

EINSATZ VON SCHNELLBETON IM FERNSTRASSEN- UND FLUGHAFENBAU

Ralf Alte-Teigeler

Otto Alte-Teigeler GmbH, Bietigheim, Deutschland

ZUSAMMENFASSUNG

Die Zunahme des Straßenverkehrs weltweit erfordert Verkehrswege mit längerer Lebensdauer und geringen Reparaturen. Bei notwendigen Wartungs- und Reparaturarbeiten ist es wichtig, kurze Bauzeiten einzuhalten, um den Verkehr nur geringfügig zu stören. Für Betonflächen wurde in den letzten Jahren ein System entwickelt, mit dem es möglich ist, innerhalb weniger Stunden ganze Platten zu erneuern. Die Bauzeit für die Erneuerung ganzer Platten kann auf 5 bis 6 Stunden reduziert werden. Hierdurch ist es möglich, in verkehrsärmeren Zeiten Reparaturen auszuführen. Die dafür entwickelten Materialien haben die gleiche Lebensdauer wie herkömmlicher Beton. Die reparaturbedingten Nachteile von Betonfahrbahnen gegenüber Asphalt wurden durch die Entwicklung dieses Systems beseitigt.

Einleitung

Bei Fernstraßen mit hohem Anteil an Schwerverkehr und an Flugverkehrsflächen stellt sich beim Bau die Frage, ob die Asphalt- oder Betonbauweise gewählt wird?

Wichtige Punkte für die Entscheidung sind die Baukosten, die zu erwartende Lebensdauer, die Unterhaltungskosten, die Sanierungsmethoden bei Erhaltungsmaßnahmen sowie der für diese Maßnahmen benötigte Zeitaufwand.

Dass die Betonbauweise, insbesondere im Fernstraßenbereich mit hohem Anteil an Schwerlastverkehr sowie auf Start- und Landebahnen, Rollwegen und Vorfeldern von Flughäfen vorzuziehen ist, braucht nicht diskutiert zu werden. Bei genauer Betrachtung der Nutzung, der Kosten und möglicher Ausfallzeiten durch Reparaturarbeiten über die gesamte Lebensdauer der Flächen kann die Entscheidung nur zur Betondecke gehen. Dies soll keine Wertung der Asphaltbauweise sein, aber jeder Baustoff hat in bestimmten Einsatzbereichen seine Berechtigung und Vorteile.

In Deutschland gibt es einen sogenannten "5-DM-Erlass" des Bundesverkehrsministeriums für Verkehr bei der Neuherstellung von Autobahnen. Dies bedeutet, dass bei der Entscheidung zwischen Beton- und Asphaltfahrbahnen im Neubau auch dann Beton gewählt wird, wenn dieser pro Quadratmeter 5,00 DM oder seit 2002 € 2,56 mehr kostet als die Asphaltbauweise. Dies verdeutlicht die Kostenvorteile der Betonflächen über die gesamte Nutzungsdauer.

Ein weiterer Punkt für die Auswahl der Bauweisen sind mögliche Reparaturmethoden. Hier ist die Berücksichtigung der Bauzeiten und die Minimierung der Verkehrsbeeinträchtigungen ein wesentlicher Bestandteil. Beim heutigen Verkehrsaufkommen auf Fernstraßen ist es nicht möglich, wegen Reparaturen über mehrere Tage oder Wochen einzelne Abschnitte zu sperren. Für Start- und Landebahnen auf Flughäfen sind ebenfalls kurze Sperrzeiten nötig.

Unter diesen Gesichtspunkten hatte bisher die Betonbauweise gegenüber dem Asphalt Nachteile. Der Asphalt gilt als einfach zu reparieren, zum Beispiel durch Überziehen von Rissen, Reparatur von Löchern oder Fräsen und dem Aufbringen einer neuen Deckschicht.

Bei Betondecken werden als nötige Unterhaltungsmaßnahmen Fugensanierungen, das Festlegen oder Anheben von Platten sowie das Ausbessern von Kantenabplatzungen oder Eckabbrüchen durchgeführt. Diese Arbeiten können in Tages- oder Nachtbaustellen jeweils in einer Arbeitsschicht durchgeführt werden. Das Auswechseln von ganzen Betonplatten war bisher nur mit längeren Absperrzeiten machbar. Selbst mit frühhochfestem Fließbeton waren Sperrzeiten von mehr als einer Arbeitsschicht nötig. Dies war ein Nachteil in der Betrachtung und der Einsatzmöglichkeit der Betonbauweise. Oft wurden aus diesem Grund bei nötigen Reparaturarbeiten Betonplatten mit Asphalt erneuert. Bereits nach kurzer Zeit gibt es Verdrückungen in den

Asphaltflächen. Vereinzelt sind nach dem Ausbessern der Betonplatten mit Asphalt Aufwölbungen in den Betonplatten der benachbarten Fahrstreifen (Blow ups) entstanden. Ein Sanierungssystem für ganze Platten in Betonbauweisen mit einer kurzen Bauzeit und schneller Befahrbarkeit wurde gefordert.



Im hier gezeigten Bild wird das Verhalten von Betondecken bei einer Unterbrechung der Decke dargestellt. Im Falle einer Reparatur mit Asphalt entstehen Aufwölbungen in der reparierten Platte. Der Asphalt muss bereits nach kurzer Zeit abgefräst oder erneuert werden.



Start- und Landebahn Flughafen Leipzig

Im Jahre 1994 wurden auf dem Flughafen Leipzig erste Versuche mit einem schnellhärtenden Reparaturbeton ausgeführt. Es sollte ein Material verarbeitet werden, das kurze Aushärtezeiten vorweist und den gleichen Ausdehnungskoeffizienten wie Beton hat. Hier ging es darum, in Zeitfenstern von zum Teil nur zwei bis drei Stunden Kantenschäden auszubessern und nach der kurzen Arbeitsschicht die Start- und Landebahn sofort wieder in Betrieb zu nehmen. Es wurde ein Beton auf Portlandzementbasis ohne Kunststoffzusatz eingesetzt. Tonerde-Schmelzzemente sollten im Hinblick auf die negativen Erfahrungen bezüglich der Dauerhaftigkeit nicht verwendet werden.

Die im Jahre 1994 und 1995 ausgebesserten Schadstellen sind auch heute noch ohne Beschädigungen vorhanden. Bei diesen Arbeiten kam die Idee, auch Plomben oder ganze Betonplatten mit Schnellreparaturbeton zu erneuern.

Drei Punkte sind für die Ausführung der Schnellbetonreparaturarbeiten von besonderer Bedeutung: das Material, der Mischer und die Organisation mit Personal, Geräten und Fahrzeugen auf der Baustelle.

Die Anforderungen an das Material:

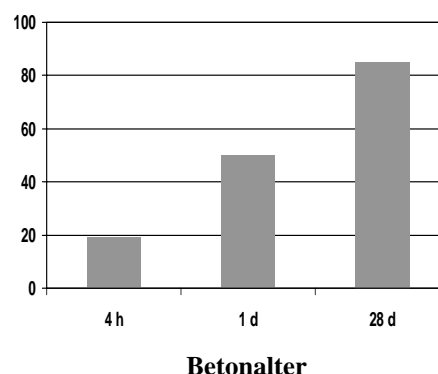
Es muss gut zu verarbeiten sein, eine hohe Frühhochfestigkeit auch bei niedrigen Temperaturen haben und nach wenigen Stunden befahrbar sein. Ein Problem ist, dass mit der Erhöhung der Verarbeitungszeit die Aushärtezeit verlängert wird. Das zurzeit verwendete Material hat bei einer Frischbetontemperatur von 20° - 25° C eine Verarbeitungszeit von 40 Minuten. Neben der hohen Endfestigkeit ist ein gutes Langzeitverhalten gefordert. Frost/Taumittelbeständigkeit ist ebenfalls Voraussetzung. Der Materialpreis muss auf einem vertretbaren Niveau liegen.

Verwendet wird ein speziell aufbereiteter Portlandzement. Um Mischfehler vor Ort zu vermeiden, wird dieser Zement bereits im Werk mit ofentrockenem Sand gemischt. Kies und Edelsplitt werden aus Kostengründen vor Ort zugegeben.

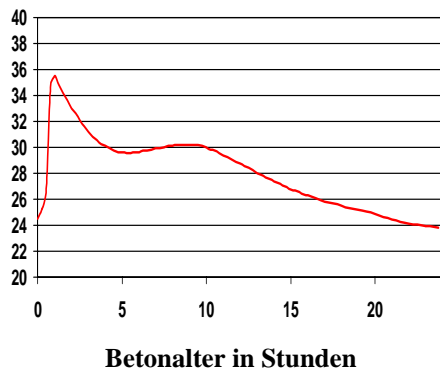
Gewichtsprozent	
Vorgefertigte Addiment-Basismischung CR	
aus Zement und Quarzsand 0/2mm	46%
Kies 2/8 mm	16%
Edelsplitt 8/11 mm	19%
Edelsplitt 11/16 mm	19%
<hr/>	
Trockenbeton	100%
Wasserzugabe vor Ort	7%
Bei Bedarf Zugabe von Verzögerer	

Schnellbetonzusammensetzung

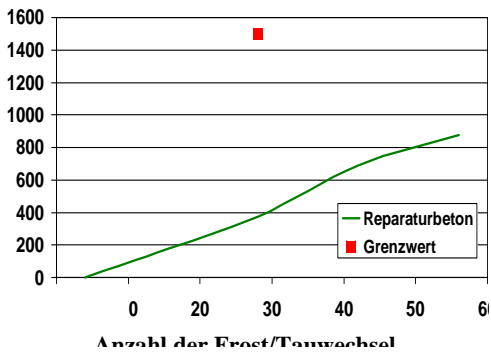
Typische Festigkeitsentwicklung von Hochleistungs-Reparaturbeton Druckfestigkeit in MPa



Typische Temperaturentwicklung von Hochleistungs-Reparaturbeton Betontemperatur in °C



Frost/Taumittelwiderstand von Hochleistungs-Reparaturbeton Abwitterung in g/m²



Betonmischer

Die Mischer müssen so gebaut sein, dass sie vor Ort die benötigten Betonmengen herstellen können. Eine Herstellung des Betons in stationären Mischanlagen mit längeren Transportzeiten ist durch die kurze Verarbeitungszeit der Schnellbetone nicht möglich.

Der Mischer muss eine ausreichende Kapazität haben, um die benötigte Menge für die auszuwechselnden Platten in einer Charge zu mischen. Der Mischer sollte genaue Wiege- und Dosiereinrichtungen haben. Die Wasserzugabe muss in kürzester Zeit erfolgen. Alle Teile im Mischer müssen für Reinigungszwecke leicht zugänglich sein, um insbesondere ausgehärtete Materialreste ohne großen Zeitaufwand entfernen zu können.

Die ersten Baustellen wurden mit einem 1 m³-Mischer ausgeführt. Durch dreimaliges Mischen während der Aushärtezeit des Schnellbetons war es möglich, Betonteile bis zu 3 m³ Volumen zu erneuern. Größere Flächen konnten nicht repariert

werden, ohne zusätzliche Fugen herzustellen, da man sonst durch das Aushärten der einzelnen Chargen Trennschichten produziert hätte. Im Jahre 1998 wurde ein Fahrmischer mit einem Volumen von 8 m³ entwickelt. Hier werden spezielle Mischwerkzeuge eingesetzt, um in kurzer Verarbeitungszeit den Beton entsprechend mischen zu können.

Im Sommer 2001 ist ein 16 m³-Mischer in Betrieb genommen worden. Hierdurch hat man die Möglichkeiten, mit dem gleichen Personal und Geräteeinsatz, anstatt einer Platte zwei oder drei Platten pro Arbeitsschicht auszuwechseln. Auch das Auswechseln von 7,5 x 7,5 m-Platten mit 40 cm Betondeckendicke auf Flughäfen ist dadurch möglich.

Hierdurch werden sich die Kosten pro Quadratmeter weiter verringern.



16 m³-Fahrmischer für Schnellbeton

Baustellenorganisation

Insbesondere wegen der kurzen Sperrzeiten muss das Personal alle Arbeitsschritte genauestens koordinieren, da durch das schnelle Aushärten des Betons und die kurzen Bauzeiten keine Zeitreserven vorhanden sind. Der Einsatz der nötigen Geräte und Fahrzeuge muss auf engstem Raum ohne gegenseitige Behinderung erfolgen. Mögliche Ausfälle einzelner Geräte dürfen nicht zu längeren Bauzeiten oder zum Baustopp führen und müssen bei der Planung berücksichtigt werden.

Für die Aushärtung des Betons nach dem Einbau werden 3 bis 4 Stunden bis zur Verkehrsfreigabe benötigt. Bei Arbeitsschichten in verkehrsarmen Zeiten von 8 bis 10 Stunden, zum Beispiel nachts, verbleiben für den Einbau des Betons inkl. sämtlicher Vor- und Nebenarbeiten 4 bis 7 Stunden. Die Arbeiten können grundsätzlich in einer Schicht durchgeführt werden; ideal ist, wenn an jeder

Schadstelle zwei Arbeitsschichten eingeplant werden können. Das Bearbeiten von mehreren Schadstellen gleichzeitig pro Schicht ist möglich. In der ersten Schicht werden die Trennschnitte in den auszuwechselnden Platten in voller Deckenstärke hergestellt.



Trennschnitte

Es empfiehlt sich, die Trennschnitte mit geringer Neigung auszuführen, um das Herausheben der Platten zu erleichtern. Die Größe der Teile richtet sich nach den Hebegegeräten und den Transportmöglichkeiten für die Ausbruchstücke.

In die vorbereiteten Plattenteile werden Löcher gebohrt, um die Schwerlastanker für das Ausheben einzubauen. Die so vorbereiteten Platten können nach Schichtende für den Verkehr freigegeben werden. Der Zeitaufwand für die Vorbereitungsarbeiten beträgt ca. 2 Stunden pro Platte. In der zweiten Schicht oder bei Reparatur in einer Schicht, sofort nach dem Herstellen der Trennschnitte, werden die Schwerlastanker befestigt und die Platten mit Hebegegeräten herausgehoben.



Ausheben von Platten

Der Vorteil dieses Verfahrens ist, dass der Unterbau nicht durch das Zertrümmern des Betons beschädigt wird.

Nach dem Entfernen des alten Betons werden die Dübel und Anker entsprechend der ZTV Beton (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Beton) gebohrt und eingebaut. Auch hier sind leistungsstarke, handliche Geräte wichtig, da auch für diese Arbeiten nur einige Minuten zur Verfügung stehen.



Dübel und Anker

Die berechnete Menge an Addiment Basismischung CR und Zuschlagstoffen wird vor der Arbeitsschicht in den Mischer gefüllt. Die Wasserzugabe erfolgt direkt vor dem Mischvorgang. Es ist nötig, mehr Beton zu mischen als berechnet wird, da die Tiefe der auszuwechselnden Platten nicht genau feststeht und nicht immer gleichmäßig ist.



Einbringen des Betons

Der Schnellbeton hat eine Verarbeitungszeit von 40 Minuten. Er wird mit Rüttelflaschen verdichtet und mit einer Vibrationsbohle abgezogen.

Um ein schnelles Austrocknen und damit die Bildung von Haarrissen an der Oberfläche zu verhindern, wird der Beton mit nassen Matten abgedeckt. Zwei bis drei Stunden nach dem Betonieren können die Fugen um die Platte geschnitten werden. Es empfiehlt sich, als Fugenabdichtung Profile einzusetzen, da für Heißvergussmassen die Restfeuchte im Beton zu hoch ist. Bei Heißverguss sollten die Vergussarbeiten in einer späteren Schicht nachgeholt werden.



Abziehen und Verdichten

Zeitaufwand der Arbeiten: ca. 6 Stunden

Trennschnitte	ca. 1 Std.				
Aufbruch, Dübel, Anker		ca. 1 Std.			
Beton-einbau			ca. 1 Std.		
Erhärtungszeit				ca. 2 - 3 Std.	
Nacharbeit (Fugen)					ca. 1 Std.

Die Kosten für das Auswechseln von 26 cm starken Platten mit Schnellbeton liegen bei ca. 350,00 €/m² und damit höher als bei herkömmlichen Betonplattensanierungen. Bei Einzelplattenerneuerung werden die höheren Baukosten durch die eingesparten Beträge für mehrtägige Absperrungen mehr als ausgeglichen. Hinzu kommt der volkswirtschaftliche Vorteil durch entfallende Verkehrsstaue. Bei Flughäfen kann eine Sperrung der Start- und Landebahn über längere Zeit vermieden werden.

Die bis heute gängige Methode, einzelne Platten mit Asphalt auszubessern, ist besonders bei Ausführung in Nachtschichten nicht billiger, da die Mischanlagen die ganze Nacht für Kleinstmengen bereit stehen

müssen. Auf die anfangs erwähnten Risiken durch Blow-ups und die kurze Lebensdauer von Asphaltplomben sei erneut hingewiesen. Die Zeiten bis zur Befahrbarkeit des Asphalts liegen über der Aushärtezeit des Schnellbetons.

Die Laboruntersuchungen, auch im Hinblick auf die Lebensdauer des Schnellbetons sowie die ausgewechselten Platten und Plattenteile mit einer derzeitigen Liegedauer von über fünf Jahren, lassen erkennen, dass hier eine Reparaturmethode für Betondeckenschäden entwickelt wurde, die für die Betonbauweise vorteilhaft ist.

In Deutschland läuft derzeit ein Forschungsprojekt der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen und des Verkehrsministeriums über Schnellbeton. Hier wird neben umfangreichen Untersuchungen durch die Universität Kassel unter anderem die Dauerhaftigkeit untersucht. Die bisherigen Zwischenergebnisse waren alle positiv.

Die Entwicklung der letzten Jahre von der Reparatur von Kleinstaufbrüchen bis zu der Reparatur von mehreren Platten pro Schicht ist zufriedenstellend. Bisher gibt es keine Schäden an den mit Schnellbeton ausgewechselten Platten. Die Erhöhung der Produktivität durch die größere Mischerkapazität wird zu einer weiteren Kostensenkung beitragen.

Die Erfahrungen der letzten Jahre in Deutschland, mit weit über eintausend in Schnellbeton erneuerten Betonplatten, insbesondere auf hochfrequentierten Autobahnen in den LKW-Spuren zeigt, dass hier ein System entwickelt wurde, dass zur Verringerung der Verkehrsbeeinträchtigung bei Reparaturarbeiten beiträgt. Die Anforderungen an diese Bauweise sind in der ZTV BEB (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen – Betonbauweisen) festgelegt. Insgesamt gewinnt durch den Einsatz von Schnellbeton die Betonbauweise gegenüber dem Asphalt weitere Vorteile.