



ComBAR: Sonderbewehrung für den Spezialfall

Planungshilfen für Einsatz von GFK-Bewehrung

Korrosionsbeständig, magnetisch neutral und leicht zerspanbar – die glasfaserverstärkte Kunststoffbewehrung (GFK) eignet sich aufgrund ihrer besonderen Materialeigenschaften für Anwendungen, bei denen Stahl an seine Grenzen stößt. Die Einsatzgebiete sind vielfältig: ComBAR bietet sich für den Industrie- und Marinebau genauso an wie für den Gleis-, Tunnel- und Brücken-

bau. Für die Ausführung von GFK-bewehrten Betonbauteilen ist meist eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich, die auf einem unabhängigen Gutachten basiert. Der Hersteller bietet daher schon bei der Planung umfassende Hilfe: Bemessungskonzept und beispielhafte Bemessungen stehen unter www.schoeck.de bereit. Zudem betreuen erfahrene Ingenieure auf Wunsch das konkrete Bauprojekt und erstellen Lösungsvorschläge mit Berechnungen und Detailzeichnungen.

Mit der glasfaserverstärkten Kunststoffbewehrung (GFK) „ComBAR“ bietet der Bauteilehersteller eine rationelle Alternative zu Betonstahl- oder Edelstahlbewehrungen: Aufgrund ihrer Materialeigenschaften eignet sie sich besonders für Spezialanwendungen, bei denen Korrosionsbeständigkeit, reduziertes Gewicht und magnetisch neutrales Verhalten gefragt sind.

Spezielles Herstellungsverfahren für besondere Eigenschaften

Die Festigkeit eines GFK-Verbundwerkstoffes wird bestimmt durch Typ, Gehalt und Orientierung der Glasfasern. Die Fasern des ComBAR-

Stabes sind von einer Harzmatrix umgeben und linear ausgerichtet – mit dem Ergebnis einer hohen Zugfestigkeit von über 1000 Newton pro Quadratmillimeter. Der Elastizitätsmodul (E-Modul) liegt bei 60.000 Newton pro Quadratmillimeter. Das spezielle Herstellungsverfahren und die chemische Zusammensetzung des Harzes sorgen für eine deutlich höhere Alterungsbeständigkeit: Geprüft ist ComBAR für eine Lebensdauer von 100 Jahren – auch in chemisch aggressiven Umgebungen. Die GFK-Bewehrung ist wesentlich leichter als Betonstahl, womit sich schwierige Bewehrungsaufgaben, wie filigrane flächige Betonbauteile, kostengünstig konstruieren lassen. Ein weiterer Vorteil ist seine besonders niedrige Wärmeleitfähigkeit von unter 0,5 W/mK. Auf diese Weise können Wärmebrücken mit ComBAR vermieden werden. Produziert werden die Stäbe in den Durchmessern von 8, 12, 16, 25 und 32 Millimetern.

Vielfältige Einsatzmöglichkeiten

Mit seinem magnetisch neutralen Verhalten eignet sich ComBAR für Bauten in der Nähe elektrischer Anlagen. Beim Bau von Industrieböden, auf denen fahrerlose Transportsysteme eingesetzt werden, müssen beispielsweise elektrische Strömungen vermieden werden. ComBAR leitet nicht und ist nicht magnetisch. Im Gleisbau kommt dieser Aspekt ebenfalls zum Tragen: Da ComBAR Schutz vor Induktionsströmen bietet, treten Störungen an der Weichenstellung nicht auf. Gleichzeitig wird eine hohe statische Verbindung gewährleistet, ohne dass sich die Bewehrung durch Induktion erwärmt



Schöck ComBAR: Mit ihren Materialeigenschaften eignet sich die GFK-Bewehrung besonders für Spezialanwendungen am Bau, bei denen Korrosionsbeständigkeit, reduziertes Gewicht und magnetisch neutrales Verhalten gefragt ist.

Foto: Schöck Bauteile GmbH



BAUWIRTSCHAFT ←



Brückenbau mit Schöck ComBAR: Die enorme Zugfestigkeit bei reduziertem Gewicht ermöglicht auch architektonisch anspruchsvolle Bauwerke. Zudem bietet die glasfaserverstärkte Kunststoffbewehrung Schutz vor Korrosion.



Kombination aus GFK- und Stahlbewehrung: Aufgrund der Zerspanbarkeit des Materials kann die Schlitzwand problemlos durchbohrt werden und bietet daher eine rationelle Lösung für den Tunnelbau. Fotos: Schöck Bauteile GmbH

und rostet. Ein weiterer Vorteil des Materials ist die Korrosionsbeständigkeit: In Tiefgaragen und Parkhäusern treten an Stahlbetonbauteilen häufig Schäden durch Korrosion auf. Wasser und Luft dringen durch Risse im Beton bis zum Bewehrungsstahl vor, wodurch dieser zu rosten beginnt. Am häufigsten treten die Schäden in Fahrbahndecken auf, da hier zusätzlich eine mechanische Beanspruchung besteht und das Wasser weniger schnell abfließt. ComBAR bietet hier eine wirtschaftliche Alternative zu einem aufwändigen herkömmlichen Schutz vor Korrosion in Verkehrsbauten. Das Bewehrungsmaterial ist hochfest, beständig gegen chemische Angriffe oder Tausalze und mit einem geringen Eigengewicht leicht einzubauen. Aufgrund der hohen Alterungsbeständigkeit von ComBAR ist eine geringe Betondeckung auch bei bewitterten Bauteilen möglich. Somit eignet sich die Sonderbewehrung beispielsweise auch für den Einsatz im Straßenbau. Die hohe chemische Beständigkeit erleichtert den Bau von Kläranlagen, Salzgruben und Häfen.

Bemessungskonzept zur Berechnung

Das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) hat eine Zulassung für den dauerhaften Einsatz eines Bewehrungs-

stabes aus GFK erteilt – und zwar für den geraden ComBAR-Stab mit einem Nenndurchmesser von 16 mm. Mit dieser Zulassung sind nun flächige Bewehrungen möglich. Eine erweiterte Zulassung für alle Durchmesser der geraden Stäbe ist in Bearbeitung. Die Einsatzmöglichkeiten der GFK-Bewehrung werden auch in den folgenden Jahren um Doppelkopfbolzen (als Querkraftbewehrung) sowie um Bügel aus ComBAR konsequent erweitert. Für den Einsatz von ComBAR ist für alle Anwendungen, welche die Rahmenbedingungen der Zulassung sprengen, eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich. Diese erfolgt auf Basis eines unabhängigen begutachteten Bemessungskonzeptes. Aufgrund der besonderen Materialeigenschaften von ComBAR weichen die Bemessungsschritte dabei von einer Betonstahl-Bemessung ab. Das Sicherheitskonzept folgt den Regeln der DIN 1055-100 (EC1) und den bauspezifischen Ergänzungen der DIN 1045-1 (EC2) in Analogie zum Betonstahl. Ebenfalls in der DIN 1045-1 sind die Grundprinzipien und Annahmen für die Ermittlung der Schnittgrößen festgesetzt. Sie umschreibt zudem die anzuwendenden Berechnungsverfahren wie zum Beispiel die linear-elastische Berechnungs-

methode mit Momentenumlagerung, die Plastizitätstheorie sowie die nicht-lineare Berechnungsmethode unter Berücksichtigung des wirklichen Werkstoffverhaltens. Da glasfaserverstärkter Kunststoff ein linear-elastisches Verhalten bis zum Versagen des Materials aufweist, tritt eine Momentenumlagerung wie beim Einsatz von Betonstahl in statisch unbestimmten Systemen praktisch nicht auf. Langzeitverformung und Kriechen von ComBAR sind mit Betonstahl vergleichbar, dennoch müssen zur Bemessung der Tragfähigkeit einige besondere Annahmen zugrundegelegt werden. Zu beachten ist, dass GFK gegenüber seiner hohen Zugfestigkeit eine deutliche geringere Druckfestigkeit als Stahl aufweist und sich daher nur sehr bedingt als Druckbewehrung eignet. Für Querschnitte mit rechteckiger Druckzone und für Plattenbalken können Bemessungshilfen wie Diagramme und Nomogramme für ComBAR verwendet werden. Außerdem kann die Ermittlung der erforderlichen Bewehrung auch mit Bemessungsprogrammen erfolgen – sofern die Systemdatenbank um die Materialeigenschaften von ComBAR ergänzt wird. In der Querkraftbemessung wird verifiziert, dass die Bemessungswerte für Querkraft die Bemessungswider-

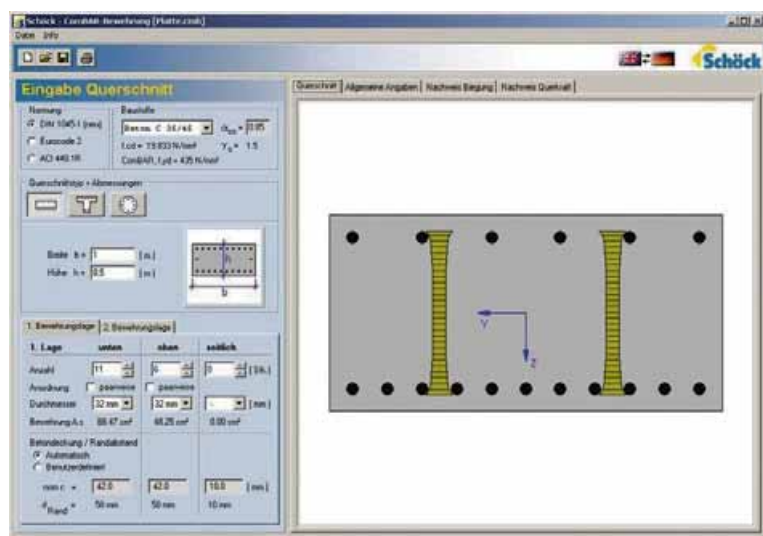


stände nicht überschreiten. Zur Aufnahme von Querkräften eignen sich dabei insbesondere ComBAR Doppelkopfbolzen aufgrund der schlupfarmen Lasteinleitung. Ähnlich wie beim Betonstahl, wird die aufnehmbare Dehnung auf den Wert 0,2175 Promille beschränkt. Die Kopfdenden sind für eine resultierende

Sonderfall: Schlitzwände für den Tunnelbau

Für die Bemessung von Schlitzwänden gelten besondere Anforderungen. Diese sind in einem Bemessungsprogramm und Bemessungsbeispiel berücksichtigt. Bei einer Schlitzwand handelt es sich um eine bewehrte im Untergrund betonierte Wand, die als Dichtwand für Deponien und Dämme dient oder als Stützwand beim Baugrubenverbau. Sie kann im Gegensatz zu Dichtwänden auch statische Funktionen übernehmen und eignet sich sowohl für temporäre Bauhilfskonstruktionen als auch für permanente Bauwerksbestandteile. Die Einzellamellen der Schlitzwand werden im Schutz einer Bentonit-Suspension ausgehoben. Bentonit verhindert als Stützflüssigkeit, dass Grundwasser oder

berücksichtigt alle erforderlichen Regelungen zum Sicherheitskonzept, zur Bemessung und zur Konstruktion. Zudem muss auch die Anwendbarkeit auf die Baumaßnahme gutachterlich bestätigt sein. Im von Hersteller vorgestellten Projekt wurde für die Bemessung das „Bemessungskonzept für Betonbauwerke bewehrt mit Stäben aus GFK ComBAR“ herangezogen. Dieses lehnt sich an die DIN 1045-1 und den Eurocode 2 an. Zudem fanden ein firmeninternes Bemessungsprogramm sowie ein Bemessungsprogramm für Balkenquerschnitte mit Bewehrung aus ComBAR Anwendung. Der Durchmesser für den stahlfreien Bereich beträgt 10,30 Meter. Die aufgezeigte Schlitzwand hat eine Dicke von 0,80 Meter. Die Lamellenbreite umfasst 3,65 Meter – wobei die Korbbreite in der Lamelle 3 Meter beträgt. Der Korb wird mit 7,5 cm Beton gedeckt. Es wird Beton der Festigkeitsklasse C25/30 verwendet. Zum Einsatz kommen ComBAR-Bewehrungsstäbe mit einem Durchmesser von 32 mm. Bei der Bemessung von Schlitzwänden müssen die ständigen Einwirkungen aus dem Baugrund, der externe Wasserdruck und Lasten aus Nachbargebäuden auf der Einwirkungsseite berücksichtigt werden. Aufgrund der hohen Steifigkeit der Wände gegen Biegung und Verformung wird bei der Bemessung ein erhöhter aktiver Erddruck angesetzt. Eine Überprüfung der Rissbreiten ist – da es sich um ein temporäres Bauwerk handelt – nicht erforderlich. Das von Hersteller veröffentlichte Beispiel stellt die Ergebnisse zur Bemessung der Biegebewehrung für den Querschnitt mit ComBAR, den Querkraftnachweis und die Berechnung der Übergreifungslänge anschaulich und zum Teil in Tabellen dar. Anhand des konkreten Beispiels erleichtert der Hersteller somit dem Planer die eigene Berechnung. Auf Wunsch betreuen die Ingenieure aber auch das jeweilige Bauprojekt und bieten mit Berechnungen und Detailzeichnungen Unterstützung bei der Bemessung der Bewehrung.



Für die Bemessung der glasfaserverstärkten Kunststoffbewehrung „ComBAR“ bietet Schöck umfangreiche Konzepte und Beispiele – sowie ein eigens entwickeltes Bemessungsprogramm. Foto: Schöck Bauteile GmbH

Bemessungsspannung von 130 N/qmm entwickelt. Somit beträgt der Bemessungswert der Querkraft für den Bolzen mit einem Durchmesser von 16 mm 26 Kilonewton und für Bolzen mit 32 mm Durchmesser 105 Kilonewton. Traditionelle Bügel oder gebogene Formen sind als Schubbewehrung bedingt möglich. Diese können jedoch nur im Werk vorgefertigt werden. Um die Funktionalität und Dauerhaftigkeit zu gewährleisten, wird die Bewehrung zudem auf ihre Gebrauchstauglichkeit geprüft. Für mit ComBAR bewehrte Bauteile müssen die Spannungen in den Materialien, die kurz- und langfristige Verformung sowie Rissbreiten und Stababstände nachgewiesen werden. Wegen des im Vergleich zu Betonstahl geringen E-Moduls muss die Begrenzung von Durchbiegungen und Rissbreiten am Bauwerk besonders beachtet werden. Der Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit darf nach DIN 1045-1 und EC2 erbracht werden.

Erdreich in den Schlitz eindringt. Nach Einbringen des Bewehrungskorbes wird sie dann im Kontraktorverfahren durch Beton ersetzt. Für die Bemessung einer Schlitzwand stellt der Hersteller beispielhaft eine Berechnung zur Verfügung: Bei dem vorgestellten Projekt wird der Teil einer Schlitzwand, der mit der Tunnelbohrmaschine durchörtert wird, mit ComBAR bewehrt. Ausschlaggebend für den Einsatz der GFK-Bewehrung ist die Zerspanbarkeit des Materials. Durch die leichte Zerspanbarkeit ist Durchbohren und Durchschneiden problemlos möglich. Im Vergleich zur Stahlbewehrung sind Tunnelbohrungen somit wesentlich einfacher, da die GFK-Bewehrung kein Anhalten der Tunnelbohrmaschine vor der Schlitzwand erforderlich macht. Im Falle einer Stahlbewehrung muss der Beton manuell gelöst werden und die Stahlbewehrung herausgebrannt werden, um den Kopf der Tunnelbohrmaschine nicht durch den Betonstahl zu gefährden. Das Bemessungskonzept der Schlitzwand