

Dicke Betondecke, dünner Oberbeton und Betondecke auf Brücken

## Neuerungen bei Fahrbahndecken aus Beton – Teil 2: Baumaßnahme A 4

Walter Fleischer, München, Dieter Großmann und Harald Möschwitzer, Erfurt

Sowohl die überarbeitete Fassung der ZTV Beton-StB als auch die neue RStO werden unter anderem für den Betonstraßenbau technisch und wirtschaftlich interessante Neuerungen enthalten, die bisher entweder in Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau (ARS) des BMVBW enthalten waren oder noch in keiner Vorschrift geregelt wurden. Im Zuge der Baumaßnahme an der A 4 bei Stadtroda nahe der Teufelstalbrücke in Thüringen wurden die Neuerungen in den Vorschriften teilweise vorweggenommen. Im ersten Teil dieses Beitrags (beton 7/2000) wurden die Grundlagen für diese Bauweise erläutert. Teil 2 stellt die Bauausführung vor.

\* Die Abschnitte und Bilder werden fortlaufend aus dem 1. Teil weitergeführt.

### 3 A4: Teilabschnitt Teufelstal\*

Die Bundesautobahn A 4 ist eine der wichtigsten West-Ost-Verkehrsachsen, die die mitteldeutschen Zentren mit dem Rhein-Ruhr-Raum bzw. dem Rhein-Main-Gebiet im Westen und den polnischen Industriemetropolen im Osten verbindet. Für den notwendigen sechsstreifigen Ausbau (Regelquerschnitt 35,5 nach [25]) der A 4, Teilabschnitt Teufelstal bei Stadtroda von km 160,8 bis km 154,02 war von dem Autobahnamt Thüringen eine zweilagige, einschichtige Fahrbahndecke aus Beton nach

den ZTV Beton-StB 93 auf einer hydraulisch gebundenen Tragschicht (HGT) gemäß den ZTVT-StB 95/98 ausgeschrieben. Zwischen Betondecke und HGT sollte ein Vliesstoff angeordnet werden, so dass die Dicke der Betondecke für die Bauklasse SV 27 cm betragen sollte (Bild 6). Für die HGT war eine Dicke von 15 cm vorgesehen. Da der frostsichere Aufbau des Streckenabschnittes mindestens 90 cm betragen muss, sollten die gebundenen Schichten auf einer 48 cm dicken Frostschutzschicht nach den ZTVT-StB 95/98 liegen.

### Die Autoren:

*Dr.-Ing. Walter Fleischer studierte Bauingenieurwesen an der TU München. Von 1984 bis 1985 war er als Bauleiter im Brücken- und Industriebau tätig. Von 1986 bis 1994 arbeitete er als wissenschaftlicher Mitarbeiter und später als akademischer Oberrat am Baustoffinstitut der TU München. Heute ist er Hauptabteilungsleiter Bautechnik Verkehrswegebau der Hauptverwaltung der Heilit+Woerner Bau-AG, München.*

*Dipl.-Ing. Dieter Großmann studierte Bauingenieurwesen an der Hochschule für Architektur und Bauwesen (heute Bauhaus-Universität) Weimar. Nach mehrjähriger Bauleitertätigkeit im Hoch-, Industrie- und Straßenbau war er seit 1968 auf dem Gebiet der Qualitätssicherung und Prüftechnik tätig, u.a. als Leiter der Staatlichen Bauaufsicht beim Neubau der A 14 Leipzig-Dresden. Seit 1990 ist er im Autobahnamt Thüringen als Sachgebietsleiter für den Bereich Bautechnik, Qualitätssicherung sowie Ingenieurgeologie verantwortlich.*

*Dipl.-Ing. Harald Möschwitzer studierte Bauingenieurwesen an der Hochschule für Architektur und Bauwesen (heute Bauhaus-Universität) Weimar. Ab 1978 war er u.a. als Bauleiter, Technologe und Oberbauleiter sowie Leiter Kalkulation im Straßen- und Tiefbau tätig. Seit 1995 ist er Technischer Leiter der Zweigniederlassung Erfurt Verkehrswegebau der Heilit+Woerner Bau-AG.*

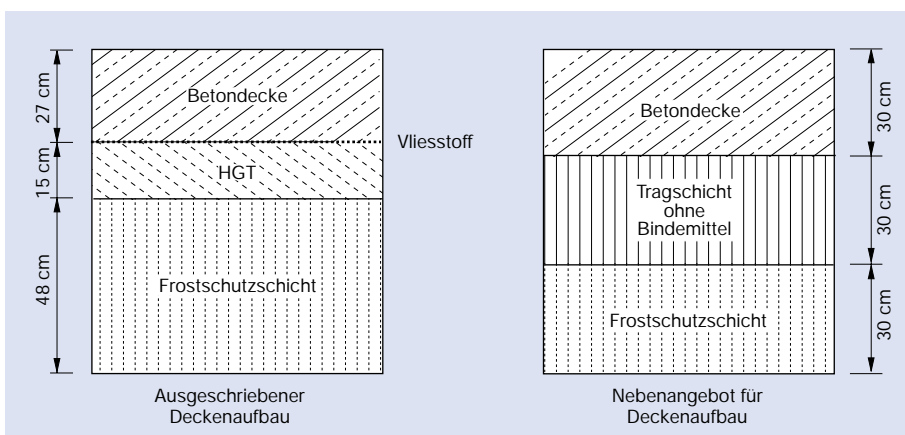


Bild 6: Für die A 4, Abschnitt Teufelstal, ausgeschriebener Deckenaufbau und beauftragtes Nebenangebot für einen Deckenaufbau mit „dicker Betondecke“ auf einer Tragschicht ohne Bindemittel (ToB) nach ARS 37/1997 [7]

Gemäß Ausschreibung sollte auf drei Brücken eine durchgehende Fahrbahndecke aus Beton hergestellt werden, anstelle eines Asphaltbelags in Verbindung mit einem (gemäß den ZTV Beton-StB 93) 15 m langen Oberbau aus Asphalt im Anschluss an die Brücken.

Im Rahmen von Nebenangeboten bot die Heilit+Woerner Bau-AG unter anderem an, eine 30 cm dicke Betondecke gemäß den ZTV Beton-StB 93 zweischichtig, d.h. Ober- und Unterbeton in unterschiedlicher Zusammensetzung herzustellen; jedoch statt mit einem mindestens 7 cm dicken Oberbeton mit einem 5 cm dicken Oberbeton auf einer 30 cm dicken Tragschicht ohne Bindemittel (Schottertragschicht gemäß den ZTVT-StB 95/98 und dem ARS 37/1997). Es wurde damals kein 4 cm dicker Oberbeton gemäß der Neufassung der ZTV Beton-StB angeboten, da zum Zeitpunkt der Angebotsabgabe die Fachdiskussion zur Überarbeitung der ZTV Beton-StB noch nicht weit genug fortgeschritten war. Die ToB sollte auf einer 30 cm dicken Frostschuttschicht nach ZTVT-StB 95/98 (Bild 6) liegen. Der frost-sichere Aufbau sollte unverändert 90 cm betragen und die Endfelder der Fahrbahndecke aus Beton 40 cm dick ausgebildet werden.

Diese Nebenangebote konnten aufgrund von Erfahrungen des Unternehmens im In- und Ausland mit der Bauweise „dicke Betondecke“ auf ToB und mit der „österreichischen Waschbetonbauweise“, bei der ebenfalls ein dünner Oberbeton mit einem Größtkorn von z.B. 8 mm eingebaut wird [26, 27], abgegeben werden. Hinzu kam, dass sich die H+W-Betondeckenfertiger wegen ihres geringen Gewichts, ihrer Abmessungen und ihrer Flexibilität sehr gut für den wirtschaftlichen Einbau von Betondecken auf Bauwerken eignen, bei denen das Gewicht der Einbaugeräte und beengte Platzverhältnisse beachtet werden müssen. Basierend auf den in Abschnitt 2 (beton 7/2000, S. 377 ff.) erläuterten technischen Grundlagen und der aktuellen sowie künftigen Vorschriftenlage beauftragte das Autobahnamt Thüringen nach eingehender Prüfung und Erläuterung das Unternehmen mit der Ausführung der Nebenangebote.

Baubeginn war im März 1999. Aufgrund der komplizierten Verkehrsverhältnisse (Forderung nach einer ständigen Verfügbarkeit von vier Fahrstreifen, keine Sperrungsmöglichkeit der Anschlussstelle Stadtroda) wird die Baumaßnahme bis August 2001 dauern. Die knapp 6 km lange Fahrbahndecke aus Beton für die Südseite (Richtungsfahrbahn Eisenach-Dresden) wurde von Ende Oktober bis Mitte November 1999 eingebaut. Die Herstellung der rd. 6,5 km langen Betondecke für die Gegenrichtung wird im Jahr 2001 folgen.

## 4 Ausführung

### 4.1 Ungebundene Tragschichten: Frostschuttschicht und ToB

#### 4.1.1 Baustoffe

Bei der Baumaßnahme A 4 Teufelstal stand, im Gegensatz zu anderen Bauvorhaben, im ersten Bauabschnitt für die ungebundenen



Bild 7: Einbau der Tragschicht ohne Bindemittel (ToB) mit einem H+W-Multitalent

Tragschichten kein Recyclingmaterial z.B. aus altem Straßenbeton [6] zur Verfügung. Daher wurde für beide Tragschichten gebrochenes Natursteinmaterial aus örtlichen Brüchen (untercarbonische Grauwacke) verwendet. Die Mineralstoffe mussten den Anforderungen der ZTVT-StB 95/98 und der TL Min-StB 94 [28] entsprechen. Für die Mineralstoffe der ToB waren außerdem die Anforderungen des ARS 37/1997 (s. Abschnitt 2.1, beton 7/2000) einzuhalten. Im zweiten Bauabschnitt werden die ToB und teilweise die Frostschuttschicht aus Recyclingmaterial hergestellt werden.

#### 4.1.2 Einbau der Tragschichten

Die 30 cm dicke Frostschuttschicht wurde auf dem Planum (Verformungsmodul  $E_{v2}$  mind. 45 MN/m<sup>2</sup>) in zwei Lagen eingebaut. Die erste Lage wurde in 15 cm Dicke mit einer Planierdrape, die restlichen 15 cm mit einem Grader mit elektrooptischer Steuerung hergestellt. Jede Lage wurde mit Walzen verdichtet. Auf der Frostschuttschicht war ein Verformungsmodul  $E_{v2}$  von mindestens 120 MN/m<sup>2</sup> vorgeschrieben. Der Nachweis erfolgte über flächendeckende dynamische Verdichtungskontrollen (FDVK, Methode M 2 gemäß ZTVE-StB 94/97 [29]).

Auf der Frostschuttschicht wurde die 30 cm dicke ToB ebenfalls zweilagig hergestellt. Die erste Lage wurde entweder 15 cm dick mit Raupe bzw. Grader mit elektrooptischer Steuerung oder 20 cm dick mit einem Multitalent, das auch elektrooptisch gesteuert wurde, eingebaut. Die zweite, 15 cm bzw. 10 cm dicke Lage wurde ebenfalls mit einem Multitalent mit elektrooptischer Steuerung gefertigt (Bild 7). Dabei handelt es sich um ein von H+W konstruiertes und gebautes Spezialgerät, das unter anderem Materialverteiler, Einbau- und Verdichtungsgerät bzw. Einbaufertiger in einer Maschine vereint. Die ToB wurde mit an den Multitalenten an-

gebrachten Rüttelplatten sowie anschließend durch Walzen und im letzten Übergang nochmals mit Rüttelplatten verdichtet. Da unter der ToB eine Frostschuttschicht mit einem Verformungsmodul  $E_{v2}$  von mindestens 120 MN/m<sup>2</sup> lag, musste gemäß ARS 37/1997 und ZTVT-StB 95/98 auf der ToB ein Verformungsmodul  $E_{v2}$  von mindestens 180 MN/m<sup>2</sup> anstelle von 150 MN/m<sup>2</sup> über FDVK nachgewiesen werden.

Die Forderung nach einem höheren Verformungsmodul  $E_{v2}$  für eine ToB auf einer Frostschuttschicht ist aus Gründen des Praxisverhaltens der Straßenkonstruktion und der Bautechnik nicht relevant. Entscheidend für die Betondecke ist nicht, ob unter der ToB eine Frostschuttschicht oder das Planum liegt. Maßgebend sind vielmehr gleichmäßige Auflagerbedingungen und ein ausreichender Verformungsmodul. Nach den Erfahrungen genügen 150 MN/m<sup>2</sup> als Mindestwert für den  $E_{v2}$ -Modul auf einer ToB. Daher wird in der Neufassung der RStO auf einer ToB unter einer Betondecke ein Verformungsmodul  $E_{v2}$  von mindestens 150 MN/m<sup>2</sup> gefordert werden.

Vor dem Einbau der Betondecke wurden erforderlichenfalls Bereiche, die durch Baustellenverkehr an der Oberfläche der ToB gelockert wurden, mit einer Walze nochmals nachverdichtet [6].

## 4.2 Betondecke

### 4.2.1 Betontechnologie

#### 4.2.1.1 Unterbeton

Der Unterbeton der Festigkeitsklasse B 35 mit hohem Frost-Tausalz-widerstand entsprach hinsichtlich der Zusammensetzung und den Eigenschaften den Forderungen der ZTV Beton-StB 93. Der Sand 0/2 war überwiegend quarzitisches. Es wurde Kieszuschlag der Korngruppen 2/8, 8/16 und 16/32 verwendet. Zur Anwendung kam ein CEM I 32,5 R nach DIN 1164 [30], der außerdem



Bild 8: Kontinuierlich arbeitende Betonmischanlage (Leistung rd. 200 m<sup>3</sup>/h)



Bild 9: Die Kontrolle des Luftgehalts des Frischbetons gehört zu den wichtigsten Frischbetonprüfungen während des Betoneinbaus; Laborfahrzeug unter anderem zur Messung des Luftgehalts an der Einbaustelle

die zusätzlichen Anforderungen des ARS 18/1998 erfüllt:

- Mahlfineinheit nach Blaine: 3 020 cm<sup>2</sup>/g
- Wasseranspruch: 27,0 %
- Erstarrungsbeginn: 145 Minuten
- Druckfestigkeit im Alter von zwei Tagen: 23,1 N/mm<sup>2</sup>
- Gesamt-Na<sub>2</sub>O-Äquivalent: 0,84 %

Der Zementgehalt betrug 350 kg/m<sup>3</sup> verdichteten Frischbetons. In der Eignungsprüfung betrug der w/z-Wert 0,45; während der Bauausführung lag er im Mittel bei 0,43.

Als Zusatzmittel wurde nur ein Luftporenbildner verwendet. Um die richtige Dosierung des Luftporenbildners unter Berücksichtigung besonders der Einflüsse der Sieblinie des Sands und des Zements sowie der Baustellenbedingungen zu ermitteln, wurden im Rahmen der Eignungsprüfungen unter anderem unterschiedliche Dosiermengen, Misch- und Rüttelzeiten sowie Liegedauern (Zeitspanne zwischen Mischen des Betons und Verdichtung) untersucht.

Der Unterbeton erreichte in der Eignungsprüfung im Alter von 28 Tagen eine mittlere Druckfestigkeit von 45 N/mm<sup>2</sup> (hergestellt und geprüft nach DIN 1048 Teil 5

[31], bezogen auf Würfel mit 20 cm Kantenlänge). Die Biegezugfestigkeit nach DIN 1048 Teil 5, geprüft an „Straßenbetonbalken“ (l x b x h = 70 cm x 15 cm x 10 cm) mit einer Einzellast in Stützweitenmitte (l = 60 cm), betrug nach 28 Tagen i.M. 6,0 N/mm<sup>2</sup>.

#### 4.2.1.2 Oberbetone

Es wurden Eignungsprüfungen für zwei verschiedene Oberbetone der Festigkeitsklasse B 35 mit hohem Frost-Tausalz widerstand durchgeführt:

- für einen 5 cm dicken Oberbeton (Größtkorn 8 mm) und
- für einen herkömmlichen Straßenoberbeton (Größtkorn 22 mm), der in geringen Mengen z.B. für einlagig zu erstellende Aufweitungsbereiche zur Anwendung kam.

Für beide Betone wurden analog zum Unterbeton Frisch- und Festbetonprüfungen durchgeführt. Es wurden der gleiche Zement (CEM I 32,5 R) und Luftporenbildner wie beim Unterbeton verwendet.

Für den dünnen Oberbeton wurden der überwiegend quarzitischer Sand 0/2 des Unterbetons sowie ein Diabas-Edelsplitt 2/5

und 5/8 verwendet. Da unter anderem der Polierwiderstand des Sands maßgebend für die langfristige Griffigkeit der Betondeckenoberfläche ist (s. Abschnitt 2.2, beton 7/2000) und das Autobahnamt Thüringen einen Schwerpunkt auf eine ausreichende Griffigkeit legt, wurde zusätzlich zu den in den ZTV Beton-StB 93 verlangten Nachweisen an der TU Berlin, Fachgebiet Straßenbau, für den Sand der Polierversuch nach Wehner/Schulze [11-13] in Auftrag gegeben.

Der Polierwiderstand des Sandes (Polierbeiwert 0,62) wurde als „hoch“ eingestuft. Der Diabas-Edelsplitt hatte einen PSV-Wert (PSV = Polished Stone Value) von 54 und erfüllte somit die Anforderungen des ARS 27/1994 bzw. der Neufassung der ZTV Beton-StB, die einen PSV-Wert von mindestens 50 für Decken der Bauklasse SV fordern.

Der Zementgehalt des dünnen Oberbetons betrug 430 kg/m<sup>3</sup> verdichteten Frischbetons. Der w/z-Wert lag in der Eignungsprüfung und im Mittel während der Bauausführung bei 0,43. Im Alter von 28 Tagen wurden eine mittlere Druckfestigkeit von 47 N/mm<sup>2</sup> und eine mittlere Biegezugfestigkeit von 7,2 N/mm<sup>2</sup> erreicht.



Bild 10: Der Transport des Ober- und Unterbetons von den Mischanlagen zum Einbauzug erfolgt in Lkw mit Stahlmulden, die entsprechend dem Transport von Ober- bzw. Unterbeton deutlich gekennzeichnet sind.

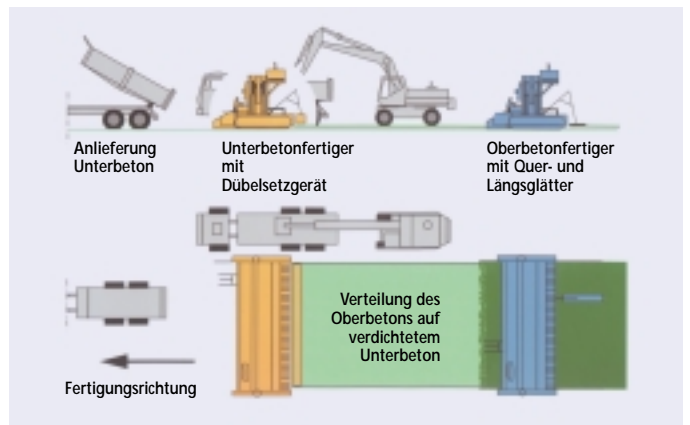


Bild 11: H+W-Betondecken-Einbauzug zur Herstellung von Verkehrsflächen aus Beton in zweischichtiger oder zweilagiger Bauweise (Schema)

Der Standardoberbeton (Größtkorn 22 mm) entsprach ebenfalls den Anforderungen der ZTV Beton-StB 93. Es wurde der gleiche Sand wie für den dünnen Oberbeton verwendet. Die Grobzuschläge des Betons bestanden aus Kies der Korngruppe 2/8 und aus Diabas-Edelsplitten der Korngruppen 8/16 und 16/22. Der Zementgehalt betrug laut Eignungsprüfung  $360 \text{ kg/m}^3$  verdichteten Frischbetons, der w/z-Wert lag in der Eignungsprüfung bei 0,44, während der Bauausführung i.M. bei 0,43. Die 28-Tage-Druckfestigkeit betrug i.M.  $46 \text{ N/mm}^2$ , die Biegezugfestigkeit  $6,2 \text{ N/mm}^2$ .

#### 4.2.2 Betonherstellung und Betontransport

Die Betone wurden in zwei Baustellenmischanlagen hergestellt. Für den Unterbeton und den herkömmlichen Straßenbeton wurde eine kontinuierlich arbeitende Mischanlage mit einer Leistung von rd.  $200 \text{ m}^3/\text{h}$  eingesetzt (Bild 8). Derartige Mischanlagen haben sich seit Jahrzehnten für die Herstellung großer Mengen hochwertiger Straßenbetone mit steifer Konsistenz bewährt. Für den „dünnen Oberbeton“ wurde eine Chargenmischanlage verwendet, deren Mischleistung von rd.  $45 \text{ m}^3/\text{h}$  für den Betonbedarf zum Einbau der nur 5 cm dicken Oberbetonschicht ausreichend war.

Während der Betonierphase wurde vor Ort ein Betonlabor betrieben, das die Prüfungen zur Qualitätskontrolle der Ausgangsstoffe und der Betone sowie die kontinuierliche Optimierung der Betonzusammensetzungen ermöglichte [10]. Besonders wichtig war es, die Dosiermenge des Luftporenbildners ständig den Einbaubedingungen anzupassen. Vor allem die Temperatur wirkt sich auf die erforderliche Dosiermenge des Luftporenbildners aus. Deshalb wurden z.B. zusätzlich zu der in den ZTV Beton-StB vorgeschriebenen Bestimmung des Luftgehalts des Frischbetons an der Einbaustelle unter anderem Messungen des Luftgehalts an den Mischanlagen sowie vor und nach den Fertigern durchgeführt (Bild 9).

Der Transport des Betons erfolgte durch Lkw mit Stahlmulden. Die Verwendung von Aluminiummulden war untersagt, um einen Aluminiumabrieb zu verhindern, der zu einer Porenbildung bis hin zu Aufwölbungen und Rissen des Betons führen kann, wie er durch Wasserstoffentwicklung im alkalischen Milieu des Frischbetons [32] entstehen kann. Der Transport der Zuschläge zu den Mischanlagen mit Aluminiumkippern war nicht grundsätzlich verboten, da dies nach vorliegenden Erfahrungen zu keinen derartigen Schäden im Beton führt. Die einzelnen Lkw waren für den Transport nur einer Betonsorte, entweder Ober- oder Unterbeton, eingeteilt und gekennzeichnet (Bild 10), so dass eine Verwechslung vor Unter- und Oberbeton ausgeschlossen werden konnte [10].

#### 4.2.3 Betoneinbau

Der Beton wurde in Gleitschalungstechnik zweischichtig in einer Breite von 14,50 m eingebaut [33, 34, 35]. Die Geräte eines H+W-Betondecken-Einbauzuges bestehen



Bild 12: Betondecken-Einbauzug zur Herstellung von Verkehrsflächen aus Beton in zweischichtiger Bauweise. Blick auf die fertige Betondeckenoberfläche, im Vordergrund die Arbeitsbühne, von der aus die Oberfläche durch Nachschleppen eines Jutetuchs zur Herstellung einer Oberfläche mit dauerhaft hoher Griffigkeit und geringer Geräusentwicklung strukturiert und das Nachbehandlungsmittel aufgesprüht wird.

aus einem Gleitschalungsfertiger für den Unterbeton und einem für den Oberbeton (Bild 11) sowie einer Arbeitsbühne (Bild 12).

Der Unterbeton wurde auf die angenäste ToB vor dem Unterbetonfertiger abgekippt, in der vorgesehenen Dicke und Höhenlage eingebaut und dabei mit Innenrüttlern verdichtet. In den verdichteten Unterbeton wurden die Dübel und Anker automatisch eingerrüttelt. Der Oberbeton wurde mit einem Mobilbagger von den Lkw in einen Vorderbeschicker geladen, der den Oberbeton über den Unterbetonfertiger hinweg auf den verdichteten Unterbeton vor den Oberbetonfertiger legte, der ihn in der planmäßigen Dicken- und Höhenlage einbaute (Bild 13).

Die Verdichtung erfolgte ebenfalls mit Rüttelflaschen, deren Abmessung, Leistung und Höhenlage am Fertiger auf den nur 5 cm dicken Oberbeton mit kleinem Größtkorn abgestimmt waren.

Der Oberbeton sollte nicht zu dünn, aber auch nicht zu dick eingebaut werden. Der Unterbeton durfte durch die Verdichtung des Oberbetons, abgesehen von einer wegen des dauerhaften Verbundes zwischen den beiden Betonschichten erforderlichen Übergangszone, nicht mit dem Oberbeton vermischt werden oder in den Oberbeton eindringen. Die durchschnittliche Dicke des Oberbetons, bestimmt an Bohrkernen, betrug etwas über 5 cm, wobei einzelne „Ausreißer“ zwischen



Bild 13: Einbau des auf den verdichteten Unterbeton geförderten Oberbetons durch den Oberbetonfertiger, der hier für den späteren Anbau einer Verzögerungsspur mit Seitenabschaltung fährt.



Bild 14: Längsglätter („Smoother“) am Oberbetonfertiger zum Glätten der frischen Betondeckenoberfläche in Längsrichtung



Bild 15: Wird über die frische Betondeckenoberfläche in Längsrichtung ein Jutetuch nachgezogen, entsteht eine dauerhaft griffige und geräuscharme Oberflächentextur.

4 cm und 8 cm lagen. Allerdings sind Überschreitungen der planmäßigen Dicke des Oberbetons nicht überzubewerten, da eine genaue Bestimmung der Grenzzone zwischen Unter- und Oberbeton an Bohrkernen nicht möglich und auch nicht erforderlich ist. Die Schichtdicke des dünnen Oberbetons sollte aber grundsätzlich auf etwa -1 cm und etwa +2 cm eingehalten werden.

Anschließend wurde die Betonoberfläche von dem Oberbetonfertiger in Quer- und Längsrichtung geglättet (Bild 14). Der Abstand zwischen Unter- und Oberbetonfertiger betrug immer nur wenige Meter, so dass Unter- und Oberbeton frisch in frisch eingebaut wurden und damit ein dauerhafter Verbund der beiden Schichten sichergestellt war. Von der unmittelbar nachfolgenden Arbeitsbühne aus wurde die frische Betonoberfläche unter anderem durch Nachschleppen eines Jutetuchs in Längsrichtung strukturiert, um die dauerhafte Griffigkeit und eine geringe Geräusentwicklung an der Betondeckenoberfläche sicherzustellen (Bild 15).

Das Autobahnamt Thüringen legte besonderen Wert auf eine Weiterentwicklung und Verbesserung der Oberflächenstruktur des Betons. Deshalb wurden unter Federführung der

Bundesanstalt für Straßenwesen im Zuge dieser Baumaßnahme weitere Versuche durchgeführt. Unter anderem konnte durch Nachschleppen eines Kunstrasens eine hinsichtlich hoher Griffigkeit und geringer Geräusentwicklung vielversprechende Oberflächentextur erzeugt werden (Bild 16). Über die Ergebnisse und Folgerungen aus diesen Versuchen wird zu einem späteren Zeitpunkt berichtet werden. Anschließend wurde ebenfalls von der Bühne aus ein flüssiges Nachbehandlungsmittel aufgesprüht. Für eine zusätzliche Nassnachbehandlung wurden Wassersprühgeräte vorgehalten. Diese war jedoch aufgrund der jahreszeitlich bedingt niedrigen Temperaturen und hohen Luftfeuchten nicht erforderlich. Der gesamte Einbauzug, d.h. die Dicke, Richtung und Höhenlage der fertigen Betondecke, wurde über Leitdrähte, die an den Fahrbahnrändern eingemessen waren, elektronisch gesteuert.

Je nach Witterung wurde ca. sieben Stunden nach dem Betonieren der Kerbschnitt der Quer- und Längsfugen ausgeführt (Bild 17). Dabei wurde besonders darauf geachtet, dass die Kerbschnitte rechtzeitig und in ausreichender Tiefe ausgeführt wurden, um sicherzustellen, dass keine wilden Risse in der Be-

tondecke auftraten. Es waren mindestens zwei Geräte zum Schneiden der Querschnitte und drei Geräte zum gleichzeitigen Schneiden der drei Längsfugen unmittelbar nach dem Schneiden der Querschnitte samt den Wasserwagen sowie Ersatzgeräten gefordert. Später wurden die Fugen aufgeweitet und mit komprimierbaren, elastischen Profilen nach ZTV Fug 3-StB 95 [36] verschlossen.

## 4.3 Betondecke auf kurzen Brücken ohne Übergangskonstruktionen

### 4.3.1 Konstruktive Details

Der Bauabschnitt der A 4 Teufelstal führt unter anderem über drei Bauwerke hinweg, die sich für eine Überbauung mit Beton eignen. Es handelt sich dabei um Rahmenbauwerke ohne Überschüttungen und ohne Übergangskonstruktionen, mit Gesamtlängen zwischen den Endauflagern von 7,77 m bis 10,29 m bzw. lichten Weiten zwischen den Widerlagern von 7,00 m bis 9,50 m. Die Kreuzungswinkel lagen zwischen 78,64 gon und 87,67 gon.

Da die Planung bzw. die statischen Berechnungen der Brücken schon weit fortgeschritten waren, wurde die ursprünglich ausgeschriebene Dicke der Betondecke der Strecke von



Bild 16: Wird anstelle des Jutetuchs ein Kunstrasen in Längsrichtung über die frische Betondeckenoberfläche geschleppt, entsteht ebenfalls eine Oberfläche mit einer dauerhaft hohen Griffigkeit und einer geringen Geräusentwicklung.



Bild 17: Fugenschneidgeräte mit Anlagen zum Absaugen des Schneid-schlammes direkt am Sägeblatt

27 cm auf den Brücken unverändert beibehalten. Die Betondecke der Strecke wurde entsprechend dem Nebenangebot mit einer Dicke von 30 cm bis an die Widerlager herangebaut. Der „Dickensprung“ von 30 cm auf 27 cm war vertretbar, da erfahrungsgemäß Schwankungen in der Deckendicke bis etwa 15 % nicht zu kritischen Spannungsspitzen führen. Zwischen den Widerlagern und den unteren 3 cm der 30 cm dicken Betondecke wurden 3 cm dicke Weichfaserplatten eingelegt.

Am Brückenanfang und -ende wurden über den Widerlagern jeweils verdübelte Querscheinfugen angeordnet, die aufgrund der nicht rechtwinkligen Kreuzungswinkel nicht parallel zu den Querscheinfugen der Strecke verliefen. Da sich zwischen diesen Querscheinfugen auf den Brücken Platten mit Kantenlängen ergaben, die größer als die 25-fache Plattendicke waren, wurde in der Mitte jeder Brücke eine weitere verdübelte Querscheinfuge parallel zu den beiden anderen Querscheinfugen angeordnet. Dadurch ergaben sich auf den Brücken Plattenlängen zwischen 4,15 m und 5,68 m. Um den Übergang von den zur Fahrbahnachse rechtwinkligen Querscheinfugen der Strecke zu den schiefwinkligen Querscheinfugen an den Brückenwiderlagern in einem Schritt nicht zu groß werden zu lassen, wurde bei der Brücke mit dem kleinsten Kreuzungswinkel außerdem auf jeder Seite bereits jeweils die letzte Querscheinfuge der Strecke um 11 gon gegenüber dem rechten Winkel verschwenkt.

#### 4.3.2 Einbau der Betondecke

Der Einbau des Betons unmittelbar vor und auf den Brücken erfolgte wie auf der freien Strecke in zweischichtiger Bauweise mit einem Betondecken-Einbauzug [33, 34, 35]. Der Einbau der Dübel für die Querscheinfugen musste jedoch modifiziert werden. Da die Dübel in Richtung der Fahrbahnachse liegen mussten und die Abweichungen der Querscheinfugen vom rechten Winkel zur Fahrbahnachse größer waren als durch die Aufhängung des Dübelbalkens an dem Unterbe-

tonfertiger ausgeglichen werden kann, boten sich zwei Lösungsmöglichkeiten an:

- Verlegung und Einbau der Dübel auf Spezialkörben oder
- Ausrichtung an einer für die Schiefwinkeligkeit der jeweiligen Querscheinfugen hergestellten „Mess-Schablone“ und Einrütteln in den verdichteten Unterbeton.

Aus baupraktischen Gründen wurde die zweite Möglichkeit gewählt.

Die Texturierung und Nachbehandlung der Betondecke sowie das Schneiden der Fugen auf den Brücken unterschieden sich nicht von den Arbeiten auf der freien Strecke. Die Fugen auf den Brücken wurden ebenfalls mit komprimierbaren, elastischen Fugenprofilen abgedichtet.

#### 5 Schlussbemerkung

Beton ist für hochbelastete Verkehrsflächen wie Autobahnen, Flugbetriebsflächen, Feste Fahrbahnen für die Hochgeschwindigkeitsstrecken der Bahn und Industrieflächen aus Gründen der Dauerhaftigkeit, der Wirtschaftlichkeit und des Umweltschutzes eine sehr gute Lösung. Obwohl es „moderne“ Betonstraßen bereits seit über 100 Jahren gibt [34], sind in der Betonbauweise immer noch Verbesserungen und Neuentwicklungen möglich und, um im Wettbewerb bestehen zu können, auch erforderlich.

Durch die neuen Bauweisen „dicke Betondecke“ auf einer Tragschicht ohne Bindemittel, „dünner Oberbeton“ und Betondecke auf kurzen Brücken, die in den Neufassungen der ZTV Beton-StB und der RStO enthalten sein werden, erlangt die Betonbauweise weitere Vorteile hinsichtlich ihrer Gebrauchseigenschaften, Dauerhaftigkeit und Wirtschaftlichkeit. Allerdings sind bei der Ausführung dieser Bauweisen in der Praxis einige Besonderheiten zu beachten, die nicht in allen Details im Technischen Regelwerk dargestellt sind. Außerdem sind entsprechende Spezialgeräte und ein mit der Herstellung von Verkehrsflächen aus Beton erfahrendes Fachpersonal erforderlich.

#### Literatur

Die nachfolgenden aufgeführten Literaturverweise werden fortlaufend zum ersten Teil des Beitrags ab Literaturstelle [25] weitergeführt. Verweise auf frühere Literaturstellen finden sich im Literaturverzeichnis des Beitrags aus beton 7/2000, S. 376-380.

- [25] Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Querschnitte, Ausgabe 1996, RAS-Q 96. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf. FGSV Verlag, Köln 1996
- [26] Sommer, H.: Developments for the exposed aggregate technique in Austria. 7th International Symposium on Concrete Roads, 3.-5. Oktober 1994 Wien, Session 8, Noise Reducing Surfaces, S. 133-140
- [27] Perl, W.: Die neue österreichische Betonstraßenbauweise – 10 Jahre Erfahrung. Zement und Beton (2000) H. 1, S. 4-6
- [28] Technische Lieferbedingungen für Mineralstoffe im Straßenbau, Ausgabe 1994, TL Min-StB 94. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau. FGSV Verlag, Köln 1994 sowie Ausgabe 2000, TL Min-StB 2000
- [29] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 1994, Fassung 1997, ZTVE-StB 94/97. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau. FGSV Verlag, Köln 1997
- [30] DIN 1164-1: Zement, Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen. Ausgabe Oktober 1994
- [31] DIN 1048 Teil 5: Prüfverfahren für Beton – Festbeton, gesondert hergestellte Probekörper. Ausgabe Juni 1991
- [32] Fiala, H.: Aluminiumreaktion in Beton. beton 49 (1999) H. 10, S. 556-559
- [33] Wilcken, von, A.: Moderne Verkehrsflächen aus Beton. beton 45 (1995) H. 8, S. 547-552
- [34] Wilcken, von, A.; Fleischer, W.: Beton im Verkehrswegebau – Qualität und Vielfalt durch Gleitschalungstechnik. Straße + Autobahn 49 (1998) H. 12, S. 664-673
- [35] Fleischer, W.; Steffen, H.: Über 60 km Autobahn in Betonbauweise. beton 48 (1998) H. 1, S. 18-24
- [36] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Fugenfüllungen in Verkehrsflächen, Teil 3: Fugenfüllungen in Verkehrsflächen aus Beton mit komprimierbaren elastischen Profilen, Ausgabe 1995, ZTV Fug 3-StB 95. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Betonstraßen. FGSV Verlag, Köln 1995