

**Endverankerung und Übergreifung
textiler Bewehrungen in Betonmatrices**

End Anchorage and Overlapping of
Textile Reinforcements in Concrete (TRC)

Enrico Lorenz

Kurzfassung

Die sichere Einleitung und Übertragung der wirkenden Kräfte ist Bedingung für die Funktionsfähigkeit und die vollständige Ausnutzung der Tragfähigkeit von Textilbetonbauteilen und -verstärkungsschichten. So kann es bei ungünstiger Konfiguration und Anordnung der Einzelkomponenten des Verbundbaustoffes zur Ausbildung einer Vielzahl verschiedener Verbundversagensformen kommen. Diese umfassen neben der Bildung von verbundschädigenden Delaminations- und Spaltrissen lokale Abplatzungen der Betondeckung oder einen vorzeitigen Auszug der Garne aus dem Beton. Besonders beansprucht sind in diesem Zusammenhang die bei einer Anwendung von Textilbeton erforderlichen Endverankerungs- und Stoßbereiche der textilen Bewehrungen.

Zur sicheren Ausbildung und Bemessung dieser wichtigen Detailpunkte liegen jedoch momentan noch keine umfassenden und zusammenhängenden Untersuchungen vor. Hauptziel der vorliegenden Dissertation war daher eine systematische Erforschung und Beschreibung des Tragverhaltens von Textilbeton in Endverankerungs- und Übergreifungsbereichen.

Eine funktionierende und schädigungsfreie Verbundkraftübertragung bildet die Grundlage für die sichere Lasteinleitung und -übertragung. Daher wurden im ersten Teil der Arbeit ausführliche Untersuchungen zur Charakterisierung der zwischen Bewehrungstextil und Feinbetonmatrix wirkenden Kräfte und -mechanismen durchgeführt. Nach der Entwicklung eines geeigneten Versuchsaufbaus erfolgten umfangreiche Parametervariationen zur experimentellen Überprüfung des textilspezifischen Verbundverhaltens. Den Schwerpunkt der Untersuchungen bildete die Identifikation und Bewertung der aus verschiedenen Verarbeitungsparametern der textilen Bewehrungen resultierenden Verbundeinflüsse. Die Versuchsergebnisse ermöglichen die Bestimmung der zugehörigen Verbundspannungs-Schlupf-Beziehungen (VSB) mithilfe eines erarbeiteten Modellierungsverfahrens. Die so ermittelten Verbundkennwerte bilden die Grundlage für die weiteren rechnerischen Untersuchungen.

Im zweiten Teil der Arbeit erfolgten Forschungen zum Tragverhalten von Endverankerungsbereichen. Hierbei stand der im Regelfall bemessungsrelevante Grenzzustand eines vorzeitigen Auszuges der Textilien aus der Betonmatrix im Mittelpunkt. Die Arbeiten umfassten experimentelle und theoretische Untersuchungen zur Beschreibung der Kraftübertragung. Aufbauend auf die ermittelten Verbundkennwerte wird ein unabhängiger analytischer Auswertalgorithmus zur Beschreibung des Verbundtragverhaltens in Endverankerungsbereichen dargestellt. Dieser ermöglicht eine detaillierte rechnerische Bestimmung der erforderlichen Endverankerungslängen von Textilbeton in Abhängigkeit konkreter bzw. untersuchter Bewehrungstextilien.

Den dritten Forschungsschwerpunkt bildeten Untersuchungen zum Tragverhalten von Übergreifungsstößen in Textilbetonbauteilen. Mithilfe von umfassenden experimentellen und theoretischen Analysen an unterschiedlich konfigurierten und bewehrten Textilbetonen konnten die maßgebenden Versagensmechanismen untersucht und grundlegende Vorgaben für die Bemessung und Ausführung der Übergreifungsbereiche abgeleitet werden. Die gewonnenen Erkenntnisse wurden anhand von großformatigen Bauteilversuchen mit entsprechend konstruierten Übergreifungsstößen bestätigt.

Zum Abschluss wird ein vereinfachtes Ingenieurmodell vorgestellt. Dieses erlaubt eine allgemeingültige und hinreichend genaue Bemessung der untersuchten Detailpunkte unter Beachtung der maßgebenden Grenzzustände.

Abstract

The safe introduction and transmission of forces is a requirement for the workability as well as the possibility to make full use of the load bearing capacities of components and strengthening layers made of textile reinforced concrete. Accordingly, an unfavourable configuration and arrangement of the composite material's individual components can lead to various modes of bond failure. These can result from the formation of bond damaging delamination cracks and longitudinal matrix splitting, local spalling of the concrete layer in the outer reinforcement layers or early yarn pull-out from the concrete. In this context, the areas of end anchorage and lap joints of the textile reinforcement, which cannot be avoided when using textile reinforced concrete, are particularly prone to failure.

However, no comprehensive and coherent investigations regarding the safe configuration and dimensioning of these essential details are available yet. Consequently, systematic research into textile reinforced concrete's load-bearing behaviour in the areas of end anchorage and lap joints and the subsequent description was the main goal of this dissertation.

A working and damage-free transmission of bond force is the basis for a faultless load transmission and introduction. As a result, extensive tests concerning the characterization of the mechanisms and forces acting between reinforcing textile and fine grained concrete matrix were carried out as the first part of the investigations. After an appropriate test setup had been developed, a great variety of parameters was applied to experimentally examine the bond behaviour specific to the textile. The determination of the influencing factors resulting from various parameters in the textile reinforcement's processing was a focus in the research. Based on a specifically developed modelling technique, the test results could be used to calculate the corresponding bond stress-slip-relation. The bond parameters, which were determined like this, served as the basis for the following calculations.

The second part of the investigations was concerned with the load-bearing behaviour in end anchorage areas. In this case, the limit state of a yarn pull-out from the concrete matrix, which is usually essential for the dimensioning, was at the centre of attention. The investigations encompassed experimental and theoretical tests regarding the description of the force transmission. Based on the determined compound parameters, an independent analytic evaluation algorithm, which served to describe the load carrying behaviour of the bond in the end anchorage area, was presented. Through this algorithm, the detailed calculation of the required end anchorage lengths of textile reinforced concrete depending on the specific reinforcement textile was possible.

The third research focus was on tests regarding the load-bearing behaviour of lap joints in textile reinforced concrete components. With the help of comprehensive experimental and theoretical analyses of variously configured and reinforced textile reinforced concretes, the decisive failure mechanisms were examined. Furthermore, fundamental demands for the dimensioning and execution of the lap joint areas could be derived. The findings were confirmed through tests on large-sized building components with corresponding lap joints.

At the end of the investigations, a simplified engineering model is presented. This model makes a universally valid and exact dimensioning of the examined details possible while also paying attention to the decisive limit states.