

Randnahe Befestigungen in Beton unter Zugbeanspruchung

Verbundtragverhalten chemischer Befestigungen unter zentrischer Belastung

Text | Ronald Mihala, Konrad Bergmeister

Bilder und Grafiken | © Ronald Mihala

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Verbundtragverhalten eingeklebter Ankerstangen am Bauteilrand. Zur Einleitung von Lasten in Beton werden im Bauwesen Befestigungssysteme auf der Grundlage chemischer Mörtel verwendet. Diese umfassen nicht nur die herkömmlichen Verbunddübel, sondern auch Bewehrungsanschlüsse mit nachträglich eingemörtelten Bewehrungsstäben zur Verbindung von Stahlbetonteilen.

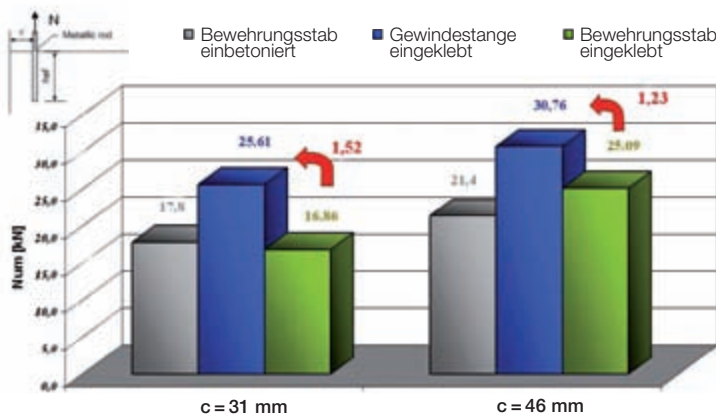


Abb. 1: Ergebnisse von Auszugsversuchen am Bauteilrand mit $d_s = 12$ mm, $h_{ef} = 7d_s$ und Verbundmörtel A

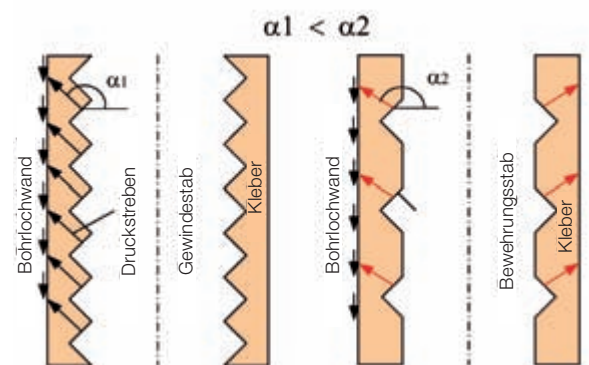


Abb. 2: Annahme der Ausbildung des Druckstrebenwinkels bei Gewinde- und Bewehrungsstäben

Trotz der Ähnlichkeit der beiden genannten erfolgt die Bemessung unterschiedlich. Ziel dieser Forschung ist es, aufbauend auf experimentellen Versuchen und in weiterer Folge mit Unterstützung der Methode der finiten Elemente, ein Bemessungsmodell zu schaffen, welches es erlaubt, beide Systeme einheitlich zu bemessen. Es also möglich macht, einen Verbunddübel genauso nah an den Rand zu setzen und zu bemessen wie eingeklebte oder einbetonierte Bewehrungsstäbe.

Versuchsergebnisse mit eingeklebten Gewindestangen – Verbunddübel – haben gezeigt, dass wesentlich höhere Lasten als bei eingeklebten Bewehrungsstäben erzielt werden können (Abb. 1).

Ziel weiterführender Untersuchungen war es, die Annahme, dass eingeklebte Bewehrungsstäbe höhere Spreizkräfte als Gewindestangen – gleiche geometrische Randbedingungen vorausgesetzt – erzeugen und somit zu einem frühzeitigen Versagen führen, zu beweisen. Dazu wurden einerseits zu theoretischen Überlegungen Versuche zur Ermittlung der

Spreizkräfte von eingeklebten Bewehrungsstäben bzw. Gewindestangen durchgeführt, um dadurch indirekt eine Aussage über das Verbundtragverhalten dieser Systeme treffen zu können.

Zeitgleich zu den experimentellen Untersuchungen wurden numerische Berechnungen von Gewindestangen und Bewehrungsstäben in der Bauteilmitte eines Betonblocks gestartet, wobei hier das Hauptaugenmerk auf den Spannungsverlauf und der Ausbildung der Druckstrebenwinkel (Abb. 2) entlang der Verankerungstiefe gelegt wurde.

Zur Durchführung der Spreizkraftmessungen wurde zunächst ein Betonwürfel vor der Bohrung mittig zersägt und in einer Vorrichtung wieder zusammengespannt. Anschließend wurde das Bohrloch – welches mittig durch die Trennfläche hindurch verlief – gebohrt und der Gewinde- bzw. Bewehrungsstab in das Bohrloch mit einem Verbundmörtel geklebt (Abb. 3). Dieser vorbereitete Betonwürfel konnte anschließend in ein Stahlloch eingespannt werden [1]. Nach dem Aufbringen einer seitlichen Vorspannung von $0,5$ N/mm²

wurden Wegaufnehmer und Messuhren auf Null gestellt und die Schraubenkraft N langsam bis zum Bruch gesteigert.

Diese Versuchsserien der Spreizkraftmessungen zeigten, dass das Verhältnis Spreizkraft S_p bei maximaler Ausziehlkraft N_u (Normalkraft) zur maximalen Ausziehlkraft N_u bei den Bewehrungsstäben wesentlich höher ausfällt als bei eingeklebten Gewindestangen (Abb. 4). Dadurch kam es mit zunehmender Ausziehlkraft zu einem rascheren Ansteigen der Spaltkraft als bei den Gewindestangen und zu einem rascheren Erreichen jener Spreizkraft, die letztendlich zum Versagen des Systems führte. Dieser Umstand und die Annahme, dass bei eingemörtelten Bewehrungsstäben unter den Rippen lokale Spannungsspitzen (Abb. 5) entstehen, führten zu einem frühzeitigen Aufbrechen dieser rotationsförmigen Kegelschalen und somit zum früheren Versagen eingeklebter Bewehrungsstäbe – vergleichbar mit dem Versagen von Betonnasen (-konsolen) auf Druck zwischen den Rippen. [2]

Eingeklebte Gewindestangen weisen ein ähnliches Verhalten zwischen den einzelnen Wendeln auf, mit dem Unterschied, dass sich hier – aufgrund der kleinen Ab-

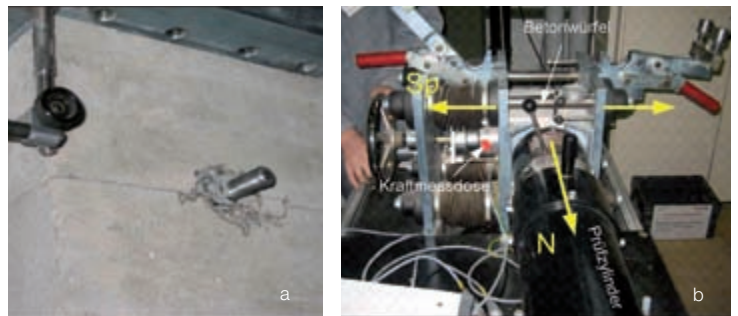


Abb. 3: a: Betonwürfelhälfte mit eingeklebtem Gewindestab und b: Prüfmachine

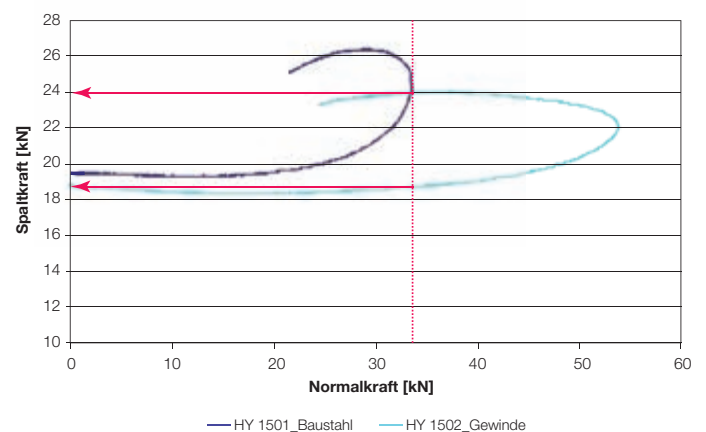


Abb. 4: Spaltkraftverlauf S_p als Funktion der Ausziehlkraft N für Verbundmörtel Typ A

Versuchsergebnisse mit eingeklebten Gewindestangen – Verbunddübel – haben gezeigt, dass wesentlich höhere Lasten als bei eingeklebten Bewehrungsstäben erzielt werden können.

stände zwischen den einzelnen Wendeln – keine lokalen Spannungsspitzen aufbauen konnten (verschmiertes System). Der Kleber hat die Möglichkeit, die Ausziehlkraft der Ankerstange über Verbundspannungen sukzessive entlang der Verankerungstiefe zum lastfernen Ende abzubauen. Die Annahme einer höheren lokalen Spreizkraftentwicklung bei Bewehrungsstäben kann durch diese Spreizkraftmessungen untermauert werden.

Um den Spannungsverlauf entlang der Verankerungstiefe besser zu verstehen, wurden zeitgleich zu den experimentellen Untersuchungen numerische Berechnungen mit dem FE Programm ABAQUS durchgeführt. Mit den Ergebnissen der numerischen Untersuchungen konnte ganz klar nachgewiesen werden, dass eingemörtelte Bewehrungsstäbe unter den Rippen höhere lokale Spannungsspitzen als eingemörtelte Gewindestäbe erzeugen (siehe Abb. 5).

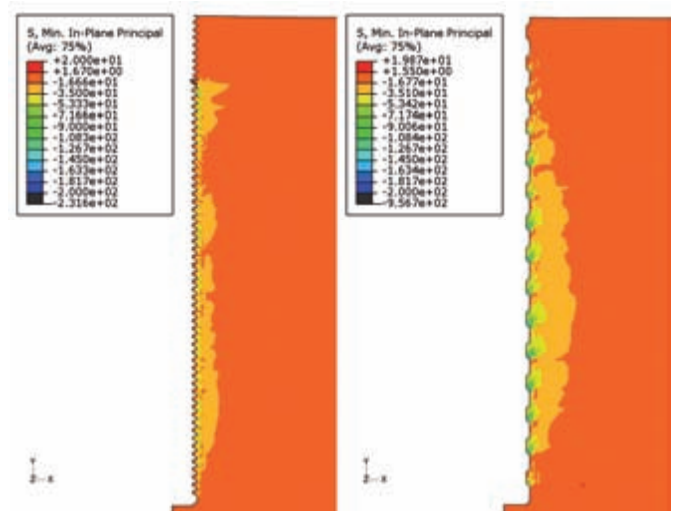


Abb. 5: Ergebnis der FE – Analyse mit a) Gewindestange und b) Bewehrungsstab mit $h_{ef} = 110$ mm und $d_s = 12$ mm [3]

Literatur

- [1] Mayer B., „Funktionsersatzprüfungen für die Beurteilung der Eignung von kraftkontrolliert spreizenden Dübeln“, Dissertation, Institut für Werkstoffe im Bauwesen der Universität Stuttgart, Februar 1990
- [2] Schenkel M., „Zum Verbundverhalten von Bewehrung bei kleiner Betondeckung“, Dissertation, ETH Zürich, September 1998
- [3] Dassault Systems Simulia: Abaqus User's Manual Version 6.7, 2007

Autoren:

DI Ronald Mihala
 Prof. DDr. Konrad Bergmeister
 Institut für Konstruktiven Ingenieurbau, BOKU Wien
www.boku.ac.at