

Zusammenfassung

Normen und Regeln für die konstruktive Durchbildung in Stahlbetonbauwerken helfen bei der Bestimmung der Form, Abmessungen und Anzahl an Bewehrungsstäben. Sie ermöglichen eine einfache und schnelle Bemessung und berücksichtigen Effekte die in Berechnungen üblicherweise vernachlässigt werden. Ausserdem garantieren solche Regeln ein gutes Verhalten im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit sowie eine ausreichende Robustheit bei unvorhersehbaren Einwirkungen. In den vergangenen Jahrzehnten wurden die meisten Regeln für die konstruktive Durchbildung kaum aktualisiert, obwohl es zahlreiche Änderungen bezüglich Herstellungsmethoden (automatisches biegen der Stäbe) Materialeigenschaften und neue wissenschaftliche Erkenntnissen gab. Sie basieren grösstenteils auf anerkannte Verfahren die zwar zufriedenstellende Ergebnisse liefern aber oftmals keine eindeutige wissenschaftliche Basis haben. Entsprechend gibt es grosse Unterschiede in verschiedenen Ländern und Normwerken. Einige der Regeln liegen weit auf der sicheren Seite (was bei der Betrachtung bestehender Bauwerke problematisch sein kann), während andere, signifikante Effekte vernachlässigen. Obwohl die Bewehrungsführung eine wichtige Rolle in der Wirtschaftlichkeit und Sicherheit von Bauwerken spielt, wurde in den letzten Jahren kaum Forschung in diesem Gebiet betrieben.

Die vorliegende Dissertation beschäftigt sich mit einigen Regeln für die konstruktive Durchbildung, welche den aktuellen Bedürfnissen angepasst werden sollten. Es wird ein umfangreiches Forschungsprogramm präsentiert, welches auf drei wichtige Themen fokussiert: das Biegen von Stäben und der hierfür erforderliche Biegerolldurchmesser; die Verankerung der Querkraft-Bewehrung mittels Abbiegungen und Endhaken; und die Mindestquerkraftbewehrung. Ziel des Forschungsprogramms ist die Entwicklung mechanischer Modelle, vereinfachter Formeln und Regeln für die Bewehrungsführung die auf experimentellen Erkenntnissen basieren. Für ein besseres Verständnis des mechanischen Verhaltens werden moderne Messmethoden angewendet, wie die Digitale Bilderkorrelation oder Messungen mit Glasfasern.

Abbiegungen und Endhaken in Bewehrungsstäbe werden üblicherweise durch Biegen mittels Biegerollen hergestellt. Der minimale Durchmesser dieser Biegerollen ist normiert, sodass eine sichere Kräfteübertragung gewährleistet wird und ein Versagen des Betons infolge Abplatzen der Betonüberdeckung vermieden wird. In der vorliegenden Dissertation wird ein entsprechendes mechanisches Modell entwickelt, sowie Regeln für die Bewehrungsführung vorgeschlagen. Es wird eine vereinfachte, standardisierte Prozedur für das Abbiegen beschrieben, mit welcher Stäbe mit unterschiedlichen Abbiegungsradien mit einer einzigen Biegerolle durchgeführt werden können. Dies ermöglicht einen effizienteren automatischen Herstellungsprozess.

Das Vorsehen von Haken oder Abbiegungen an den Enden ist eine einfache Lösung für die Verankerung der Bewehrungsstäbe. Solche Details können aber mit Bezug zur Rissbildung im

Beton problematisch sein. Zum Beispiel kann das Abspalten der Betonüberdeckung im Bereich der Verankerung der Querkraftbewehrung zu einem fragilen Querkraft-Versagen führen. Die vorliegende Dissertation beinhaltet eine Untersuchung des mechanischen Verhaltens und der Wirkung von Verankerungen mit Abbiegungen und Endhaken. Es wird ein entsprechendes mechanisches Modell präsentiert welches die Aktivierung der Querkraftbewehrung beschreibt, sodass die existierenden Regeln für die Bewehrungsführung aktualisiert werden können.

Die erforderliche Mindestbewehrung in Trägern und Platten wird seit mehreren Jahrzehnten diskutiert, da sie sowohl für den Bau von wirtschaftlichen und sicheren Neubauten als auch für die Analyse von bestehenden Bauten eine wichtige Rolle spielt. Es werden die Ergebnisse verschiedener Versuche präsentiert, welche zeigen, dass das Verhalten solcher Bauteile stark von der Bewehrungsmenge und der Duktilitätsklasse der Bewehrung abhängt. Schlussendlich werden die Implikationen der vorliegenden Forschungsergebnisse für Regelwerke diskutiert. Dabei wird gezeigt, dass die Ergebnisse mit den Änderungen in der neusten Generation des Eurocode 2 (insbesondere mit Bezug zu den Duktilitätsklassen) übereinstimmen.

Stichwörter: Stahlbeton Bauwerk, konstruktive Details, Bewehrungsführung, Biegerollendurchmesser, Abplatzen, Verankerung, Verbund, Endhaken, Abbiegungen, Querkraftbewehrung, minimale Querkraftbewehrung, Messungen mit Glasfasern, Digitale Bilderkorrelation.