

Dauerhafte Verstärkung mit AR-Glasfasern



Für den Neubau eines 2100 m langen Entwässerungskanal in einem militärisch genutztem Gelände wurde ein Transportbeton eingesetzt, der mit einem Fasermix aus integralen, hochfesten AR-Glasfasern und einem Anteil multifiler Polypropylenfasern konstruktiv bewehrt wurde. Alle verwendeten Fasern besitzen Eine Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des DIBt als Betonzusatzstoff und dürfen deshalb für einen normgerechten Beton nach DIN 1045 / EN 206 verwendet werden.

Bauaufsichtlich zugelassene textile Fasern bieten folgende Vorteile:

- Fasern verteilen sich homogen im Beton, schwächen den Querschnitt nicht und verursachen keine Sollbruchstellen.
- Fasern erhöhen die Grünstandsfestigkeit, sodass sie für die maschinelle Verarbeitung gut geeignet sind.
- Fasern sind einfach zu verarbeiten. Sie werden direkt in den Mischer gegeben und verteilen sich problemlos.
- Fasern für die konstruktive Bewehrung von Beton sind feiner als Menschenhaare, sodass auch in Mikrobereichen Bewehrungsfasern anzutreffen sind. Dadurch wird der Reißwiderstand erheblich erhöht.
- AR-Glasfasern und Kunststofffasern korrodieren nicht wie Stahl und können direkt an der Oberfläche liegen.
- Fasern bieten wirtschaftliche Vorteile, wenn in der Kalkulation Logistik, Handling auf der Baustelle und Qualität des Gewerks Berücksichtigung finden.

Der Entwässerungskanal wurde mit einem Gleitschalenfertiger erstellt, welcher aufgrund der knappen Zeitvorgabe aber auch aus wirtschaftlichen Überlegungen zum Einsatz kam. Etwa 100 lfdm wurden täglich betoniert, sodass der 2100 m lange Kanal nach einer reinen Betonierzeit von nur einem Monat fertig gestellt werden konnte.

Das Bauwesen ist ein in vielen Bereichen konservativ geprägter Industriezweig. Viele Tätigkeiten werden noch von Hand ausgeführt. Der verstärkte Einsatz von Baumaschinen und Geräten könnte die Arbeit für den Menschen erleichtern und auch zur Kostenreduzierung führen. Jedoch sind dafür Entwicklungen auf Seiten der Maschinenindustrie aber vor allem ein Umdenken bei den eingesetzten Baustoffen erforderlich.

So werden beispielsweise zusätzliche Stahlmatten als konstruktive Bewehrung zur (rechnerischen) Beschränkung der Rißbreiten eingesetzt.

Als wesentlich effektiver zur Vermeidung von Rissen hat sich der Einsatz von hochfesten AR-Glasfasern erwiesen. Bei etwa gleichen Rohstoffkosten bietet der Einsatz von textilen Fasern erhebliche Vorteile :

- hohe Grünstands- und Kantenfestigkeit
- Erhöhung der Biegezugfestigkeit
- dauerhafte Verstärkung
- optimale Qualität durch Minimierung der Risse
- Möglichkeit maschineller Verarbeitung

Der Zeitrahmen und die Mittel für Kanal-Projekt waren eng begrenzt. Daher wurden vom beauftragten Tiefbauunternehmen Paul Gessner, Pohnholz verschiedene Fertigungsmethoden analysiert und kalkuliert. Nach einer herkömmlichen Methode hätte der Schalungsbau den Großteil der Kosten verschlungen und auch die Zeitvorgabe hätte nicht eingehalten werden können.

Die ausgesprochen kurze Bauzeit von 3 Monaten war nur durch den Einsatz eines Gleitschalenfertigers einzuhalten. Diese Entscheidung hatte wiederum Einfluss auf die Art der Bewehrung. Eine herkömmliche Bewehrung war nicht möglich, Stahlfasern fanden aufgrund des Rostes, der an den an der Oberfläche befindlichen Fasern entstehen kann, keine Zustimmung durch den Bauherrn und so kamen ein Fasermix aus vorwiegend hochfesten, alkaliwiderstandsfähigen textilen Glasfasern als konstruktive Bewehrung zum Einsatz.

Von Betotech in Nabburg wurde in Zusammenarbeit mit dem Faserspezialisten OSTRAKON Baustofftechnologie, eine Rezeptur entwickelt, die sich problemlos mit dem Gleitschalenfertiger verarbeiten ließ, eine optimale Betonoberfläche gestattete und zu ausreichender Festigkeit führte. Dabei konnte man auf die guten Erfahrungen zurückgreifen, die ein Jahr zuvor bei der Fertigung der Umfassungswände von zwei Regenrückhaltebecken gesammelt werden konnten.

Polypropylenfasern haben eine Dichte von $0,91 \text{ g/cm}^3$, sodass bei gleicher Einwaage gegenüber AR-Glasfasern die dreifache Fasermenge vorliegt. Aufgrund des niedrigen E-Moduls sind sie nur temporär während der Erhärtungsphase wirksam, verhindern aber effizient das Entstehen von Frühschwindrissen und tragen zur Erhöhung der Schlagfestigkeit bei.

Die alkaliwiderstandsfähigen AR-Glasfasern besitzen eine hohe Zugfestigkeit, die der von Stahl entspricht, verhindern fein verteilt in der Betonmatrix, Risse und führen zu einer Erhöhung der Biegezugfestigkeit bei Zugabemengen größer $2,5 \text{ kg/m}^3$. AR-Glasfasern gemäß DIN 1259-1 haben einen hohen Zirkonanteil, der sie vor dem Alkaliangriff durch den Zement schützt, sodass sie dauerhaft verstärkend wirken.

Die für den Betonzusatzstoff "ConcreTex MIX AP" verwendeten AR-Glasfasern liegen in Form von Faserbündeln mit etwa 100 Einzelfilamenten vor. Durch Kapillarkräfte binden die Bündel das Wasser, das erst allmählich an die Umgebung abgegeben wird. Dadurch wird die Grünstandsfestigkeit erhöht und das Feuchtreservoir stellt in Form einer inneren Nachbehandlung dem Zement über einen längeren Zeitraum Wasser zur Nachhydratation zur Verfügung.

Sowohl die verwendeten alkaliwiderstandsfähigen textilen Glasfasern als auch die multifilen PP-Fasern besitzen eine Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung vom Deutschen Institut für Bautechnik in Berlin, welche die Grundlage darstellt für die Verwendung der Fasern als Zusatzstoff für normgerechte Betone nach DIN 1045 / EN 206.

Es kam ein Gleitschalenfertiger „Gomaco Comander“ zum Einsatz. Das schalungstechnisch schwierige Profil mit zusätzlich zur Kanalmitte geneigten Grundflächen und den seitlichen Aufkantungen wurde über Formteile an der Materialaustrittsöffnung der Baumaschine hergestellt.

Im nahe gelegenen Transportbetonwerk Parsberg wurde der Fasermodifizierte Beton (FMB) hergestellt, im Fahrmischer zur Baustelle gebracht und über ein Band direkt in den Fertiger gefördert.

In nur 30 Tagen wurde der Kanal mit einer Länge von 2100 m gezogen, die tägliche Betonierzeit betrug durchschnittlich 6 Stunden bei einem Vortrieb von 60 - 140 lfdm. Im Zyklus von 30 Minuten wurden rund 9 m^3 Beton verbaut. Die gesamte Bauzeit betrug 3 Monate.



Im ersten 1400 m langen Bauabschnitt wurde der neue trogförmige Kanal in den natürlichen Bachlauf verlegt



Im zweiten Bauabschnitt wurde der neue Kanal in das vorhandene 700 m lange marode Gerinne verlegt



Elegant und nahezu Unauffällig wurde das Betongerinne dem natürlichen Geländeverlauf angepasst