

Von Dipl.-Ing. Thomas Friedrich

Dichte Betonkonstruktion – mit Hilfe von alkaliresistenten Glasfasern

1. Einleitung

Beton wandelt seine Fähigkeiten von der bisherigen Eigenschaft, außerordentlich gut Druckkräfte zu übertragen zu einem multifunktionalen Werkstoff. Dazu gehört auch die Eigenschaft, gegenüber beaufschlagenden flüssigen Medien ausreichend dicht zu sein. I.d.R. sind unter den flüssigen Medien vornehmlich Wasser oder auch wassergefährdende Stoffe, wie z.B. Öle, Chemikalien etc. zu verstehen.

Während man früher die einzelnen Funktionen einer Konstruktion jeweils einem separaten Werkstoff zugewiesen hat, ist man heutzutage der Ansicht, mehrere Funktionen von einem einzigen Werkstoff abdecken zu lassen. Eine Konstruktion erfüllte ihre Tragfähigkeit mit dem Stahlbeton alleine und ihre Dichtigkeit mit einer speziell angebrachten Abdichtung. Die Erfahrungen über die vergangenen Jahre haben jedoch gezeigt, dass insbesondere derartige Zweikomponentenkonstruktionen erhebliche Schwächen und Mängel aufweisen. Eine dauerhafte Funktionsfähigkeit für mehrere Belange ist somit in Frage gestellt. Beispielsweise werden Abdichtungen durch mechanische Beanspruchungen vielfach

beschädigt und verlieren somit ihre Wirksamkeit. Im Zusammenhang mit Konstruktionen im Wasser (z.B. Keller-geschosse im Grundwasser) spricht man bei Bauteilen mit Abdichtungen von einer so genannten schwarzen Wanne in Anlehnung an die oftmals schwarze Abdichtung auf der Außenseite. Im Gegensatz dazu ist heutzutage die Bauweise mit dem Begriff der weißen Wanne ohne jegliche Abdichtung gefragt, bei der „weiß-grauer Beton“ die Funktion der Tragfähigkeit und zugleich der Dichtigkeit übernimmt.

Der Anwendungsbereich ist vielfältig von der einfachen Kellerkonstruktion im Grundwasser über Becken und Behälter für den Umweltschutz bis zu abdichtungsfreien Parkflächen.

2. Anforderungen an dichte Betonkonstruktionen

Um das Ziel einer dichten Betonkonstruktion zu erreichen, sind spezielle Anforderungen zu erfüllen. Das Spektrum an Anforderungen ruft nach einem ebensolchen Maßnahmenkatalog. Die erfolgversprechende Wirkung lässt sich i.d.R. nur mit einer Vielzahl von Maßnahmen erzielen. Erforderlich sind sowohl materialtechnologische, als auch bemessungstechnische

und konstruktive Maßnahmen. Die Anforderungen lassen sich wie folgt charakterisieren [Bild 1]:

2.1 Eindringtiefe:

Für den Werkstoff Beton ist nachzuweisen, dass sein Gefüge ausreichend dicht ist, um die Eindringtiefe auf ein unbedenkliches Minimum zu reduzieren.

2.2 Rissbreiten:

Die durch Zwang und Last entstehenden Risse müssen entsprechend der Zielsetzung auf ein konkretes Mass reduziert werden, um ein Eindringen oder Durchdringen der Flüssigkeit zu verhindern.

2.3 Konstruktive Details:

Infolge des Bauablaufs entstehen Fugen zwischen Bauabschnitten und zwischen einzelnen Bauteilen wie z.B. Bodenplatte und Wand. Insbesondere diese Nahtstellen sind mit größter Sorgfalt auszuführen, um anfällige Leckstellen zu vermeiden. Auf Öffnungen und Durchführungen in den einzelnen Bauteilen ist zu achten, da diese ebenso wie die Fugen gegen Undichtigkeit äußerst anfällig sind.

Wie eingangs erwähnt, ist den jeweiligen einzelnen Punkten die entspre-

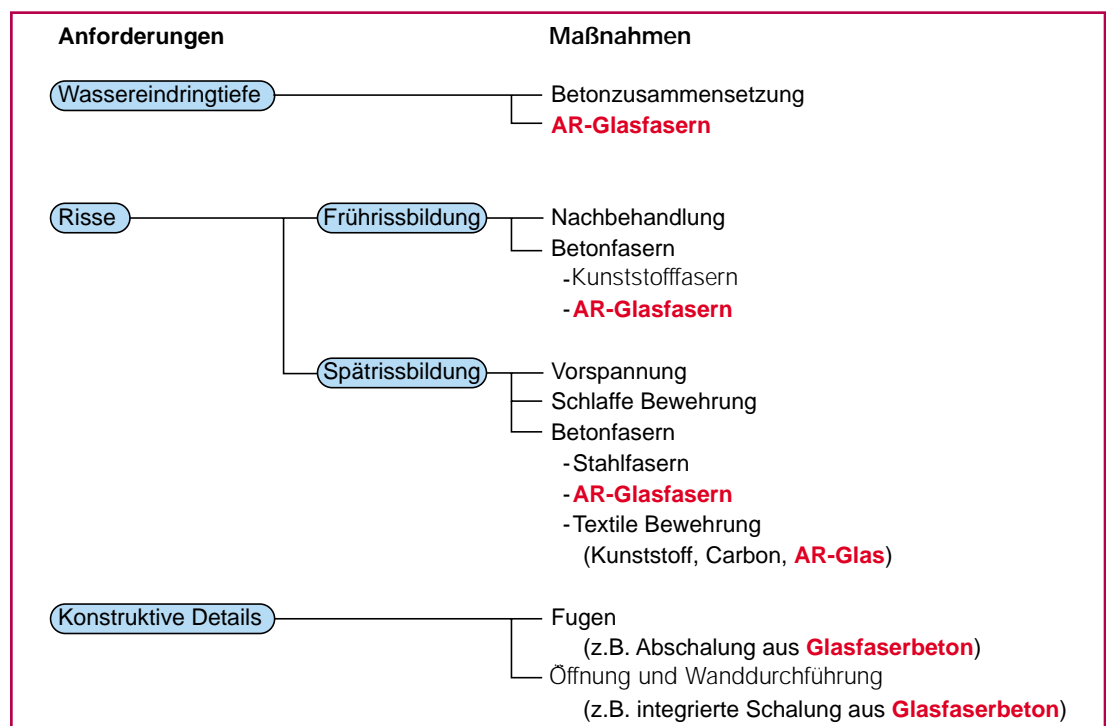


Bild 1:
Anforderungen
und Massnahmen
für dichte Beton-
konstruktionen

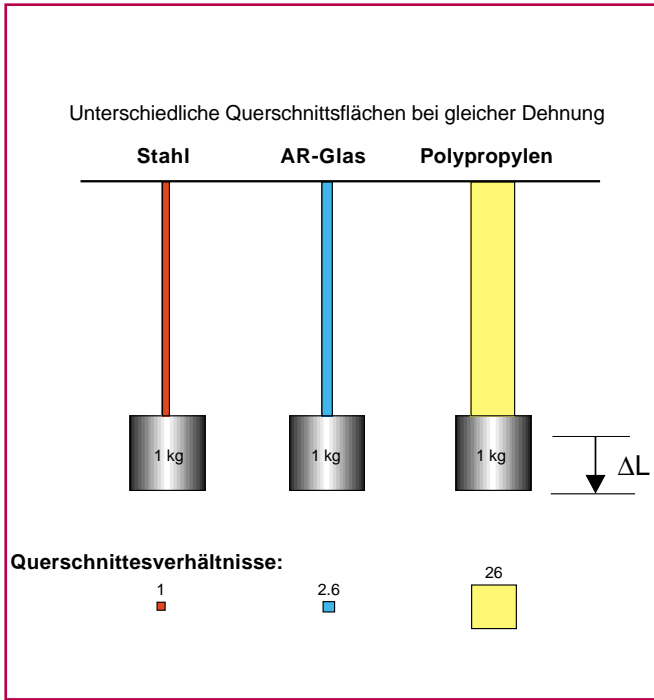


Bild 2:
Verhältnis der Elastizitätsmoduli verschiedener Fasertypen

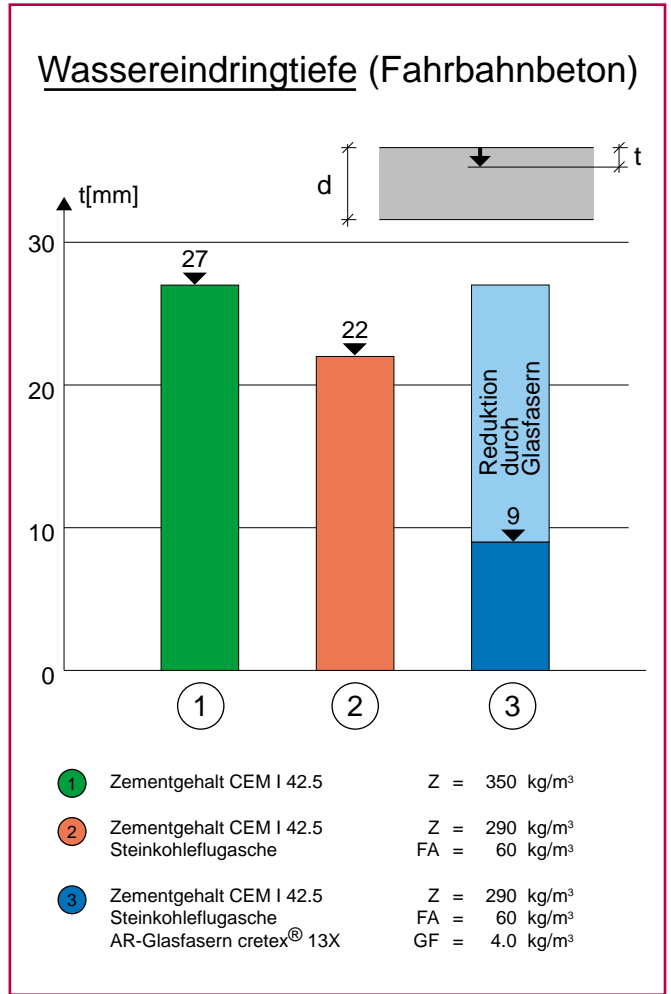


Bild 3:
Wassereindringtiefe für verschiedene Betonrezepturen

chende Beachtung zu schenken, um ein gesamthaft dichtes Bauwerk zu erhalten. Ein Bauwerk kann nur durch eine komplette Problemlösung einwandfrei funktionsfähig gemacht werden.

3. Maßnahmen zur Erfüllung der Anforderungen

Gemäß dem aktuellen Stand der Technik lassen sich verschiedene Maßnahmen anwenden, um die einzelnen Anforderungen zur Erzielung einer dichten Konstruktion zu erfüllen. Große Bedeutung hat jedoch der Einsatz der Betonfasertechnik, die als Ergänzung zur bisherigen Beton- und Bewehrungstechnik wertvolle Unterstützung bieten kann. Oftmals lassen sich die hochgestellten Anforderungen mit den bisherigen Methoden überhaupt nicht, oder nur mit erhöhten Aufwand erzielen,

um somit unwirtschaftlich zu werden. Hier bietet die Betonfasertechnik Unterstützung und Möglichkeiten für eine effiziente und zugleich wirtschaftliche Bauweise.

In der Fasertechnik unterscheidet man derzeit vorwiegend drei Typen von Fasern, nämlich Stahl-, Kunststoff- und AR-Glasfasern. Gemäß dem allgemeinen Sprachgebrauch sind Kurzfasern mit maximalen Faserlängen von bis zu 60 – 100 mm angesprochen. Ergänzend dazu sind jedoch auch Fasern der letzten beiden Typen zu textilen Bewehrungen konfektionierbar, um innerhalb des Bauteils entsprechend positioniert, eine weitaus größere Wirkung als die Kurzfasern zu entfalten.

Zur Beurteilung der Wirksamkeit der einzelnen Fasertypen im Beton wäh-

rend der Erhärtungsphase und erhärtetem Zustand sind folgende Kenngrößen aussagekräftig:

A) Elastizitätsmodul des Materials:

Die Effizienz der Fasern im Beton hängt davon ab, um wie viel der Elastizitätsmodul des Fasermaterials denjenigen des Betons übersteigt. Je größer der E-Modul der Faser, umso mehr beteiligt sich diese an der Kraftaufnahme und entlastet den Beton. Ein Vergleich der Elastizitätsmoduli der drei Fasertypen zeigt deutlich auf, welcher Faserquerschnitt erforderlich ist, wenn die gleiche Kraft bei gleicher Dehnung aufgenommen werden muss [Bild 2].

Zu beachten bleibt die Tatsache, dass der E-Modul des Betons mit der Erhärtung anwächst, somit können auch die Kunststofffasern mit ihrem äußerst niedrigen E-Modul in der Anfangsphase Wirkung entfalten.

B) Anzahl der einzelnen verarbeitbaren Fasern:

Um den Zementstein zwischen den Zuschlagskörnern optimal in alle Richtungen zu verstärken, ist eine flexible Faser in großer Anzahl erforderlich.

	Einheit	Stahl	Kunststoff	AR-Glas
E-Modul	MN/m ²	200'000	≈8'000	74'000
E-Modul/E-Modul (Beton)	Faktor	5.70	0.23	2.10
Anzahl Fasern	per g	22	63'000	215'000
Oberfläche	m ² /kg	1.0	125	115

Tabelle 1: Kennwerte einzelner Fasertypen



Bild 4: Plattform eines Anlegestegs für eine Autofähre

C) Oberfläche der Fasern:

Um den Verbund zwischen den Fasern und der Zementsteinmatrix optimal sicher zu stellen, ist eine große Faseroberfläche erforderlich.

Den Vergleich der drei genannten Fasertypen im Hinblick auf die vorgenannten Kriterien ist der **Tabelle 1** zu entnehmen. Daraus lässt sich der jeweilige Einsatzbereich der verschiedenen Fasertypen ablesen. Es entscheidet nicht allein der Elastizitätsmodul über die Kraftaufnahme im Beton, sondern diese Kraft muss auch über die Querschnittsfläche der Fasern aufgenommen werden und über eine entsprechende Verbundfläche vom Beton auf die Faser übertragen werden.

3.1 Eindringtiefe

Um einen wasserundurchlässigen Beton (wu-Beton) herzustellen, ist eine spezielle Betonzusammensetzung von

maßgebender Bedeutung. Die DIN 1045 regelt die Mindestanforderungen in Bezug auf Kornaufbau und Zementmenge. Erfolgreich sind auch andere Matrixzusammensetzungen, insbesondere wenn es sich um den Hochleistungs-beton handelt, mit dem außer hohen Festigkeiten auch dichter Beton herstellbar ist.

Nachweislich reduziert auch eine AR-Glasfaser, bereits in geringer Dosierung die Eindringtiefe erheblich. Untersuchungen an Straßenbetonplatten und Betonbelägen haben für unterschiedliche Rezepturen ergeben, dass insbesondere die AR-Glasfaser einen großen Anteil an der Reduktion der Eindringtiefe hat **[Bild 3]**. Übliche Betonrezepturen lassen sich im Hinblick auf die Eindringtiefe markant verbessern, indem geringe Dosierungen an AR-Glasfasern beigemischt werden. Die Betonoberflächen werden damit nicht nur dicht, sondern verbessern sogleich

die Abriebfestigkeit und die Schlagzähigkeit. Das sind beides gefragte Eigenschaften bei Konstruktionen, die ohne weiteren Schutz den diversen Einwirkungen ausgesetzt sind.

Ausgeführte Objekte:

Für die Schiffsanlegestelle einer Autofähre wurde die Plattform nach diversen Schäden am Belag erneuert. Auf Grund der schlechten Erfahrungen mit dem Schwarzbelag hat man sich entschieden, die Erneuerung mit einem Betonbelag auszuführen. Die großen Flächen waren bis auf die durch den Bauablauf bedingten Arbeitsfugen fugenlos auszuführen. An den Betonbelag wurden die entsprechenden Anforderungen wie geringe Eindringtiefe, hohe Abriebfestigkeit und geringe Rissbildung gestellt. In Vorversuchen wurden verschiedene Rezepturen auf die gestellten Anforderungen hin getestet. Die Betonrezeptur mit einer geringen Dosierung an AR-Glasfasern hat sich als äußerst erfolgreich erwiesen und ist in dem Bauwerk **[Bild 4]** eingebaut worden.

3.2 Rissbildung

Um die Rissbildungen erfolgreich mit entsprechenden Maßnahmen kontrollieren zu können, gilt es zu unterscheiden zwischen den einzelnen Phasen der Rissentstehung. Gemäß diversen Untersuchungen unterscheidet man zwischen Rissen, die sich in der Phase des jungen Betons bilden und solchen, die im erhärteten Beton entstehen **[Bild 5]**. Während die Frürrissbildung hauptsächlich durch Zwangseinwirkungen, wie z.B. Fröhschwinden oder Abfließen der Hydratationswärme entsteht, bilden sich die Spätresse infolge Einwirkungen sowohl aus Zwang als auch aus Lasten wie z.B. Eigengewicht und Verkehrslasten. Entsprechend dem Entstehungszeitpunkt sind unterschiedliche Maßnahmen anzuwenden.

3.2.1 Frürrissbildung

Risse entstehen, indem die Einwirkungen größer als die Widerstände sind. Um dies zu vermeiden, kann man entweder die Einwirkungen reduzieren, oder die Widerstände vergrößern. Da die den Widerstand beeinflussende Stahlbewehrung im frühen Betonalter wirkungslos bleibt, blieb vorderhand nur die Möglichkeit, die Einwirkungen infolge Zwang zu reduzieren. Um insbesondere das frühe Austrocknen zu verhindern und den Temperaturgradienten infolge Hydratationswärme niedrig zu halten, ist eine frühzeitige und lange Nachbehandlung des

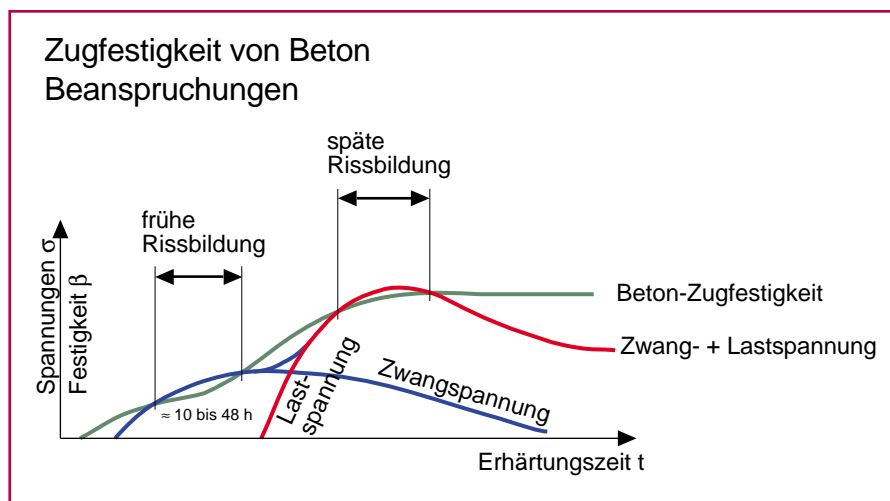


Bild 5: Rissbildungsphasen in Funktion des Erhärtungszustands

Bild 6:
Rissbilder an
Versuchsplatten
mit verschiedenen
Bewehrungs-
konzepten

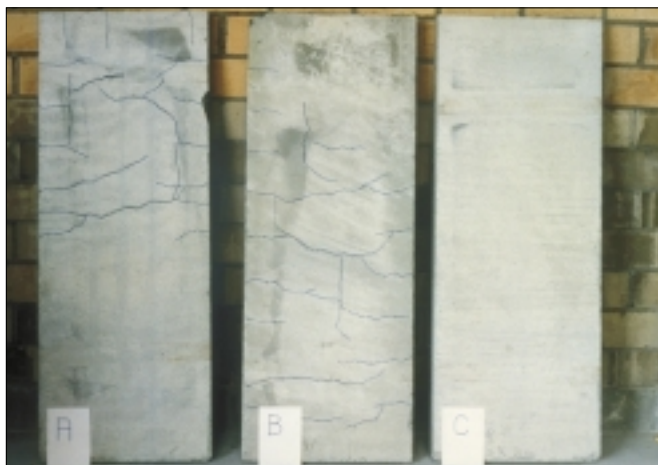


Bild 7:
Fugenlose
Bodenplatte
mit Einbauten



Betons angesagt. Dazu gehört das Abdecken und Bewässern der Oberflächen, sowie der lange Verblieb des Betons in der Schalung. Diese Maßnahmen sind aufwendig in Bezug auf Zeit und Kosten und stören den gesamten Bauablauf erheblich.

Einfacher und wirtschaftlicher lassen sich die gleichen Ergebnisse unter Verwendung von Fasern erzielen. Im Gegensatz zu den vorgenannten Maßnahmen wird bei diesem Vorgehen der Widerstand derart vergrößert, dass die Zwangseinwirkungen keine Risse verursachen. Eine Stahlfaser kann auf Grund ihrer Abmessungen analog der Stahlbewehrung in der frühen Phase keine Wirkung entfalten. Kunststofffasern zeigen nur Wirkungen auf Grund der Tatsache, dass der junge Beton einen niedrigeren Elastizitätsmodul aufweist. Die größte Wirkung aller Fasertypen zeigt die AR-Glasfaser dank ihrer selbst bei geringer Dosierung großen Faseranzahl und ihrem hohen E-Modul. Die AR-Glasfasern verhindern im frühen Stadium die Mikrorissbildung und verleihen dem Beton von Beginn an ein homogenes und somit ungeschädigtes Gefüge.

Versuche und ausgeführte Objekte:

Versuche an Plattenstreifen mit unterschiedlichen Bewehrungskonzepten sollten deren Einfluss auf die Rissbildung in der frühen Phase aufzeigen. Der Beton wurde gezielt mit einem hohen W/Z-Gehalt eingebaut und auf eine übliche Nachbehandlung verzichtet. Im Gegenteil, die freie Oberfläche wurde einer schnellen Austrocknung durch einen konstanten Luftstrom ausgesetzt. Sowohl der unbewehrte (Platte A) als auch der mit einer Stahlmatte bewehrte (Platte B) Plattenstreifen zeigten ein ausgeprägtes Rissbild. Nur bei dem mit einer geringen Dosierung an AR-Glasfaser bewehrten Plattenstreifen ließen sich keinerlei Risse nachweisen [Bild 6].

Für die Waschstraße einer Auto- waschanlage wurde eine Fläche von $44.60 \times 19.80 \approx 850 \text{ m}^2$ fugenlos erstellt. Innerhalb dieser Fläche liegen die Einbauten der beiden Rinnen, die monolithisch mit Bodenplatte verbunden sind. Die Fläche wurde in einem Arbeitsgang eingebaut und die Oberfläche direkt geglättet. Während die Halle über der Platte bereits stand, war ein Teil der Seitenwände während der

Betonierphase noch offen, so dass die Zugluft die Oberfläche der Platte durch schnelles Austrocknen schädigen konnte. Eine Nachbehandlung durch Abdecken der Oberfläche ließ sich bei der großen Fläche aus baupraktischen Gründen nicht realisieren. Daher entschloss man sich, dem Frischbeton eine geringe Dosierung von AR- Glasfasern beizumischen, um die Rissbildung im frühen Stadium auch ohne eine aufwendige Nachbehandlung auszuschließen [Bild 7].

In Kombination mit der schlaffen Bewehrung hat die geringe Faserdosierung mit AR-Glasfasern einen wirkungsvollen Beitrag geliefert, um fugenlos und rissearm bauen zu können. Denn die AR-Glasfasern verhindern die Früh- rissbildung und in Kombination mit der entsprechend dimensionierten schlaffen Bewehrung reduziert sie die Rissbildung im erhärteten Beton.

3.2.2 Spät- rissbildung

Risse im erhärteten Beton entstehen vorwiegend durch Einwirkungen in Form von Lasten, aber auch durch Zwangseinwirkungen, indem Verformungen aus Langzeitschwinden und Temperatur behindert werden. Selten gelingt es, Bauteile so zu lagern, dass die Verformungen ungehindert sich entfalten können. An der Tagesordnung sind Bauteile, die durch den Untergrund (z. B. Bodenplatten) oder andere Bauteile (Wände und Decken mit steifen Einbauten) behindert sind.

In der Regel lassen sich die durch die Last- bzw. Zwangseinwirkung erzeugten Verformungen nur durch Risse aufnehmen, es sei denn man überdrückt den Betonquerschnitt mit Vorspannung. Mit der Vorspannung wird eine Druckkraft in das Bauteil eingetragen, deren zugehörige Druckspannung erst von Zugspannungen der äußeren Einwirkungen aufgebraucht werden muss, bevor die Zugfestigkeit des Materials erreicht wird. Entscheidet man sich nicht für den eleganten Weg der Vorspannung, bleibt nur die Möglichkeit, die Verformungen über eine Vielzahl von Rissen aufzunehmen. Erstrebenswert ist die Ausbildung einer großen Anzahl von Rissen, um bei den einzelnen Rissbreiten ausreichend klein zu bleiben. Kleine oder kleinste Rissbreiten sind weniger bedenklich im Hinblick auf Aussehen, Eindringen von Flüssigkeiten und Korrosion der eingebetteten Bewehrung. Entsprechend der angestrebten Nutzung des Betonbauteils werden die zu erwartenden Rissbreiten vorgängig festgelegt. Heut-

Bild 8:
Fugenlose
Bodenplatte mit
Vorspannung

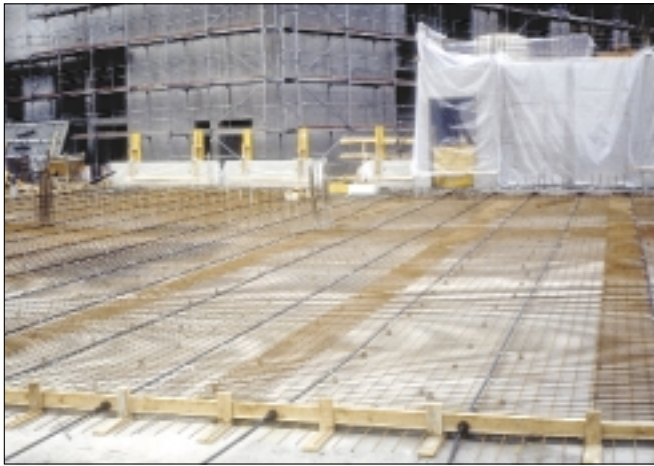


Bild 9:
Fugenlose
Lastverteilplatte
auf Dämmschicht



zutage versucht man diese vorgegebenen Rissbreiten mit einer entsprechenden Menge an schlaffer Bewehrung weitgehend zu kontrollieren. Je mehr Stahlfläche für die Einwirkungen zur Verfügung steht, je geringer ist die Stahlspannung und damit die Verformungen im Rissufer und daraus resultiert eine kleine Rissbreite. Diese Vorgehensweise führt jedoch bei hohen Anforderungen zu außerordentlich hohen Bewehrungsgehalten und zu unwirtschaftlichen Konstruktionen. Abgesehen von der Möglichkeit, dieses Problem elegant mit einer Vorspannung zu lösen, bietet sich die Kombination aus schlaffer Bewehrung und Fasern an. Die Fasern übernehmen bei diesem Verbundbaustoff die Feinverteilung der Risse in Ergänzung zu der Rissverteilung durch die eingebaute schlaffe Bewehrung. Versuche an festen Fahrbahnen für die Eisenbahn haben ergeben, dass für den fugenlosen Endlosstrang die Rissbreiten durch eine Stahlfaserbewehrung reduziert werden konnten. Analog verhält sich die AR-Glasfaser dank ihres hohen E-Moduls und der grossen Oberfläche zum Verbundaufbau mit der Zementsteinmatrix. Bedeutend effizienter ist eine textile Bewehrung zu betrachten,

die an der Bauteiloberfläche die Feinverteilung der Risse gezielter vornehmen kann. Die durch die schlaffe Bewehrung vorgegebene Rissbreite mit zugehörigem Rissabstand wird durch die textile Bewehrung weiter verteilt, um zu einem feinen Rissbild und damit zu geringeren Rissbreiten zu gelangen.

Ausgeführte Objekte mit Vorspannung und AR-Glasfasern:

Wie erwähnt lassen sich mit der Vorspannung die Risse gänzlich vermeiden. Je nach Anforderung sind rissfreie Konstruktionen gefragt. Um die Vorspannung aufbringen zu können, muss jedoch die Betonfestigkeit einen minimalen Wert erreicht haben. Bis zu diesem Zeitpunkt kann eine Rissbildung, und insbesondere die Frührisbildung (s. Abschnitt 3.2.1) ungehindert stattfinden.

Deshalb ist es von großer Bedeutung, diese Phase durch eine Faserbewehrung aus AR-Glasfasern soweit zu sichern, dass keine Risse entstehen. AR-Glasfasern in Kombination mit der Vorspannung führt zu rissfreien und damit dichten Konstruktionen. Gemäß den Anforderungen waren große Flächen an Bodenplatten fugenlos

auszuführen. Zudem sollten die dünnen Platten ($d = 15 \text{ cm}$) auch keine Risse aufweisen. Die Gesamtfläche der Bodenplatten hat ein Ausmaß von ca. 80.000 m^2 . Die einzelnen Platten hatten Abmessung von bis zu 230 m . Dank der Vorspannung konnten diese Flächen fugenlos und rissfrei ausgeführt werden [Bild 8].

Die Decke einer Hallenkonstruktion wird mit PKW befahren. Nur durch eine weitere Stahldachkonstruktion geschützt, ist sie jedoch der Außenluft ausgesetzt. Bedingt durch die Nutzung der Halle wird kontinuierlich Wärme und Feuchtigkeit erzeugt. Somit musste die Deckenkonstruktion gedämmt werden. Eine unterseitige Dämmung der Stahlbetondecke schied jedoch aus. Um die Befahrbarkeit der oberseitig angebrachten Dämmlage zu gewährleisten, war somit eine Druckverteilplatte erforderlich, an die zudem bei der direkten Befahrbarkeit hohe Dichtungsanforderungen gestellt waren.

Die dünne Plattenkonstruktion ($d=14\text{cm}$) aus Beton liegt fugenlos über einem Bereich von $80 \times 25 = 2.000 \text{ m}^2$ auf der Dämmschicht. Zur Erzielung der Fugenfreiheit und der Dichtigkeit der Platte wurde das Bewehrungskonzept bestehend aus Vorspannung und AR-Glasfasern angewandt. Die AR-Glasfasern reduzieren die Eindringtiefe und verhindert die Frührisbildung. Die Vorspannung verhindert die Spätissbildung [Bild 9].

Ausgeführte Objekte mit schlaffer Bewehrung und AR-Glasfasern:

Vielfach lässt sich die Vorspannung auf Grund der Geometrie und bei kleinem Ausmaß nicht erfolgreich einsetzen. Dann verbleibt nur die Möglichkeit, die Risse durch geeignete Maßnahmen derart klein zu halten, dass ihre Auswirkungen unbedenklich sind.

Für das in der Geometrie aufwendige Rampenbauwerk war eine abdichtungsfreie Plattenkonstruktion gefordert. Für die direkt befahrene Betonoberfläche hatte man sich entschieden, nachdem keine der Abdichtungen die mechanischen Beanspruchungen des rollenden Verkehrs dauerhaft aufnehmen konnte. Eine griffige, verschleißfeste Betonoberfläche war diesen Beanspruchungen jedoch gewachsen. Neben diesen Anforderungen musste die Platte zudem dicht sein, da der Raum darunter zu Installationszwecken genutzt wurde. Dieses Ziel ließ sich mit Hilfe einer fein verteilten Bewehrungsanordnung und einer gerin-

Bild 10:
Fugenloses Ram-
penbauwerk



Bild 11:
Plattform eines
Bootsanlegesteges



Bild 12:
Textile
Bewehrung
für eine
Dichtfläche



gen Dosierung von AR-Glasfasern erreichen. In Kombination bieten diese beiden Bewehrungsarten die Sicherheit einer dauerhaft dichten Betonfläche. Die Konstruktion hat sich mit dem anschließenden ebenfalls abdichtungs-freien Parkdeck bereits seit einiger Zeit im täglichen Betrieb erfolgreich bewährt [Bild 10].

Die Plattform einer Bootsanlegestelle sollte rissfrei und fugenlos erstellt werden. Die Lage im Hang am Ufer des Sees bedingt eine Lagerung der Platte teilweise direkt auf dem Untergrund und frei auskragend über dem Wasser. Die Auskragung der Platte über dem Wasser wird gestützt durch in

regelmäßigem Abstand angeordnete Rippelemente. Für eine einfache Platte resultiert eine aufwendige Lagerung, die entstehende Verformungen behindert. Die Lage am Wasser und die direkte Sonneneinstrahlung verursachen unterschiedlichste Temperaturverformungen. Um alle diese Zwangseinwirkungen rissfrei aufnehmen zu können, wurde die für übliche Rissbreiten ausgelegte Bewehrung durch die AR-Glasfasern ergänzt. Hohe Einwirkungen infolge der Betonage an einem heißen Sommertag zu einem frühen Zeitpunkt konnten ebenso kontrolliert werden, wie die späteren Zwangseinwirkungen infolge Schwinden und Temperatur [Bild 11].

Ausgeführte Objekte mit textiler Bewehrung aus AR-Glasfasern:

Dichtflächen aus Beton erfreuen sich einer steigenden Beliebtheit. Höchste Anforderungen an das Eindringverhalten der beaufschlagten Flüssigkeit und kleinste Risse, um ein Weiterleiten der Flüssigkeit zu verhindern. Eine textile Bewehrung in oberflächennaher Lage eingebaut, stellt die optimale Bewehrung in Kombination mit einer üblichen schlaffen Stahlbewehrung dar [Bild 12]. Durch die gerichtete Faser an der Oberfläche lassen sich die Risse weitgehend fein verteilen und in ihrer Ausdehnung so klein halten, dass das beaufschlagte Medium nicht eindringen kann. Unterstützt wird diese Vorgehensweise durch die zusätzliche Verwendung von weiteren Kurzfasern, um die Zementsteinmatrix gleichmäßig zu bewehren, sowie den Verbund zwischen Stahlbewehrung und textiler Bewehrung sicherzustellen.

3.3 Konstruktive Details

Mit den vorgenannten Maßnahmen lassen sich Betonkonstruktionen zuverlässig dicht herstellen. Oftmals treten dann jedoch die Probleme an den Nahtstellen oder Abweichungen vom Regelfall auf. So wie die Nahtstelle beim Handschuh den Beginn des Verschleiß ankündigt, so entwickelt sich auch bei den Nahtstellen in der Betonkonstruktion die Schädigung. Somit ist große Sorgfalt auf derartige Problemzonen zu lenken. Zu den Nahtstellen im übertragenden Sinn zählen die Durchführungen, Öffnungen und Fugen, ob Arbeitsfugen oder sonstige. Eine dichte Konstruktion sollte wegen der Unterhaltsarbeiten an Fugen heutzutage weitgehend ohne Fugen hergestellt werden. Auf die Arbeitsfugen kann jedoch nicht verzichtet werden.

Es macht Sinn, die Abschalungen für Öffnungen oder Fugen aus dem gleichen Material wie die Umgebung, nämlich Beton herzustellen. Somit ist eine sichere und damit dichte Verbindung der beiden Elemente aus dem gleichen Material gewährleistet. Entsprechend weitergehende Abdichtungen in Form von Dichtungsbändern oder -ringen lassen sich dann vorgängig oder im Nachhinein an die vorkonfektionierten Abschalbauteile anbringen. Dies gilt umso mehr, als die Elemente für die Abschalung als industriell gefertigte Bauteile hohe Präzision und Formstabilität aufweisen.

Zur leichteren Handhabung werden derartige Teile aus dünnwandigem Glas-

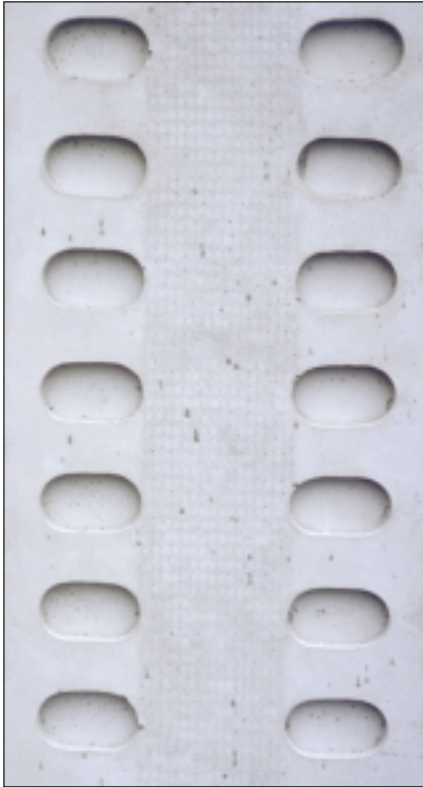


Bild 13: Fugenabschalung aus Glasfaserbeton

faserbeton hergestellt. Die feinkörnige Matrix weist Materialeigenschaften wie Beton auf und der hohe Anteil an Glasfasern bewehrt die dünnwandigen Bauteile ausreichend, um den robusten Beanspruchungen auf der Baustelle sicher zu widerstehen.

Nahezu beliebige Geometrien lassen sich mit einem speziellen Verfahren automatisch im Takt produzieren, wobei die flüssige Glasfaserbetonmatrix so behandelt wird, dass das Formteil unmittelbar entschalt werden kann.

Ausgeführte Details:

Im Bereich der Fugen sind Abschalungen und entsprechende Hilfskonstruktionen aus Glasfaserbeton sehr nützlich. Industriell gefertigt, erlauben sie auch die aufwendigste Geometrie nachzuempfinden. Ein Beispiel dafür ist ein Abschaltblech aus Glasfaserbeton, welches erlaubt, die Bewehrung bereichsweise nach Bedarf durchzuführen [Bild 13]. Diese Abschaltung lässt sich auch mit einem mittig angeordneten Fugenblech kombinieren.

Aussparungen und Öffnungen müssen in der Fuge zum Beton dicht sein. Bewährt haben sich Aussparungskästen aus Glasfaserbeton, die als integrierte Schalung eine präzise Öffnung mit definierten Abmessungen bereitstellen [Bild 14]. Die weiteren Einbauteile für die entsprechende Durchfüh-

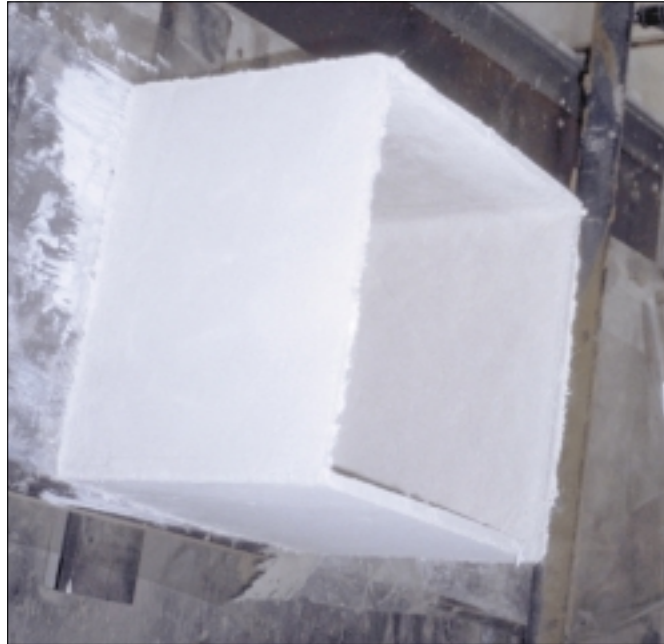


Bild 14: Integrierte Schalung aus Glasfaserbeton für eine Wanddurchdringung

rung von Leitungen etc. können somit an der präzisen Wandung eingepasst werden, um ihrerseits die Dichtigkeit zu gewährleisten.

4. Zusammenfassung

Dichte Betonbauwerke erfordern vielerlei Maßnahmen, um den Beton, die Konstruktion und die Details so auszubilden, dass keinerlei Eindringen von Flüssigkeiten und Leckagen auftreten. Diverse Maßnahmen tragen dazu bei, dass die Anforderungen erfüllt werden können. Insbesondere die Betonfasertechnik hat in jüngster Vergangenheit erfolgreich ein Anwendungsgebiet besetzt, indem die herkömmlichen Verfahren und Methoden sinnvoll ergänzt werden. Konnte man sich bislang bei dichten Bauweisen im Zusammenhang mit der „weißen Wanne“ an den Regeln für einen WU-Beton und der entsprechenden Menge an Bewehrung orientieren, eröffnen sich mit der Betonfasertechnik neue Wege, erfolgreich, dichte Betonkonstruktion zu bauen. Sprach man vormals von einer ausreichenden Rissbewehrung oder gar von Vorspannung, steht heutzutage die Wahl einer geeigneten Betonfaser und die zugehörige Dosierung im Vordergrund. Nicht alle Betonfasern lassen sich für alle Anforderungen einsetzen. Einige bieten nur Unterstützung für einzelne Anforderungen, die dann jedoch optimal gelöst werden. Einzig mit der AR-Glasfaser lässt sich ein vielfacher Nutzen gewinnen. Nachweislich kann sie sich bei allen Maßnahmen erfolgreich eingesetzt werden, um sämtliche Anforderungen an eine dichte Konstruktion zu erfüllen. Somit macht es Sinn und ist zu-

dem sehr wirtschaftlich, die AR-Glasfaser bei dichten Bauwerken einzusetzen, um bei ihrem Einsatz von der Vielfachwirkung zu profitieren.

In der Vergangenheit wurden einige große und kleine Bauvorhaben mit Anforderungen an die Dichtigkeit erfolgreich mit Hilfe der AR-Glasfaser ausgeführt. Diese Technik überzeugt durch ihre Wirtschaftlichkeit hat sich dauerhaft bewährt.

WEITERE INFORMATIONEN:

NOVACRET

für Deutschland:

Novacret Faserbaustoff-Technik GmbH
Postfach 1270 – Balduinstraße 1A
D-54462 Bernkastel-Kues
Tel ++49 6531 96 82 41
Fax ++49 6531 96 82 42
E-Mail: info@novacret.com
➔ www.novacret.com

für die Schweiz:

Novacret AG
Postfach – Eisengasse 9
CH-8032 Zürich
Tel ++41 1 266 92 51
Fax ++ 41 1 266 92 61
E-Mail: info@novacret.com
➔ www.novacret.com