

# 1. Einleitung

Stahlbetonteile werden für eine vorgegebene Belastung statisch berechnet und entsprechend hergestellt. Verschiedene Umstände können im Zuge der fortschreitenden Lebensdauer des Bauwerkes dazu führen, dass die ursprünglichen Annahmen für die Baustatik nicht mehr gelten:

- Nutzungsänderung des Bauwerks
- Alterung der Baustoffe
- Korrosion der Bewehrungseinlage
- Erdbeben / Brandfall / Explosionen
- geänderte Normen bezüglich Tragsicherheit bzw. Belastungsannahmen usw.

Für die Ausarbeitung eines umfassenden Instandsetzungskonzeptes muss eine Bestandsaufnahme durchgeführt werden. Zur statischen Nachverstärkung von Stahlbetonbauteilen stehen grundsätzlich die folgenden Möglichkeiten zur Verfügung:

- Anbetonieren oder Spritzbeton mit Zusatzbewehrung
- Eingeschlitzte Bewehrung
- Externe Vorspannung
- Nachträgliches Einbauen von Stützen resp. Unterzügen
- Klebebewehrung aus Stahl

**Als Alternative bietet sich die Verstärkung mit Faserverbundwerkstoffen FRP (Fibre Reinforced Polymer) an.**

# 2. FRP Verstärkungssysteme

Bewehrungsstahl und Faserverbundwerkstoffe haben unterschiedliche Werkstoffverhalten. Während sich Betonstahl ideal elastisch-plastisch verhält, sind sämtliche FRP Systeme linearelastische Werkstoffe. Dieser Eigenschaft ist bei der Planung und Bemessung Rechnung zu tragen.

Bei einem Faserverbundwerkstoff FRP werden Ausgangsfasern in eine Polymer-Matrix eingelegt. Die Ausgangsfasern können uni-direktional oder bi-direktional im Faserverbundwerkstoff angeordnet sein. FRP Verbundwerkstoffe werden als Verstärkungselemente für bestehende Bauteile eingesetzt.

## Faser-Gelege

### ***Uni-direktionale Anordnung:***

Die Verstärkungsfasern werden auf ein Traggitter aufgeklebt und als Gelege angeliefert.

Bei einem Gelege sind die Fasern gestreckt angeordnet, dadurch können die Fasern sofort Kraft aufnehmen. Sie eignen sich zur Erhöhung der Tragfähigkeit eines Bauteiles.

## **Faser-Gewebe**

### ***Bi-direktionale Anordnung:***

Die Verstärkungsfasern sind bi-direktional angeordnet. Die Herstellung erfolgt im Webevorgang.

Im Gewebe sind die Fasern herstellungsbedingt leicht gewellt angeordnet. Entsprechend eignen sich diese Produkte nicht zur Erhöhung der Tragfähigkeit eines Bauteiles. Gewebe werden idealerweise zur Erhöhung der Duktilität eines Bauteiles verwendet. Die Verstärkungsfaser muss bei einer Kraffteinwirkung zuvor gestreckt werden bevor diese grössere Kräfte aufnehmen kann.

## **FRP Verstärkungssysteme aus Geweben resp. Gelegen**

Als Matrix zur Kraftübertragung von Gelegen resp. Geweben kommen kalt aushärtende oder thermisch aushärtende Epoxydharze zum Einsatz.

### ***Kalt aushärtende Epoxydharz Matrix:***

Gelege resp. Gewebe bis 400 g/m<sup>2</sup> Flächengewicht werden trocken appliziert (dry lay up/ Trockenverfahren).

Das heisst: Das kalt aushärtende Epoxydharz wird am Bauteil aufgetragen, anschliessend wird das trockene Gelege/Gewebe mit Hilfe eines speziellen Laminierrollers in die Matrix eingearbeitet.

Gelege resp. Gewebe von 400 – 800 g/m<sup>2</sup> Flächengewicht werden nass appliziert (wet lay up/Nassverfahren).

Das heisst: Das zuvor im Epoxydharz getränkte Gelege/Gewebe wird im nassen Zustand auf das Bauteil appliziert.

Für das Nassverfahren wurde die S&P Imprägniermaschine entwickelt. Durch Anpresdruck ist eine einwandfreie Vorimprägnierung des S&P Sheets gewährleistet.

### ***Thermisch aushärtende Epoxydharz Matrix:***

Gelege bzw. Gewebe werden im Herstellwerk in einem thermisch aushärtendem Epoxydharz getränkt und gekühlt ausgeliefert. Nach der Applikation am Bauteil wird das Epoxydharz, durch Zufuhr von Hitze, thermisch ausgehärtet. Diese Auslieferungsform der Gelege bzw. Gewebe die vorwiegend in der Flugzeug- und Sportindustrie verwendet wird, bezeichnet man als Prepreg. Bei der Bauwerksverstärkung werden Prepreg üblicherweise nicht eingesetzt.

## **Vorgefertigte FRP Lamine**

FRP Fasern werden bereits im Herstellwerk in einer Matrix getränkt, thermisch ausgehärtet und als vorgefertigtes Composite (Laminat) auf der Baustelle angeliefert. S&P bietet uni- sowie bi-direktionale Lamine je nach Einsatzgebiet an. Die bekanntesten Lamine welche in der Bauwerksverstärkung eingesetzt werden sind die S&P Lamellen CFK.