Bestand werden häufig neue Stahlbetonbauteile kraftschlüssig an bestehende Tragstrukturen angeschlossen. Dies wird bei Ortbetonbauteilen günstig mit dem Übergreifungsstoß realisiert.

Bis Ende der 1950er Jahre wurden im Stahlbetonbau überwiegend glatte Stähle mit in der Regel geringeren Streckgrenzen verwendet. Erst seit 1972 sind die in den fünfziger Jahren über bauaufsichtliche Zulassungen eingeführten Betonrippenstähle in der einschlägigen Bemessungsnorm DIN 1045 geregelt. Während historische Übergreifungsstöße von Glattstählen nur mit Endhaken und zusätzlichen Einschränkungen hinsichtlich maximaler Stoßanteile und Stahlspannungen möglich waren, dürfen einlagige Übergreifungsstöße mit Rippenstählen bereits seit den 1970er Jahren bei voller Ausnutzung des Materials vollständig und ohne Versatz mit geraden Stabenden gestoßen werden. Im Gegensatz zu den Übergreifungsstößen von Betonstählen gleicher Art und Güte, deren Ausführung seit 1925 genormt ist, sind kombinierte Übergreifungsstöße von Glatt- und Rippenstählen mit unterschiedlichen Streckgrenzen bis heute nicht geregelt.



Figure: TU Kaiserslautern

Combined lap of smooth steel with end hook and deformed steel with straight bar ends following failure

Kombinierter Stoß aus Glattstahl mit Endhaken und Rippenstahl mit geradem Stabende nach Versagen

Differenzierte Bewehrungsregeln erforscht

Um die in der Baupraxis häufig zur Ausführung gelangenden improvisierten „Vor-Ort-Lösungen“ zukünftig zu vermeiden, wurden im Rahmen eines mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung geförderten Forschungsvorhabens an der Technischen Universität Kaiserslautern differenzierte Bewehrungsregeln erarbeitet, die wissenschaftlich abgesicherte und gleichzeitig wirtschaftliche Lösungen für kombinierte Übergreifungsstöße ermöglichen. Unter Einbeziehung des Rückbaus bestehender Altbetonsubstanz verlangt eine ökonomische Bauweise für Übergreifungsstöße von freigelegten historischen Glattstählen mit modernen Rippenstählen nach Vollstößen mit kleinstmöglichen Übergreifungslängen. Dabei sind die Anforderungen nach heutigem Regelwerk an die Zuverlässigkeit gegen Versagen im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) und die Sicherstellung der vorgegebenen Nutzung durch Begrenzung der Rissbreiten im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) zu beachten.

Für verschiedene kombinierte Übergreifungsstöße von mit Endhaken versehenen glatten Betonstählen BSt I und gerippten Betonstählen

Dipl.-Ing. (FH) Uwe Angnes M. Eng.; Technische Universität Kaiserslautern

uwe.angnes@bauing.uni-kl.de

Geboren 1964; Studium Bauingenieurwesen an der FH Mainz; Master-Studium Baumängel, Bauschäden und Instandsetzungsplanung an der FH Kaiserslautern; seit 1993 Beratender Ingenieur und seit 2004 geschäftsführender Gesellschafter der Ing.-Gesellschaft Tragwerk Angnes + Rohde mbH, Ingelheim; 2010 bis 2013 Öffentliche Bestellung und Vereidigung als Sachverständiger für Schäden an Gebäuden/Massivbau/Betoninstandsetzung; seit 2010 Vorstand der Ingenieurkammer RLP; seit 2012 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Massivbau der TU Kaiserslautern



Combined lap of smooth steel and deformed steel, each with end hooks, following failure

Kombinierter Stoß aus Glattstahl und Rippenstahl jeweils mit Endhaken nach Versagen

Differentiated reinforcement regulations

To prevent the often improvised “on-site solutions” in construction practice in future, differentiated reinforcement regulations were drawn up by the Kaiserslautern University of Technology within the scope of a research project sponsored by the research initiative “Zukunft Bau” of the German Federal Institute for Research on Building, Urban Affairs and Spatial Development, which are scientifically confirmed and, moreover, enable cost-efficient lapped splices. A cost-efficient construction method for the removal of historic smooth bars in existing concrete substance and their reinstatement with modern deformed bars, requires full lapping with the smallest possible lap length. Here, the requirements of today’s regulatory framework on the reliability against failure at ultimate limit state and assurance of the intended utilization by limiting the crack widths at serviceability limit state have to be taken into account.

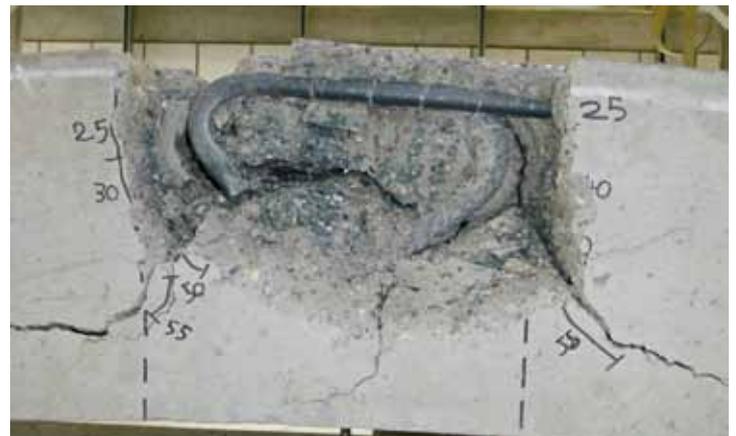
Systematically built-up test series

For various combined laps of smooth BSt I bars provided with end hook with deformed B500 steel with straight bar ends or end hooks, the required lap lengths are empirically determined based on systematically built-up test series. For this, the loadbearing behavior of laps was first investigated in reference tests, followed by tests with a combination of smooth and deformed reinforcement to gain a basic understanding of the loadbearing behavior of combined laps. The investigation was conducted practice-oriented, using bars of different diameter, whose sectional areas was chosen proportionately to the yield strength of the BSt I and B500 reinforcing steel to make maximum possible use of the tensile stress (e.g. smooth steel of BSt I \varnothing 18 with deformed steel B500 \varnothing 12).

Taking account of the tensile stress of the concrete relevant to the bond, the steel stress and the bar diameters, a design diagram for the required lap length of various combinations is presented. Determination of the design value of the lap length of combined laps is performed on the basis of the design formula in Eurocode 2.

To clarify the loadbearing behavior of combined lapped bars of different surface configuration (smooth/deformed), an engineer’s model was additionally derived, which reliably describes the loadbearing behavior of such laps and confirms the experimentally determined lap lengths.

The design regulations worked out for the practice for the regularly encountered combinations of bar diameters, concrete grades and bond conditions may be used equivalent to the regulations of EC2 for the case of new structures.



B500 mit geraden Stabenden oder Endhaken wurden die erforderlichen Übergreifungslängen anhand systematisch aufgebauter Versuchsreihen empirisch ermittelt. Dabei wurde das Tragverhalten von Übergreifungsstößen zunächst mittels Referenzversuchen studiert, um anschließend anhand von Versuchen mit kombinierter Glatt- und Rippenstahlbewehrung ein grundlegendes Verständnis für die Tragwirkung von kombinierten Übergreifungsstößen zu gewinnen. Die Untersuchung erfolgte dabei praxisnah mit Stählen unterschiedlicher Durchmesser, deren Querschnittsflächen im Verhältnis der Streckgrenzen der eingesetzten Betonstähle BSt I und B500 gewählt wurden, um die maximal mögliche Spannungsausnutzung zu erreichen (z. B. Glattstahl BSt I \varnothing 18 mit Rippenstahl B500 \varnothing 12).

Bemessungsdiagramm auf Basis moderner statistischer Methoden

Unter Berücksichtigung der für den Verbund maßgeblichen Betonzugfestigkeit, der Stahlspannungen und den Stabdurchmessern wird ein auf Basis moderner statistischer Methoden erarbeitetes Bemessungsdiagramm für die erforderliche Übergreifungslänge verschiedener Kombinationen zur Verfügung gestellt. Die Ermittlung des Bemessungswerts der Übergreifungslänge von kombinierten Übergreifungsstößen erfolgt durch eine Bemessungsformel in Anlehnung an den Eurocode 2.

Zur Klärung des Tragverhaltens kombinierter Bewehrungsstöße mit unterschiedlicher Oberflächenbeschaffenheit (glatt/gerippt) wurde ergänzend ein Ingenieurmodell abgeleitet, welches die Tragwirkung derartiger Stöße zuverlässig beschreibt und die experimentell ermittelten Übergreifungslängen bestätigt.

Die auf dieser Grundlage erarbeiteten Konstruktionsregeln für in der Praxis regelmäßig vorkommende Kombinationen von Stabdurchmessern, Betongüten und Verbundbedingungen können für Kombi-Stöße gleichwertig zu den Regeln des EC2 für den Neubaufall angewendet werden.