

Software für die Bemessung vorgespannter CFK-Lamellen

Die Verstärkung von Stahlbetonbauteilen mit CFK-Lamellen ist seit vielen Jahren Stand der Technik. Um weitere Einsatzgebiete zu erschließen, wurden in den letzten Jahren neue Systeme mit vorgespannten CFK-Lamellen entwickelt. Da die Bemessung von Verstärkungsmaßnahmen mit vorgespannten CFK-Lamellen eine sehr anspruchsvolle Aufgabe ist, hat die bow ingenieure gmbh ihre Bemessungssoftware *FRP Lamella* auf den Einsatz des S&P Vorspannsystems sowie des S&P Endverankerungssystems für schlaff verklebte Lamellen erweitert.

Neben der effektiveren Ausnutzung des Materials ist das hauptsächliche Ziel des Einsatzes von vorgespannten CFK-Lamellen die verbesserte Gebrauchstauglichkeit des verstärkten Bauteils. Die aufgebrachten Vorspannkkräfte wirken der Belastung entgegen, wodurch eine wirksame Reduzierung der Durchbiegungen und Rissweiten erreicht wird. Ein neues Vorspannsystem für CFK-Lamellen wurde von der Firma S&P Clever Reinforcement GmbH entwickelt und steht nun kurz vor der Erteilung einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung des DIBt. Das System besteht aus vorgefertigten Carbonfaserlamellen und stählernen Ankerplatten, die über den Lamellenenden verklebt und im Beton verdübelt werden. (Bild 1).

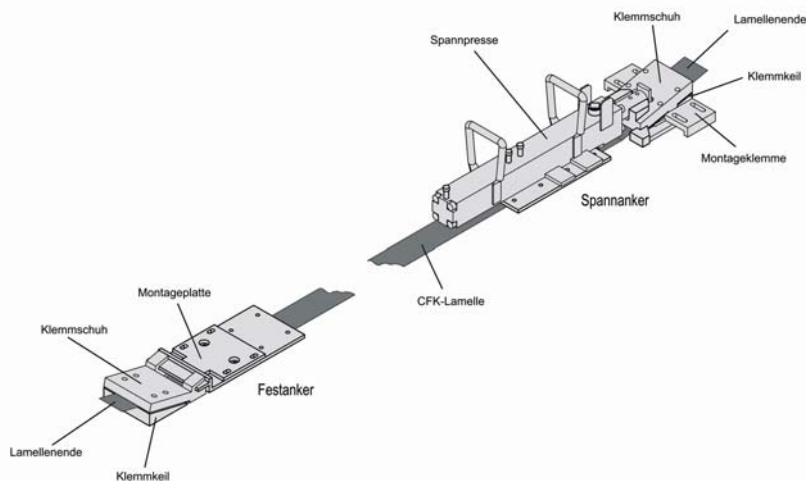


Bild 1: Vorspannsystem für CFK-Lamellen während der Montage

Die Lamelle wird über die gesamte Länge mit dem Bauteil verklebt. Da die Vorspannung bereits vor dem Erhärten des Klebers aufgebracht wird, belastet sie den Klebeverbund nicht zusätzlich. Die Endverankerung der Lamellen wird durch eine Kombination aus Klebeverbund und Dübelwirkung sichergestellt. Die Ankerplatten verhindern die vertikale Verschiebung des entstehenden Verbundrisses und erhöhen durch eine selbstinduzierte passive Klemmkraft die Verbundtragfähigkeit.

Diese Software wurde speziell für die Biegezug- und Querkraftverstärkung von Stahlbetonbauteilen mit verschiedenen FRP Systemen entwickelt. *FRP Lamella* wurde an viele nationale Stahlbeton-bemessungsnormen und FRP-Richtlinien angepasst wie z.B. Eurocode, DIN und DIBt-Richtlinien, British Standard und FRP-Richtlinie TR 55, amerikanische ACI Normen, etc. Die Software bestimmt den erforderlichen FRP-Querschnitt für den verstärkten Zustand und führt die Nachweise der Endverankerung sowie der Querkrafttragfähigkeit des Betonbauteils. Das Programm unterstützt derzeit 4 Querschnittstypen: Plattenquerschnitte sowie Rechteck-, Plattenbalken- und I-Querschnitte. Das Gleichgewicht der inneren und äußeren Kräfte wird für verschiedene Bemessungssituationen durch Variation der

Dehnungszustände innerhalb der zulässigen Grenzen ermittelt. Das implementierte iterative Lösungsverfahren sowie die Verwendung nichtlinearer Spannungs-Dehnungs-Beziehungen für Beton und Bewehrungs- bzw. Spannstahl liefern sehr genaue Ergebnisse und führen zu besonders wirtschaftlichen FRP-Querschnitten. Das Programm bietet dem Anwender zusätzlich die Möglichkeit, die Dehnungs- und Spannungsverteilung im Querschnitt für den Grenzzustand der Tragfähigkeit und den Gebrauchszustand zu überprüfen.

Die Bemessung einer Biegeverstärkung mit vorgespannten CFK-Lamellen setzt sich aus drei verschiedenen Nachweisen zusammen. An der Stelle des maximalen Biegemomentes ist eine ausreichende Biegetragfähigkeit des verstärkten Querschnittes nachzuweisen. An den Endverankerungen ist die Einleitung der zu erwartenden CFK-Zugkräfte in das Betonbauteil sicherzustellen. Der Nachweis der Verbundtragfähigkeit zwischen den Endverankerungen erfolgt analog zu schlaff verklebten CFK-Lamellen.

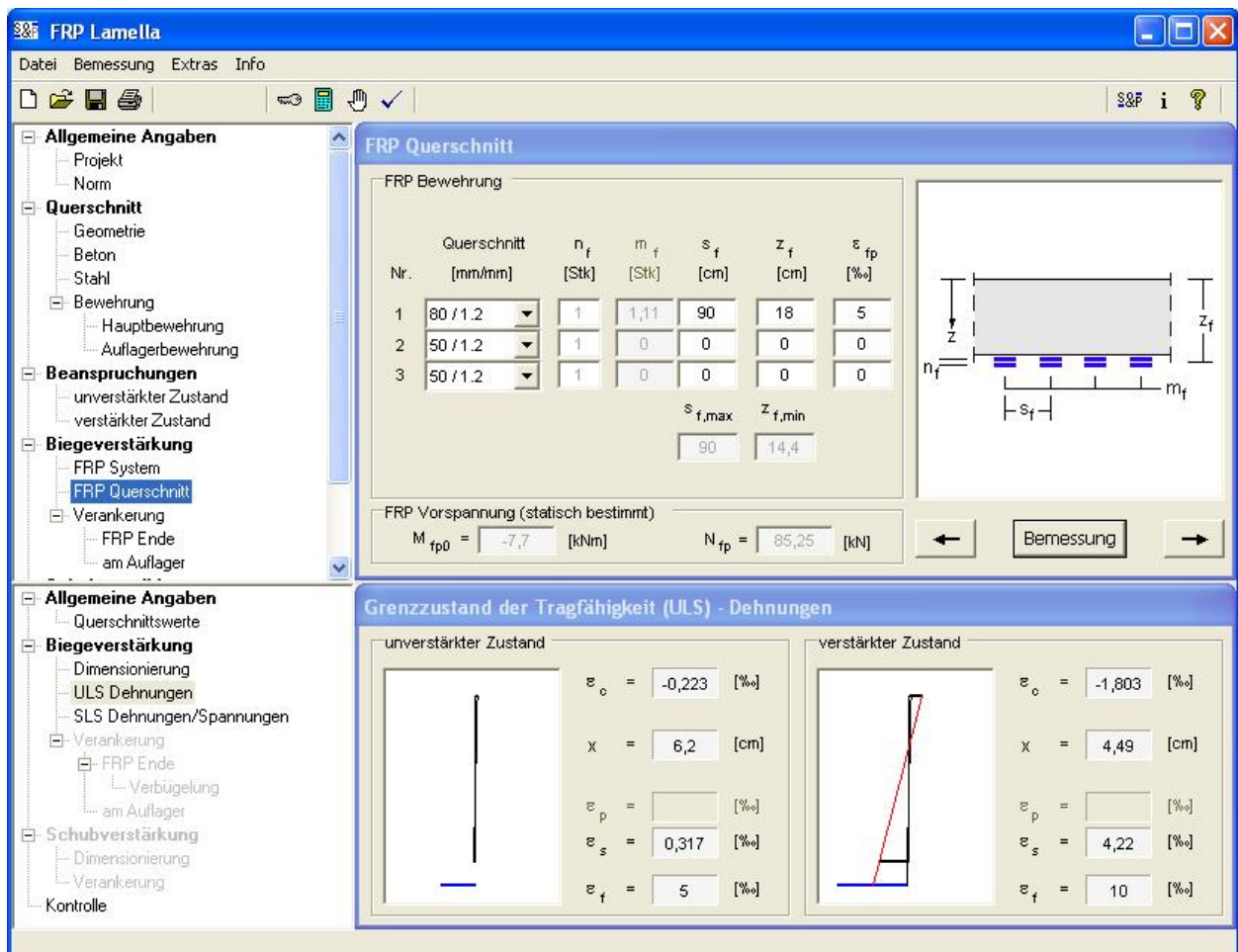


Bild 2: Eingabefenster der Bemessungssoftware mit Ansicht des gewählten FRP-Querschnitt und der Vorspannung (oben) sowie der Dehnungsverteilung im Vordehnungszustand (unten links) und Grenzzustand der Tragfähigkeit (unten rechts).

Bild 2 zeigt die Programmoberfläche der Software *FRP Lamella*. Im Eingabefenster oben wird der FRP-Querschnitt und die Vorspannung ausgewählt. Das Ergebnisfenster unten zeigt links den Vordehnungszustand und rechts die Dehnungen im Grenzzustand der Tragfähigkeit. Die Vordehnungen von Beton und innerer Bewehrung sind sehr gering, da das Bauteil im Vordehnungszustand nur durch Eigengewicht belastet ist. Die Kohlefaserverstärkung ist mit 5 ‰ vorgespannt und wirkt noch nicht am Lastabtrag mit. Im Grenzzustand der Tragfähigkeit erreicht die FRP-Dehnung ihr Maximum von 10 ‰ unter Bemessungslasten. Dies führt zu einer

wesentlich höheren Ausnutzung des Materials als bei schlaff verklebten Lamellen ohne Endverankerung.

Die Software *FRP Lamella* wird vertrieben durch die S&P Clever Reinforcement GmbH in Kriftel.

weitere Informationen:

bow ingenieure gmbh
Breite Straße 15
D-38100 Braunschweig
Tel. (0531) 2 43 59 -0
Fax (0531) 2 43 59 -51
mail@bow-ingenieure.de
www.bow-ingenieure.de

S&P Clever Reinforcement GmbH
Beyerbachstraße 5
D-65830 Kriftel
Tel. (0 61 92) 9 61 28 -30
Fax (0 61 92) 9 61 28 -29
www.sp-reinforcement.de