

KURZBERICHT zum Forschungsvorhaben

Titel

Optimierte Übergreifungsstöße von Betonstahl unterschiedlicher Güte beim Bauen im Bestand

Anlass / Ausgangslage

Beim Bauen im Bestand werden oft neue Stahlbetonbauteile mit dem Übergreifungsstoß kraftschlüssig an bestehende Tragstrukturen angeschlossen (Bild 1). Dabei sind häufig historische Glattstähe BSt I mit Haken und aktuelle Rippenstähe B500 zu übergreifen. Da für derartige kombinierte Stöße Bewehrungsregeln fehlen, sollten diese analog zu den Regeln im EC2 für Übergreifungsstöße mit Betonstählen gleicher Art und Güte erarbeitet werden.

Gegenstand des Forschungsvorhabens

Um die in der Baupraxis häufig zur Ausführung gelangenden improvisierten "Vor-Ort-Lösungen" zukünftig zu vermeiden, wurden anhand eines neuentwickelten Ingenieurmodells differenzierte Bewehrungsregeln erarbeitet, die wissenschaftlich abgesicherte und gleichzeitig wirtschaftliche Lösungen für kombinierte Übergreifungsstöße ermöglichen.

Als Grundlage wurden zunächst die historische Entwicklung, das Tragverhalten und die Bemessungs- und Konstruktionsregeln von Übergreifungsstößen mit gleichartiger Stoßbewehrung vor dem Hintergrund der differentiellen Verbundmechanismen, Werkstoffeigenschaften und Verankerungen von glatten sowie gerippten Stählen dargelegt.

Anschließend wurden experimentellen Untersuchungen durchgeführt. Nach anfänglichen Referenz- und Tastversuchen (Bild 2) zum Studium des Tragverhaltens folgten systematische Versuchsreihen (Bild 3) zur empirischen Ermittlung der erforderlichen Übergreifungslängen für ausgesuchte kombinierte Übergreifungsstöße mit glatten und gerippten Betonstählen. Unterschieden wurde in Kombi-Stöße des Typs I, bestehend aus einem Glattstahl BSt I mit Haken und einem Rippenstahl B500 mit geraden Stabenden, und in Kombi-Stöße des Typs II (Bild 4), die jeweils ein Glattstahl BSt I und ein Rippenstahl B500 mit Haken besaßen. Praxisnah wurden vorrangig Kombinationen mit Stählen unterschiedlicher Durchmesser geprüft,

deren Querschnittsflächen zur Ausnutzung der maximalen Spannungen im Verhältnis der Streckgrenzen der Betonstähle BSt I und B500 gewählt wurden.

Während die Tastversuche ebenso wie die systematischen Versuchsreihen als Vier-Punkt-Biegeversuche an Balken bzw. Platten durchgeführt wurden, konnte ergänzend anhand von Zuggliedversuchen (Bild 5) mit in bzw. auf den Betonstählen applizierten DMS zur Aufzeichnung der Spannungsverläufe ein grundlegendes Verständnis für die Tragwirkung kombinierter Übergreifungsstöße des Typs I gewonnen und in ein Lastübertragungsmodell überführt werden.

Das Ingenieurmodell, welches anhand der Versuchsergebnisse die Tragwirkung kombinierter Übergreifungsstöße des Typs I zuverlässig beschreibt und die Berechnung der erforderlichen Übergreifungslänge mit einer allgemeingültigen Bemessungsgleichung unter Berücksichtigung von Streuungen und Bauteilsicherheiten erlaubt, wird schließlich anhand analytischer Beziehungen zwischen den wesentlichen Einflussparametern abgeleitet.

Dazu wurden, bei gleichen Verbundbedingungen und fehlender Querbewehrung, durch Einhaltung extremer Randbedingungen für Stab- und Stoßabstände sowie Betondeckungen, die geometrischen Parameter in den Versuchsreihen auf ihre maximale Einflussgröße festgelegt. Ebenso wurden die anderen variablen Parameter - Übergreifungslänge $l_{0,com}$, Betonzugfestigkeit f_{ct} , Stahlspannungen σ_s und Stabdurchmesser ϕ - bei den Versuchen bestimmt bzw. ermittelt und anschließend mit Ausnahme der Stabdurchmesser durch Einführung der bezogenen kombinierten Übergreifungslänge α_{com} gebündelt sowie unter Berücksichtigung ihrer gegenseitigen Abhängigkeiten als Funktion abgebildet. Da α_{com} und $l_{0,com}$ vom Stabdurchmesser ϕ abhängig sind, konnten unter Nutzung der Versuchsergebnisse die bezogene kombinierte Übergreifungslänge α_{com} empirisch als Funktion des Stabdurchmessers ϕ dargestellt und darauf aufbauend die Funktion zur Ermittlung der mittleren Übergreifungslänge $l_{0,com,m}$ für die untersuchten Kombi-Stöße Typ I durch Berechnung der zugehörigen Regressionsgeraden festgelegt werden.

Nach statistischer Bewertung und zusätzlicher Beaufschlagung mit Bauteilsicherheiten ergab sich die Gleichung für den Bemessungswert der kombinierten Übergreifungslänge $l_{0,com}$, die abschließend für weitere untersuchte Anwendungsfälle (u.a. Kombi-Stöße Typ II, verminderte Randabstände etc.) untersucht und übertragen sowie mit Konstruktionsregeln hinterlegt wurde.

Das durch eine vergleichende FE-Modellierung (Bild 6) bestätigte Ingenieurmodell und die zugehörigen Bemessungsgleichungen gel-

ten unter Beachtung beschriebener Randbedingungen allgemeingültig für kombinierte Stöße mit je einem glatten Stab BSt I $\phi_{\text{BStI}} \leq 26$ mm mit Haken und einem gerippten Stab B500 $\phi_{\text{B500}} \leq 16$ mm mit geraden Stabenden oder Haken bzw. Winkelhaken im üblichen Hochbau (Bild 7).

Fazit

Anhand eines Ingenieurmodells und daraus abgeleiteter Bemessungsgleichungen werden Bemessungs- und Konstruktionsregeln für kombinierte Übergreifungsstöße von glatten Betonstählen BSt I, $\phi_{\text{BStI}} \leq 26$ mm, mit Haken und gerippten Betonstählen B500, $\phi_{\text{B500}} \leq 16$ mm, mit geraden Stabenden oder Haken beim Bauen im Bestand angegeben, die gleichwertig zu den Regeln des Eurocode 2 für den Neubaufall angewendet werden können (Bild 7).

Weiterhin nicht geregelt bleiben Stöße historischer Betonstahlmatten mit modernem Betonmattenstahl und mehrlagige Stöße oder Zwei-Ebenen-Stöße. Ebenso bleiben kombinierte Stöße aktueller Betonstähle B500 mit hochwertigeren Glattstählen (u. a. St 48, 52 und BSt II) und mit profilierten Betonformstählen weiterhin unerforscht.

Eckdaten

Kurztitel: Kombi-Stöße

Prof.-Dr.-Ing. Jürgen Schnell, Projektleiter
Dipl.-Ing.(FH) Uwe Angnes M.Eng., Projektbearbeiter

Technische Universität Kaiserslautern

Gesamtkosten: 176.613,89 €

Anteil Bundeszuschuss: 93.879,72 €

Projektlaufzeit: 01.12.2012 bis 01.06.2015

BILDER / ABBILDUNGEN

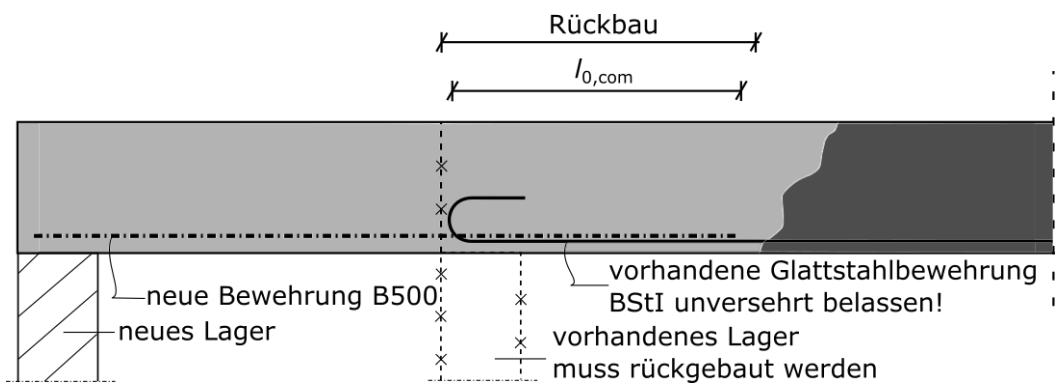


Bild 1: Typische Anschlusssituation beim Bauen im Bestand



Bild 2: Versuchsstand Tastversuche mit Probekörper nach dem Versuchsende

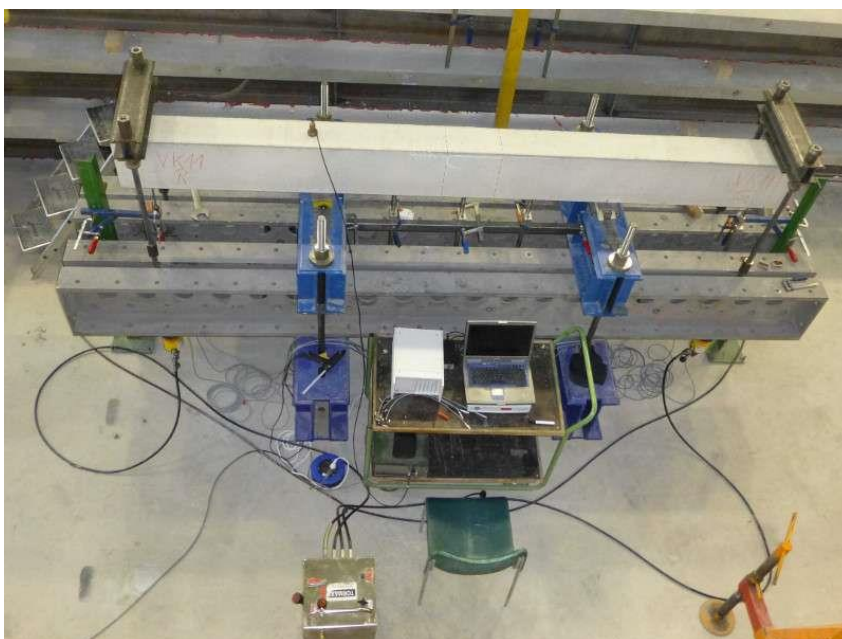


Bild 3: Versuchsstand systematische Versuchsreihen mit Probekörper

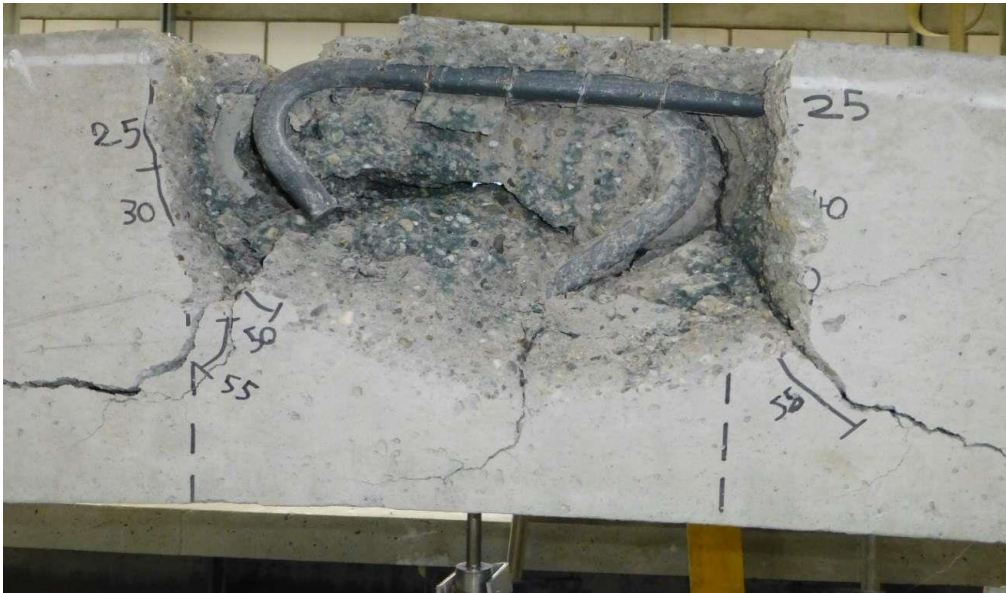


Bild 4: Seitenansicht Balken mit Stoß Typ II und muschelförmigem Betonausbruch



Bild 5: Versuchsstand der Zugversuche mit Probekörper

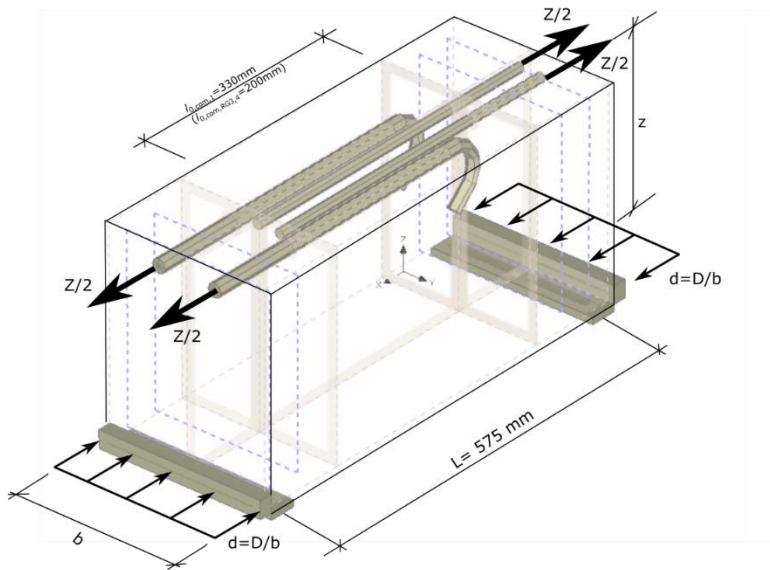


Bild 6: Statisches System der FE-Modelle

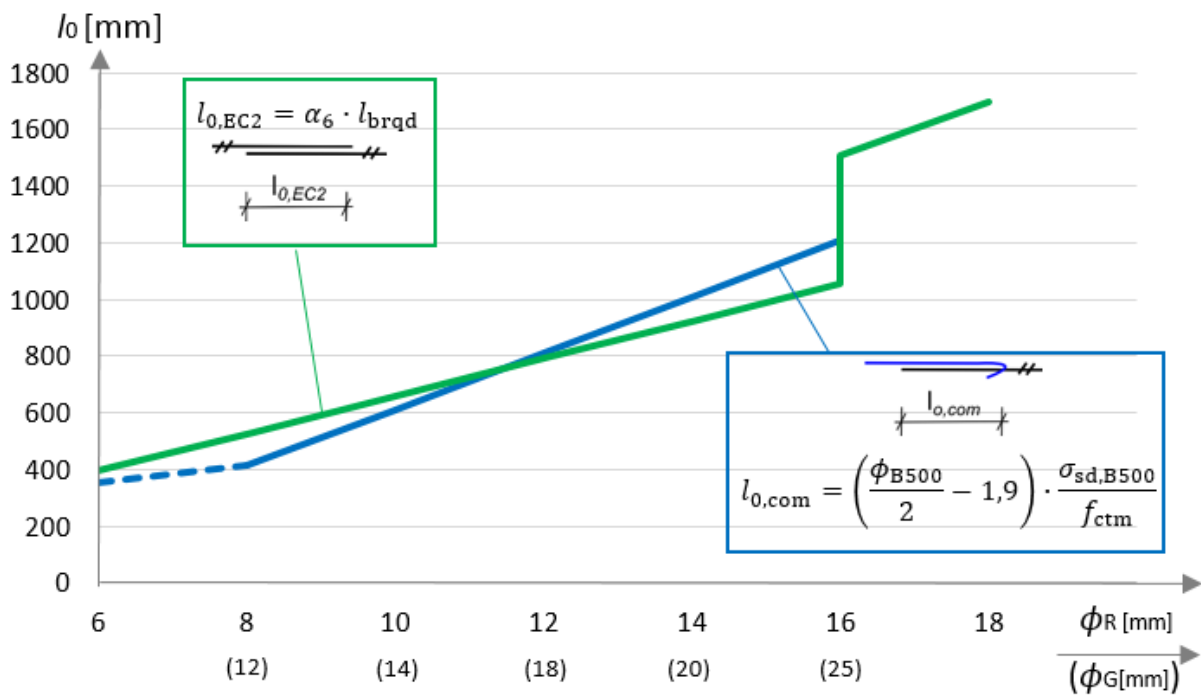


Bild 7: Bemessungswerte der Übergreifungslängen von Kombi-Stößen Typ I und Stößen nach EC2 mit Betonstählen B500 mit geraden Stabenden im Vergleich