

GRIFFIG

Aktuelles über Verkehrsflächen aus Beton



Deutscher Straßen- und Verkehrskongress 2008

Die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen hat die Fachwelt zu diesem Kongress im Oktober nach Düsseldorf eingeladen. Schwerpunktthema im Eröffnungsprogramm war die Thematik „Globale Erwärmung – Eine Herausforderung für die FGSV“. Der Vortrag hierzu wurde von Herrn Professor Hohmeyer von der Universität Flensburg gehalten.

In den sechs Vortragsreihen wurden aktuelle Fragen zur Sicherheit – sowohl bei der Planung und im Entwurf, als auch bei der Ausstattung von Straßen – ebenso behandelt wie der aktuelle Stand der Regelwerke, Bauweisen und Verträge beim

Straßenbau. Weitere Themen befassten sich mit den Möglichkeiten der Staubekämpfung durch Verkehrsmanagement sowie mit aktuellen Entwicklungen bei den Straßenoberflächen und der Straßenerhaltung.

Beeindruckend war die Anzahl der Aussteller und die Qualität der begleitenden Fachausstellung „Straßen und Verkehr 2008“. Zwischen den Vorträgen war somit reichlich Gelegenheit gegeben, persönliche, fachliche Gespräche mit den Teilnehmern zu führen. Die Gütegemeinschaft nutzte vorwiegend den Stand der Betonmarketinggesellschaften, um sich mit ihrer Arbeit zu präsentieren.

Übergabe von neuen Betonstraßen

Im Dezember 2008 wurden Neubauabschnitte der A 71, der A 38, der Umgehungsstraße bei Langensalza sowie ein Ersatz auf der A 14 dem Verkehr übergeben. Insgesamt wurden mit diesen Objekten ca. 80 km Waschbetonbauweise hergestellt. Mit dem 24 km-langen Lückenschluss der A 38 zwischen dem Kreuz Halle-Ost und der Anschlussstelle Eisleben wurde durch die Arge Reinhold Meister GmbH/HEILIT+WOERNER Bau GmbH die bisher größte Waschbetonoberfläche in Deutschland erstellt.

KOMMENTAR

Nachhaltigkeitsaspekte von Betonfahrbahnen

Das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung auf unserem Planeten, erstmals von der Brundtland-Kommission für Umwelt und Entwicklung im Jahr 1987 formuliert, wurde durch die Enquete-Kommission des 13. Deutschen Bundestages 1998 in Ihrem Abschlussbericht „Konzept Nachhaltigkeit – vom Leitbild zur Umsetzung“ auf eine nationale integrative Politikstrategie übertragen. Im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung sind per Definition Belange aus den Bereichen der Ökologie, Ökonomie und der sozialen Solidarität so zu vereinbaren, dass die jetzige Generation ihre Bedürfnisse befriedigen kann, ohne zu riskieren, dass zukünftige Generationen diese Möglichkeit nicht mehr haben. Überträgt man dies auf das Bauwesen und im speziellen auf den Bau und Betrieb von Betonstraßen, ergeben sich beispielsweise neben Komfort und Sicherheit für den Reisenden oder einer ausreichenden Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit für den Betreiber Anforderungen aus dem Bereich der Ökologie an den Straßenverkehr. Deutlich wird dies bei der Betrachtung der gesamtdeutschen Emissionen an Luftschadstoffen, bei denen der Straßenverkehr je nach emittiertem Schadstoff im Jahr 2001 einen Anteil von bis zu 50 % besaß. Für den Bereich der Ökonomie werden bereits Werkzeuge wie das Pavement Management System (PMS) oder Lebenszyklusmanagementsysteme (LZMS) eingesetzt, welche u.a. dazu dienen, die Lebensdauer der Bauwerke zu verlängern und dabei gleichzeitig monetäre Kosten zu minimieren. Die ökologischen Auswirkungen des Straßenverkehrs können mittels Ökobilanzen (LCA) untersucht und bewertet werden. Dabei werden im Rahmen der sog. Sachbilanz alle stofflichen und energetischen In- und Outputs der betrachteten Prozesse bilanziert, um dann im Rahmen der sog. Wirkungsabschätzung

Fortsetzung Seite 16

Otto-Graf-Preis 2008

Im Rahmen des Deutschen Straßen- und Verkehrskongresses vom 08.-10. Oktober 2008 in Düsseldorf wurde der Otto-Graf-Preis an Herrn Prof. Rolf Breitenbücher von der Ruhr-Universität Bochum verliehen. Die offizielle Ehrung der Stiftung nahm der neugewählte Vorsitzende der FGSV Dir. Dipl.-Ing. Gerbens vor. In seiner Laudatio würdigte er maßgeblich die Koordinierung und Mitwirkung durch Prof. Breitenbücher bei der Forschungsarbeit „Rissbildung an Fahrbahndecken aus Beton – Auswirkungen von AKR“ sowie seine vielfältige Vortragstätigkeit über den Betonstraßenbau. Gegenwärtig wird an der Ruhr-Universität Bochum ein innovatives Forschungsthema mit dem Titel „Selbstverdichtender Beton mit hoher Grünstandsfestigkeit für den Einsatz in Gleitschalungsfertigern im Betonstraßenbau“ bearbeitet.

Am Abend lud der Bundesverband der Deutschen Zement-

industrie zum Abendessen und einem gemütlichen Beisammensein unter den Betonfachkollegen des Straßenbaus ein.

Nach einer lockeren Laudatio durch den vorangegangenen Preisträger, Uwe Bielenberg, referierte Prof. Breitenbücher zum Thema „Betonstraßen – Wege in die Zukunft“. Als Anerkennung erhielt er ein Stück Betonstraße aus innovativem, hochfesten, selbstverdichteten Beton.



Verleihung der Stiftungsurkunde durch Direktor Gerbens



Übergabe der Betonstraße durch den Hauptgeschäftsführer des BDZ, Dr. rer. nat. Martin Schneider

Whitetopping – eine zukunftsfähige Sanierungsmethode mit Beton

Siegfried Riffel, Talheim

Vorbemerkungen

Die Verkehrsbelastungen im deutschen Straßennetz nehmen von Jahr zu Jahr permanent zu. Gleichzeitig fehlen dem Bund, den Ländern und Kommunen die Finanzmittel für neue Infrastrukturmaßnahmen und dringend erforderliche Reparaturen. Das Ergebnis sind mehr und mehr schadhafte Straßen, denn oft genügt der gesamte Fahrbahnaufbau den heutigen Verkehrsbeanspruchungen nicht mehr.

Eine schnelle, kostengünstige und dauerhafte Lösung zur Instandsetzung bzw. Ertüchtigung schadhafter und/oder unterdimensionierter Asphaltstraßen ist die aus den USA stammende Whitetopping-Bauweise. Sie wird dort vielseitig eingesetzt, wie zum Beispiel im Bereich von Autobahnen, Bundes- und Landstraßen sowie für kommunale und private Straßen, Flugbetriebs-, Industrie- und Parkflächen. In Deutschland liegen mit dieser Bauweise, insbesondere bei hochbelasteten Verkehrsflächen, keine bzw. keine ausreichenden Erfahrungen vor.

Whitetopping eignet sich ideal auch für die Beseitigung von Problemstellen an neuralgischen Punkten im innerstädtischen Bereich, wie beispielsweise an Ampeln und Kreuzungen oder Busspuren und Bushaltestellen, wo sehr häufig durch die starke dynamische Beanspruchung der Decke Spurrinnen und Verwerfungen („Waschbretter“) entstanden sind.

Der größte Vorteil von Whitetopping liegt in der Schnelligkeit: Anstatt einer Kompletterneuerung wird eine Ertüchtigung der schadhaften Asphaltdecke mit einem relativ dünnen „Betonüberbau“ erzielt, der

den vorhandenen Aufbau als Tragschicht nutzt. (Bild 1)

So kann fast jede Straße kostengünstig und mit relativ geringem Aufwand nachhaltig repariert werden, vorausgesetzt, der Unterbau bzw. die Fahrbahnkonstruktion ist noch weitgehend intakt.

1. Allgemeines

Whitetopping ist eine Form der Instandsetzung bzw. Ertüchtigung von geschädigten, bituminös gebundenen Fahrbahndecken im Tief- und Hocheinbau in der Regel mit einem schwindarmen, fasermodifizierten Hochleistungsbeton. Die Whitetopping-Bauweise eignet sich insbesondere dann, wenn der gesamte Fahrbahnaufbau – insbesondere bei starker Spurrinnenbildung – den heutigen Verkehrsbeanspruchungen, z.B. durch Verkehrsbelastung, erhöhte Achslasten, dynamische Belastungen etc., nicht mehr genügt.

Man unterscheidet heute zwei Klassen von Whitetopping-Einbauverfahren:

1. dünn (TWT): Einbaudicken 100 bis 200 mm, i.d.R. mit Verbund zur Asphalt-schicht
2. ultra-dünn (UTW): Einbaudicken 50 bis 100 mm, mit zwingendem Verbund zur Asphalt-schicht

Für eine dauerhafte Instandsetzung einer schadhafte Asphaltbefestigung in der Whitetopping-Bauweise ist eine Restasphaltdicke von mindestens 75 mm erforderlich. Dabei ist allerdings auch zu berücksichtigen, dass nicht alle Asphaltüberbauten mit einer dünnen Betonschicht instandgesetzt werden können. Sofern die Tragfähigkeit des

Untergrundes bzw. die der verbleibenden Tragschicht nicht mehr in ausreichendem Maß vorhanden ist, muss vor einem Überbauen mit Beton (TWT bzw. UTW) abgeraten werden. Hierfür sind für eine zielorientierte Beurteilung und Entscheidungsfindung folgende Voruntersuchungen erforderlich:

- Schadensursache
- vorhandener Schichtenaufbau der Verkehrsfläche
- Schädigungsgrad in den einzelnen Schichten (Oberbau, Unterbau, Untergrund)
- Tragfähigkeit des vorhandenen Fahrbahnaufbaus
- Qualität des Asphaltoberbaus bzgl. des herzustellenden Verbundes zwischen Beton und Asphalt (Haftzugfestigkeit)

Aus den Erfahrungen in den USA liegt die Lebensdauer von Whitetoppingstrecken bei bis zu 30 Jahren. UTW-Beläge sind in den USA bisher eher für Straßen und Verkehrsflächen mit langsamem Verkehr und geringer Verkehrsbelastung im innerstädtischen Bereich eingesetzt worden. Mit neu entwickelten Hochleistungsbetonen und modernen Einbauverfahren können künftig auch hochbelastete Verkehrsflächen mit dünnen UTW-Schichten nachhaltig überbaut werden.

Bei allen bisherigen Versuchen und Bau-maßnahmen hat sich gezeigt, dass ein sorgfältiges Abwägen der Designvarianten, eine geeignete Auswahl der Baustoffe und Einbaugeräte sowie höchste Sorgfalt bei der Bauausführung, die maßgeblichen Parameter für eine erfolgreiche und entsprechend dauerhafte Erneuerung in der Whitetopping-Bauweise darstellen.

Bild 1: Konstruktions-schema „Whitetopping“

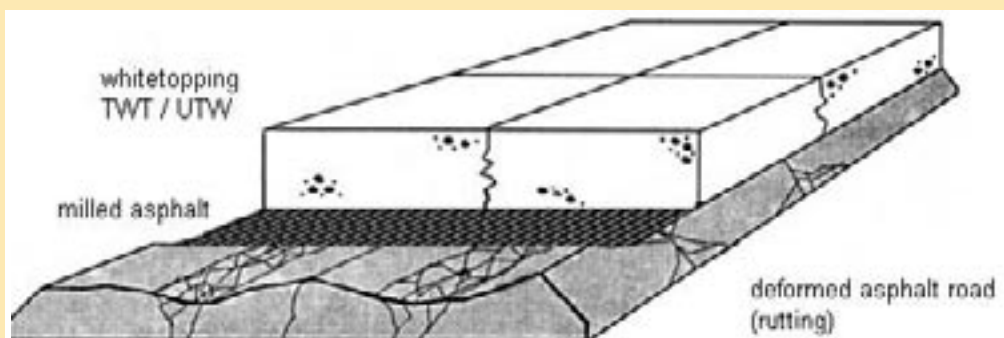




Bild 2: Gefräste Asphaltstraße mit Spurrinnen

2. Bautechnik

Um eine langlebige und dauerhafte Instandsetzung einer schadhafte Asphaltbefestigung mit Whitetopping gewährleisten zu können, sind bei der Vorbereitung und Bauausführung folgende Punkte zu beachten:

2.1 Vorbereiten des Untergrundes

- Alle Schlaglöcher, Vertiefungen und Ausbrüche müssen mit Asphalt (ggf. mit STSuB, KTS, ToB) geschlossen werden. Wichtig ist eine gute Verdichtung und eine ausreichende Tragfähigkeit der reparierten Stellen.
- Schadhafter, nichttragfähiger Oberbau ggf. Unterbau/Untergrund muss ausgetauscht werden.
- Der schadhafte Asphalt ist durch Fräsen auf die erforderliche Einbaudicke schonend abzutragen. Für die Gewährleistung eines optimalen Verbunds sowie für eine ebene und gleichmäßig dicke Einbauhöhe, sollte die für den TWT/UTW-Einbau vorbereitete Asphaltoberfläche durch Feinfräsen hergestellt werden. Falls im Hocheinbau die Whitetopping-Schicht auf eine nicht gefräste Asphaltunterlage oder auf nicht gefräste Teilbereiche aufgebracht wird, muss die Oberfläche z.B. durch Hochdruckwasserstrahlen gereinigt und aufgeraut werden, um eine ausreichende Rauigkeit für den Verbund zu erreichen. (Bild 2 – 3)
- Wenn es die Deckendicke zulässt, soll die Frästiefe ca. 20 - 100 mm betragen.
- Nach dem Fräsen ist eine gründliche maschinelle und/oder manuelle Reinigung der Asphaltoberfläche mit dem Nassau-



Bild 3: Fräsen des Asphalts



Bild 4: Betoneinbau mit Gleitschalungsfertiger

ger, ölfreier Druckluft und/oder mit dem Wasserstrahl erforderlich, um Staub und lose Partikel aus dem Fräsvorgang zu entfernen.

- Vor dem Betoneinbau muss die Asphaltoberfläche grundsätzlich angefeuchtet werden, damit dem Beton für eine optimale Hydratation kein Wasser entzogen wird. Beim Einbau muss die Oberfläche wieder „mattfeucht“ abgetrocknet sein; d.h. es dürfen keine Wasseransammlungen und Pfützen vorhanden sein, die den Verbund bzw. die Betonqualität (w/z-Wert) negativ beeinflussen.

Bei warmer Witterung ist vor dem Betonieren die Asphaltoberfläche mit Wasser

durch Vernebelung oder Besprühen abzukühlen, um eine Schädigung der Kontaktzone zwischen dem Asphalt und Beton zu vermeiden. Stark aufgeheizte Asphaltflächen verhindern den erforderlichen Verbund zwischen dem Asphalt und Beton. Ab einer Asphalttemperatur von 45°C ist für einen dauerhaften Verbund nur eine Kühlung mit Wasser oder mit einer dünnflüssigen Zementleimischung („whitewashing“) ausreichend wirksam.

- Bei längeren Standzeiten – ab ca. 1 Tag – nach dem Waschen, ist gegebenenfalls unmittelbar vor dem Betoneinbau eine Reinigung der Oberfläche mit ölfreier Druckluft erforderlich, um Staub und Verschmutzungen zu entfernen.

2.2 Betoneinbau

Der Beton kann maschinell oder manuell mit den folgenden Bauverfahren ein- oder zweischichtig eingebaut werden. Das Einbauverfahren ist immer auf die Größe, Geometrie und Lage der Einbaufläche abzustimmen.

- Gleitschalungsfertiger (nur bei großen, räumlich nicht beengten Baumaßnahmen zweckmäßig)
- Straßenfertiger mit einer Beton-Hochverdichtungsbohle (bei mittleren und großen Baumaßnahmen mit räumlich

eingeschränkten Verhältnissen wie z. B. für Straßen im innerstädtischen Bereich sowie bei großen Ampel- und Kreuzungsbereichen und Busspuren etc. geeignet)

- Walzenfertiger – z.B. STRIKER Nivellier- und Abziehwalze – (nur für relativ kleine, geometrisch ungünstige und beengte Flächen geeignet wie z.B. kleine Ampel- und Kreuzungsbereiche, Busbuchten, Einfädelspuren etc.)
- Handeinbau zwischen einer Schalung – z.B. Rüttel-/Abziehbohle (nur für kleine, geometrisch ungünstige Flächen zweckmäßig, wo ein maschineller Einbau nicht möglich ist)



Bild 5: Aufspritzen des Oberflächenverzögerers



Bild 6: Waschbetonoberfläche mit PPE-Fasern

Grundsätze:

- Beim Handeinbau ist der Einsatz einer Verdichtungsbohle oder eines Laser-Screeds zum Abziehen sinnvoll; Rüttelpatschen sind i.d.R. für den UTW-Einbau nicht geeignet.
- Die Betoneinbaudicke ist auf der ggf. unebenen Unterlage so zu wählen, dass die statisch erforderliche Konstruktionsdicke an den dünnsten Stellen vorhanden ist. (Bild 1)
- Die Betonkonsistenz ist während der gesamten Einbauphase so gleichmäßig wie möglich einzustellen (Ausbreitmaß ± 2 cm), damit die Ebenheitsanforderungen sicher erreicht werden.
- Zwei Einbaustreifen nebeneinander können in Bezug auf die Ebenheit vorteilhaft sein (redundantes System, da die Unebenheit meist nur auf einer Radseite vorhanden ist).
- Bei der Herstellung von zwei getrennt nebeneinander liegenden Streifen soll der Beton des zuerst hergestellten Streifens mindestens eine Druckfestigkeit von 26 N/mm^2 haben.
- In der Regel werden die Fugen bei TWT- und UTW-Flächen nicht verdübelt und verankert. Bei einer Verdübelung sind die Dübelkörbe unverschieblich auf dem Untergrund zu fixieren, damit beim Betoneinbau ihre Position und Lage nicht verändert wird.
- Die zulässige Abweichung der Ebenheit in Längs- und Querrichtung an der fertigen Decke beträgt i.d.R. 6 mm innerhalb einer 4 m langen Messstrecke.
- Der Betoneinbau sollte in Anlehnung an die ZTV Beton-StB 07 erfolgen.

Folgende Parameter sollten hierbei eingehalten werden:

- Lufttemperatur / Einbautemperatur:
 $T_{\text{Luft}} \geq 5^\circ\text{C}$ und $\leq 25^\circ\text{C}$
- Frischbetontemperatur: $T_{\text{Beton}} \geq 5^\circ\text{C}$ und $\leq 30^\circ\text{C}$
- relativ hohe Luftfeuchtigkeit:
> 50 %, günstig für Einbau und Nachbehandlung
- niedrige Windgeschwindigkeit:
Wasserverdunstungsmenge $\leq 1,0 \text{ kg/m}^2\text{h}$, günstig für Einbau und Nachbehandlung

- Bei kühler Witterung $T_{\text{Luft}} < 5^\circ\text{C}$ soll kein Whitetopping-Belag eingebaut werden.

- Die frische Betonoberfläche ist gemäß der ZTV Beton-StB 07 vor dem Austrocknen und vor Regen zu schützen.

2.3 Fugen

Die UTW- oder TWT-Schicht wird quer und längs zur Fahrtrichtung durch Quer- und Längsfugen in Platten unterteilt, die als Schein-, Raum- oder Pressfugen ausgebildet werden. Die Fugen verlaufen i.d.R. rechtwinklig zur Straßenachse. Die Längsfugen sollen nicht im Bereich der Radspuren angeordnet werden. Feste Einbauten (z.B. Entwässerungsrinnen, Bordsteine, Straßenabläufe, Schächte) sind stets durch Raumfugen von der Decke zu trennen.

Für die Ausführung der Fugenschneidarbeiten ist das Erstellen eines Fugenplans notwendig.

Bei der Planung und Ausführung der Fugen sind folgende Parameter zu beachten:

- Schneiden der Fugen mit leichtem Gerät so früh wie möglich z.B. mit einer Fugenschneidmaschine oder „Sof-Cut“-Fugenschneider.
- Kurze Fugenabstände (längs und quer) sind zu bevorzugen.
 - maximal 12 bis 15-fache Plattendicke bei UTW-Schichten mit Normalbeton.
 - maximal 18 bis 22-fache Plattendicke bei UTW-Schichten mit schwindarmem, fasermodifiziertem Hochleistungsbeton.
- Längsfugen: Fugenschnitt in Längsrichtung i.d.R. in der Mittelachse der Fahrspuren.
- Querfugen: Fugenabstand in UTW ca. 0,60 bis 2,20 m, je nach Schichtdicke und Betonrezeptur.
- Platten möglichst quadratisch oder rechteckig: Verhältnis L / B max. 1,5
- Schnitttiefe:
 - Bewegungsfugen mindestens 25 % / max. 30 % der TWT- bzw. UTW-Schichtdicke.
 - Trennfugen (Pressfugen) mindestens ≥ 6 mm.
- Schnittbreite: ≥ 3 mm
- Die Fugen werden mit heiß oder kalt verarbeitbaren Fugenmassen oder Fugenprofilen geschlossen. Je nach



Bild 7: Fertiggestellte Abfahrtsrampe an Lichtsignalanlage

Nutzung und Beanspruchung der Verkehrsfläche, kann das Verschließen bzw. Verfüllen der Fugen bei UTW-Schichten entfallen.

2.4 Nachbehandlung / Oberflächentextur

- Die Verwendung von hellpigmentierten Nachbehandlungsmitteln (TL NBM-StB) ist zweckmäßig; je nach der Oberflächentextur ist die 1,5fache oder doppelte Menge gegenüber der Normalmenge empfehlenswert (ca. 200 - 300 g/m²).
- Bei Lufttemperaturen $> 30^{\circ}\text{C}$, starker Sonneneinstrahlung, starker Windeinwirkung oder einer relativen Luftfeuchte $< 50\%$ muss der Beton stets zusätzlich (1 bis 3 Tage) nass nachbehandelt werden. Die Nassnachbehandlung hat so früh wie möglich zu beginnen, d.h. sobald das Nachbehandlungsmittel abgetrocknet ist und nicht mehr abgewaschen werden kann.
- Bei Temperaturen unter 7°C sind für die Nachbehandlung wärmehaltende Abdeckungen (z.B. Thermomatten) zu verwenden.

- Der junge Beton ist bis zu einer Druckfestigkeit von $\geq 5 \text{ N/mm}^2$ vor Frost zu schützen.
- Die Betonoberfläche kann bei Bedarf mit einem Rotationsglätter bearbeitet werden.
- Zur Texturierung der Oberfläche können folgende Verfahren angewendet werden:
 - Besenstrich quer
 - Kunstrasen längs
 - Waschbeton

3. Verkehrsfreigabe

Für die Verkehrsfreigabe ist eine Druckfestigkeit von $f_{c,cube} \geq 26 \text{ N/mm}^2$ – nachgewiesen am Erhärtungswürfel – erforderlich. Weitere Parameter müssen eingehalten werden:

- Verbundfestigkeit $f_v \geq 1,0 \text{ N/mm}^2$
- Biegezugfestigkeit $f_{rk} \geq 3,5 \text{ N/mm}^2$ (F3,5)
- Spaltzugfestigkeit $f_{sk} \geq 2,4 \text{ N/mm}^2$ (SC2,4)

4. Ausgeführte Objekte

In den vergangenen Jahren wurden folgende UTW / TWT-Projekte erfolgreich ausgeführt:

- Teststrecke bei der HeidelbergCement AG im Zementwerk Wetzlar
- Teststrecke bei der Union Beton Rosenheim
- Sanierung der Zufahrt zum TLS-Tanklager, Stuttgart
- Sanierung einer Belade- / Lagerfläche bei der Fa. BW-Rohstoff + Recycling, Stuttgart
- Ertüchtigung der Zu- und Abfahrtsrampen West an der AS Ottobrunn (BAB A99)
- Sanierung der Busverkehrsfläche im Gleisbereich der Straßenbahn in Darmstadt

Weitere Baumaßnahmen sind in Vorbereitung:

- Sanierung der Bushaltestelle in Stuttgart-Plieningen
- Sanierung der Bushaltestelle in Stuttgart-Birkach
- Sanierung der LKW-Parkplätze an der T+R Höhenrain (BAB A95)

5. Beispiel Whitetopping - Bundesautobahn A99, Anschlussstelle Ottobrunn

Die Baumaßnahme

Im Frühjahr 2008 wurde im Zuge der Fahrbandeckenerneuerung auf der Bundesautobahn A99, Autobahnring München, eine in Deutschland noch relativ neue Bauweise eingesetzt: Whitetopping.

Saniert wurden mit diesem Verfahren die Zu- und Abfahrtsrampen West der Anschlussstelle (AS) Ottobrunn.

Aufgrund der hohen Verkehrsbelastung hatte die Westrampe der AS Ottobrunn, insbesondere im Bereich der Signalanlage, starke Spurrinnen und Verdrückungen aufgewiesen, wodurch auch die Verkehrssicherheit beeinträchtigt war. Zudem hatte die vorhandene Asphaltdecke lediglich eine Dicke von 17 – 18 cm, so dass sie für die aktuelle Verkehrsbelastung unterdimensioniert war. Aus

diesem Grund wurde eine Verstärkung der Decke vorgenommen, wobei in diesem Fall vom Bestand ca. 2 cm Asphalt abgefräst und anschließend mit einer 14 cm dicken Betonschicht überbaut wurden. Die Sanierung der AS Ottobrunn betraf ca. 6.500 m².

Ziel der Straßenbauverwaltung Bayern war es, mit der Whitetopping-Bauweise eine schnelle, unterhaltungsarme und nachhaltige Sanierung der hochbelasteten Anschlussstelle zu realisieren.

Vorbereitung der Baumaßnahme AS Ottobrunn

Da es sich bei dem Projekt AS Ottobrunn um die erste größere öffentliche Baumaßnahme in der Whitetopping-Bauweise handelte und bis zu diesem Zeitpunkt noch keine Erfahrungen mit dem maschinellen Einbau des fasermodifizierten und schwindreduzierten Hochleistungsbetons mittels Gleitschalungsfertiger vorlagen, wurden in einem Vorversuch auf dem Gelände der Autobahnmeisterei Hohenbrunn vier Probefelder von jeweils ca. 185 m² hergestellt. Im Rahmen dieser Versuche wurde auch ein Novum getestet, die Herstellung einer Waschbetonoberfläche mit dem speziellen, schwindreduzierten Faserbeton.

Obwohl bei der TWT-Strecke AS Ottobrunn bereits in der Ausschreibung das Fräsen des Asphalts vorgesehen war, sollten die Vorversuche über die Verbundqualität von gefrästen, ungefrästen und neu hergestellten Asphaltunterlagen Aufschluss geben. Die Versuche sollten auch zeigen, dass im Falle einer Deckenverstärkung im Hoch-einbau bzw. aus wirtschaftlichen Gründen möglichst auf ein Fräsen verzichtet werden kann. In diesem Fall wird die deformierte Asphaltdecke mit einer 2 bis 3 cm dicken Asphaltausgleichsschicht überbaut, die dann als direkte Unterlage für die neue Whitetoppingschicht dient.

Vorbereitende Maßnahmen

Zur Herstellung der vier Probefelder wurde der schadhafte Asphalt ausgebaut und durch eine neue Asphalttragschicht (ATS) ersetzt. Das Niveau der fertigen ATS lag bei -14 cm. Bei zwei Probefeldern wurde die ATS fein-gefräst, die anderen beiden Felder wurden nicht gefräst.

Nach dem Fräsen wurde die Asphalt-oberfläche mit einer Spezialmaschine durch Hochdruckwasserstrahlen und Saugen gereinigt.

Auf der gereinigten Oberfläche wurden auf entsprechenden Körben (Abstandshaltern) fixierten Dübel und Anker im Abstand von 2,60 m x 2,60 m eingebaut.

Der Beton

Die Betonzusammensetzung wurde in Anlehnung an vorherige Whitetopping-Projekte gewählt. Da ein gleichmäßiges Fugenbild mit maximal möglichem Fugenabstand ausgeführt werden sollte, wurde ein schwindarmer, fasermodifizierter Beton projektiert. Dieser ermöglichte die Erhöhung des Fugenabstands auf das ca. 18-fache der Plattendicke.

Im Rahmen der Erstprüfung wurden im Labor drei Betonrezepturen geprüft: zwei Betone mit unterschiedlichen Schwindreduzieren und ein Beton ohne Schwindreduzierer als Referenzmischung für die Beurteilung der Schwindreduzierung.

Der Betoneinbau in den Probefeldern

In den einzelnen Probefeldern wurden zwei Betone verwendet, die unterschiedliche verflüssigende Zusatzmittel, Schwindreduzierer und Luftporenbildner enthielten. Diese wurden auf einer Baustellenmischanlage hergestellt und auf offener LKW-Pritsche zur Einbaustelle transportiert.

Unmittelbar vor dem Betoneinbau wurde die Unterlage angefeuchtet.

Wie für den Einbau an der AS Ottobrunn geplant, wurden die Betone mit dem Gleitschalungsfertiger eingebaut. Mit einem Bagger und dem Schwertverteiler am Fertiger wurde vor dem Verdichtungsaggregat (Presskasten) der Beton gleichmäßig vorgelegt und hinter der Abziehböhlle mit dem Längsglätter eine ebene, geschlossene Oberfläche hergestellt.

Unmittelbar nach Fertigstellung der Oberfläche wurde der Oberflächenverzögerer aufgetragen: In einem Feld mit einem Airless-Spritzgerät (Membranpumpe), in den restlichen Feldern mit einer Arbeitsbühne. Nach 16 – 24 Stunden konnte die Oberfläche in zwei Übergängen trocken ausgebürstet werden. Direkt nach dem Ausbürsten wurde auf die Waschbetonoberfläche ein flüssiges Nachbehandlungsmittel aufgetragen.

Abschließend wurden die Scheinfugen im Raster von 2,60 m x 2,60 m geschnitten.

Fazit der Vorversuche

An den Probefeldern konnte nachgewiesen werden, dass der Einbau des schwindarmen, fasermodifizierten Betons mit dem Gleitschalungsfertiger problemlos möglich ist. Auch das Novum, die Herstellung einer Waschbetonoberfläche mit dem Faserbeton, konnte mit einem guten Ergebnis realisiert werden. Einige der Hochleistungskunststofffasern waren erwartungsgemäß an der Oberfläche sichtbar. Nach den bisherigen Erfahrungen, werden diese Fasern durch

die Einwirkung von UV-Strahlung und Verkehrsbelastung in relativ kurzer Zeit von der Oberfläche verschwunden sein. Bereits im Vorversuch hat sich gezeigt, dass die Kunststofffasern an der Oberfläche keine negativen Auswirkungen auf die Griffigkeit haben.

Bauausführung AS Ottobrunn

Aufgrund der positiven Ergebnisse der Vorversuche hat sich der Bauherr für die Ausführung der Baumaßnahme AS Ottobrunn mit dem in der Erstprüfung projektierten schwindreduzierten, fasermodifizierten Beton in der Waschbetonbauweise mit 11 mm Größtkorn entschieden. (Tabelle 1)

Neben den reinen Betonierarbeiten waren noch eine Vielzahl an Vor- und Nacharbeiten erforderlich:

- Fräsen des Asphalts
- Reinigen der gefrästen Asphaltfläche mit einer Saug-Hochdruckreinigungsmaschine
- Einmessen, Verlegen und Befestigen der Dübel- und Ankerkörbe auf der Unterlage
- Höhenanpassung von Einläufen und Schächten
- Anfeuchten der Asphaltunterlage
- Einbau der 14 cm starken Whitetopping-Schicht mit dem Gleitschalungsfertiger (Bild 4)
- Herstellen der Waschbeton-Textur mit OVZ-Kombimittel und trockenem Ausbürsten (Bild 5/6)
- Aufbringen eines Nachbehandlungsmittels
- Schneiden der Quer- und Längsscheinfugen
- Schließen der Fugen
- Aufbringen der Fahrbahnmarkierung

Wie bereits bei Herstellung der Probefelder konnte der Beton auch bei der Baumaßnahme AS Ottobrunn mit dem Gleitschalungsfertiger problemlos eingebaut werden. Im Rahmen der Eigenüberwachung wurden die geforderten Frisch- und Festbetoneigenschaften nachgewiesen. (Tabelle 2)

Die an der fertigen Betondecke durchgeführten Griffigkeitsmessungen mit dem Seiten-Kraft-Messverfahren (SKM) haben ergeben, dass die an der Waschbetonoberfläche sichtbaren PPE-Fasern die Griffigkeit nicht negativ beeinflussen. Der Grenzwert

Festigkeitsklasse	C 35/45
Expositionsclassen	XF4, XM2
Zement	420 kg/m ³ CEM I 42,5 R
Gesteinskörnung	35 % Sand 0/3 mm 35 % Splitt 5/8 mm (Granit) 30 % Splitt 8/11 mm (Granit)
w/z-Wert	0,38
Zusatzmittel	0,60 % v.Z. Fließmittel 0,07 % v.Z. Luftporenbildner 1,50 % v.Z. Schwindreduzierer
Zusatzstoff	PPE-Fasern 90/40 (3,8 kg/m ²)

Tabelle 1: Verwendete Betonzusammensetzung

Konsistenz (Verdichtungsmaß)	[-]	1,27
Frischbeton-Rohdichte	[kg/dm ³]	2,274
Luftporengehalt	[Vol.-%]	5,6
w/z-Wert	[-]	0,39
Festbeton-Rohdichte	[kg/dm ³]	2,27
Druckfestigkeit	[N/mm ²]	53

Tabelle 2: Ergebnisse der Eigenüberwachung (Mittelwerte)

$\mu_{SKM} = 0,56$ für den Einzelwert eines 100 m-Abschnittes bei 40 km/h wurde mit 0,82 auf der Zufahrtsrampe und 0,78 auf der Abfahrtsrampe deutlich überschritten. Damit werden die Anforderungen an die Griffigkeit eindeutig erfüllt.

Fazit

Bei der Realisierung des Whitetopping-Projektes Bundesautobahn A99, AS Ottobrunn konnte gezeigt werden, dass sich die neue Bauweise für die wirtschaftliche Erneuerung von schadhaften, unterdimensionierten Asphaltstraßen eignet. Der verwendete Hochleistungsbeton eignet sich auch für den Einbau mit dem Gleitschalungsfertiger. Selbst das Herstellen der Waschbetontextur mit dem fasermodifizierten Beton stellte kein Problem dar. Aus dieser Baumaßnahme konnten alle Beteiligten wichtige Erkenntnisse und Erfahrungen für künftige Whitetopping-Projekte gewinnen. Nach einer sehr kurzen Liegedauer unter Verkehr kann derzeit das Langzeitverhalten bzw. die Dauerhaftigkeit noch nicht abschließend

beurteilt werden. Hierzu ist eine fortlaufende Beobachtung der Strecke sinnvoll und auch erforderlich.

Es ist geplant, im Frühjahr 2009 die positiven Erkenntnisse direkt in ein weiteres Whitetopping-Projekt, nämlich die Sanierung von stark geschädigten LKW-Parkplätzen einer Tank- und Rastanlage, einfließen zu lassen.

6. Zusammenfassung

Whitetopping ist eine neue Bauweise, die für eine Vielzahl von Anwendungen eine sinnvolle und wirtschaftliche Alternative zu anderen, wesentlich aufwändigeren Bauweisen darstellt. Um eine fachgerechte, praxisnahe und umfassende Anwendung zu garantieren, sind zeitnah technische und vertragliche Regelungen zu schaffen, die dann den ausschreibenden Stellen (z.B. als Ausschreibungshilfe) zur Verfügung stehen.

Innovative Messmethoden zur Erfassung von Fahrbahnoberflächen

Igor Müller,
Bergisch-Gladbach

1. Einführung

Für die Betonstraßen sind die Griffigkeit, das Reifen- Fahrbahn- Geräusch und die Helligkeit die wichtigsten Gebrauchseigenschaften. Die geometrische Feingestalt ihrer Oberflächen, die man als Textur bezeichnet, ist die Primärgröße für die Rauigkeit und das unter dem rollenden Reifen entstehende Geräusch. Auf die Sicherheit und die Schallentstehung im fließenden Verkehr hat sie einen entscheidenden und noch nicht abschließend erforschten Einfluss. Mit dieser Thematik befasst sich das Referat S3 „Betonbauweisen. Lärmindernde Texturen der BAST“ seit mehreren Jahren. Im Rahmen der Forschungsprojekte „Wirksamkeit der Oberflächentexturen auf Betondecken hinsichtlich Griffigkeit und Geräuschreduzierung“ und „Leiser Straßenverkehr“ wurden drei innovative optische Messsysteme für die Erfassung und Bewertung der Eigenschaften von Straßenoberflächentexturen eingesetzt. Dies sind [1]:

- der statische 2-dimensionale Textur-Laserprofilometer TL-5,
- das mobile 2-dimensionale TMF- Messsystem und
- das statische 3-dimensionale T3D- Messsystem mit je einem kleinen und einem großen Messfeld,

die im Folgenden beschrieben werden.

2. Messmethoden

Der Textur-Laserprofilometer TL-5 (Abbildung 1) ermöglicht eine statische, optische, berührungslose, 2-dimensionale Erfassung von Straßenoberflächen im Makro- und Megatexturbereich. Der TL-5 wurde für die Messung von Betonplatten in kompletter Länge entwickelt. Das wichtigste Ergebnis der Messung mit TL-5 ist ein Texturprofil von der gemessenen Fahrbahnoberfläche, das insgesamt oder für die Fensterbereiche unterschiedlicher Länge grafisch dargestellt werden kann. Für die Durchführung der Messungen ist die Einrichtung einer Absperrung erforderlich.

Um die Flexibilität und die Wirtschaftlichkeit der Messungen zu erhöhen, wurde das mobile Laserprofilometer TMF entwickelt (Abbildung 2). Das selbstkalibrierende TMF- Messsystem ermöglicht eine kontinuierliche Messung im fließenden Verkehr bei Geschwindigkeiten zwischen 60 km/h und 85 km/h. Die zweidimensionale Texturaufnahme von Straßenoberflächen im Bereich der Makro- (von 5 mm bis 50 mm) und Megarauheit (von 50 mm bis 500 mm) kann unter Beachtung der Speicherkapazität dabei über mehrere Kilometer erfolgen. Voraussetzung für eine korrekte Messung ist, dass sich die Fahrzeuggeschwindigkeit im angegebenen Bereich nur langsam ändert

(Abweichungen von der Gerade führen zu Fehlern in der langwelligen Struktur). Das Lasersonden- Messsystem beinhaltet drei einzelne Lasersonden, die auf der Beifahrerseite an einer Aluminiumplatte hintereinander angebracht sind [2]. Das wichtigste Ergebnis der Messung mit TMF ist ein bis 32 m langer Texturverlauf im Wellenlängenbereich von 5 mm bis 500 mm.

Ein drittes innovatives Texturmessgerät ist das statische T3D- Messsystem (Abbildung 3) für die dreidimensionale Aufnahme von Oberflächentexturen im Mikro- (von 0,2 mm bis 0,5 mm) und Makrotexturbereich (von 0,5 mm bis 100 mm). Das optische T3D- Messsystem gehört zur Streifenprojektions-technik und besteht aus einzelnen Systemkomponenten des digitalen Messsystems MikroCAD der Firma GF Messtechnik GmbH. Ein prinzipieller Vorteil des T3D-Messsystems ist die Möglichkeit der schnellen (ca. 1 Sekunde für 440000 Messpunkte) und flächenhaften Messdatenerfassung. Es zeichnet sich gegenüber gleichartigen Messsystemen durch eine sehr hohe Lichtintensität, einen sehr scharfen Kontrast und eine hohe Flexibilität aus. Ein weiterer Vorteil des T3D-Messsystems besteht darin, dass die Messungen sowohl im Labor als auch in situ durchgeführt werden können. Dabei wird eine hohe Ortsauflösung erreicht. Die horizontale Auflösung beträgt für das kleine (große)

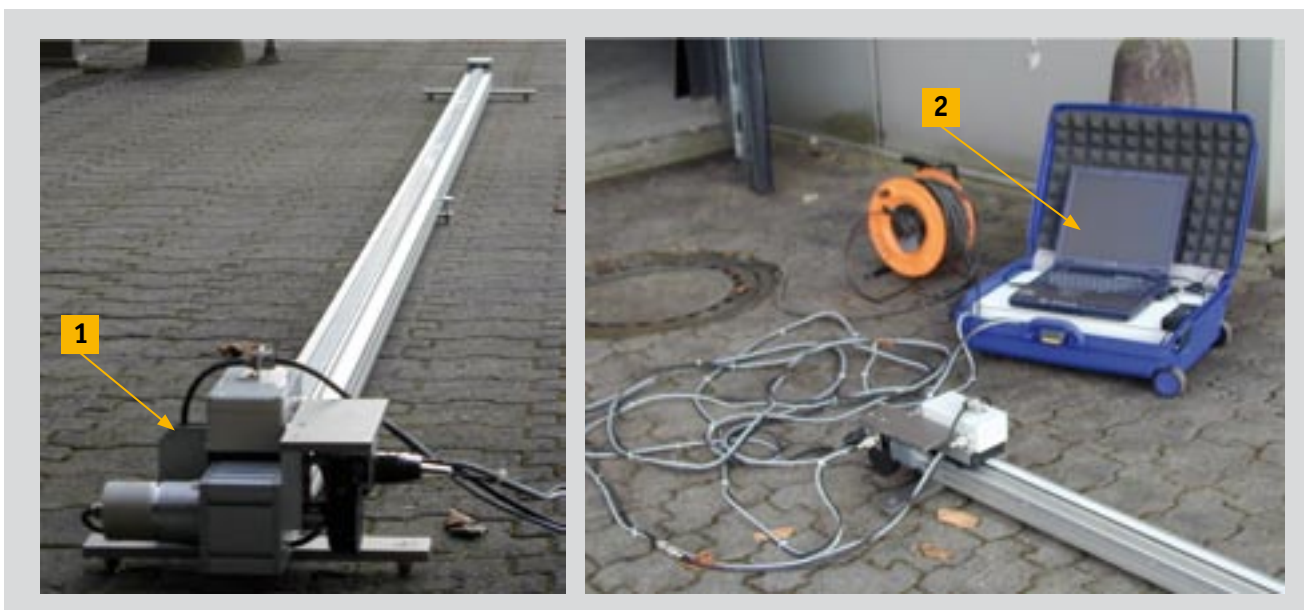


Abb. 1. Textur- Laserprofilometer (TL-5): Lasermesskopf (1), Steuereinheit (2)

Messfeld des Messsystems 0,04 (0,4) mm und die vertikale Auflösung 0,004 (0,040) mm. Die horizontale Auflösung ergibt sich aus der Pixelanzahl der Digitalkamera (CCD-Kamera) in Relation zum verwendeten Messfeld. Die vertikale Auflösung ergibt sich aus dem verwendeten Algorithmus der automatischen Höhenberechnung. Das Arbeitsprinzip – die Streifenprojektion – ist eine Kombination der Flächentriangulation und der Echtzeitinterferometrie (Graycode-Verfahren). Der Mikrospiegelprojektor projiziert optische Streifen mit einer sinus-artigen Helligkeitsintensität unter einem bestimmten Triangulationswinkel auf die Oberfläche des Messobjektes und die hochauflösende CCD-Kamera nimmt diese auf. Aus der Lage der Streifen und dem Grauwert einzelner Bildpunkte wird das Höhenbild errechnet. Mit dem vorhandenen Datenaufnahmeprogramm werden die Steuerung des Messsystems sowie die Vorbereitung der Rohdaten zur Auswertung vorgenommen. Das wichtigste Ergebnis der Messung mit T3D ist eine 3-dimensionale Bilddarstellung der Fahrbahnoberfläche.

3. Zwei Anwendungsbeispiele:

Der Waschbeton contra Stahlbesenquerstrich

Für die Bewertung und die Präsentation der Gebrauchseigenschaften von Straßenoberflächen im Hinblick auf die Rauigkeit und Geräuscentstehung wurden in der BAST die Auswerteprogramme „BATex“ entwickelt. In Programmen werden die neuen und die nach ISO-Normen festgelegten Texturkenngrößen errechnet. Diese Texturkenngrößen werden als Indikatoren für die Beurteilung der akustisch und geometrisch relevanten Eigenschaften von Fahrbahnoberflächentexturen verwendet. Die Rohdaten können darüber hinaus als Eingangsgrößen in den mathematischen Modellen verwendet werden, um Oberflächentexturen lärmtechnisch zu bewerten und zu optimieren. Abbildung 4 zeigt beispielhaft die 3D-Auswertung zwei ca. 400 x 500 mm großen Fahrbahnoberflächen mit einer Waschbeton- (a) und einer Stahlbesenquerstrichstruktur (b). Um den Oberflächenzustand von Straßen abzuschätzen, werden die berechneten Werte der Texturkenngrößen gegen die optimalen Texturparameter miteinander verglichen [3, 4]. Die Ergebnisse sind in Abbildung 5 grafisch dargestellt. Waschbetonoberflächen weisen im Vergleich zu Betonfahrbahndecken mit Stahlbesenquerstrich etwas bessere akustisch relevante Oberflächeneigenschaften. Alle drei Texturkenngrößen ETD_{iso}, A_{max} und g_L entsprechen dem optimalen Wertebereich von Texturparametern. Die Oberflächeneigenschaften

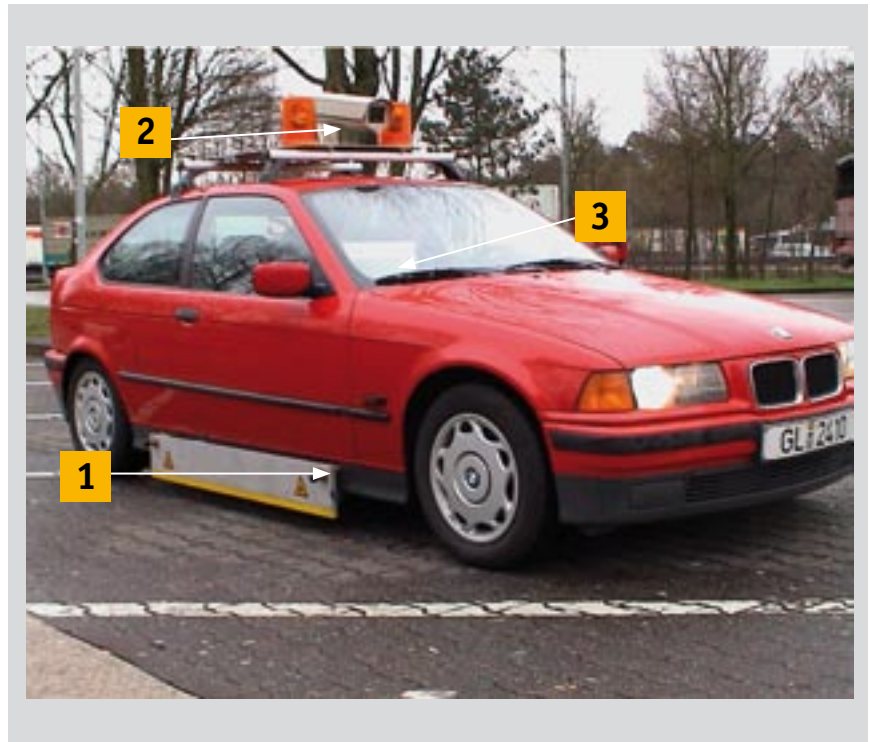


Abb. 2. Textur- Messfahrzeug (TMF): Lasersonden- Messsystem (1), Videokamera (2), Monitor

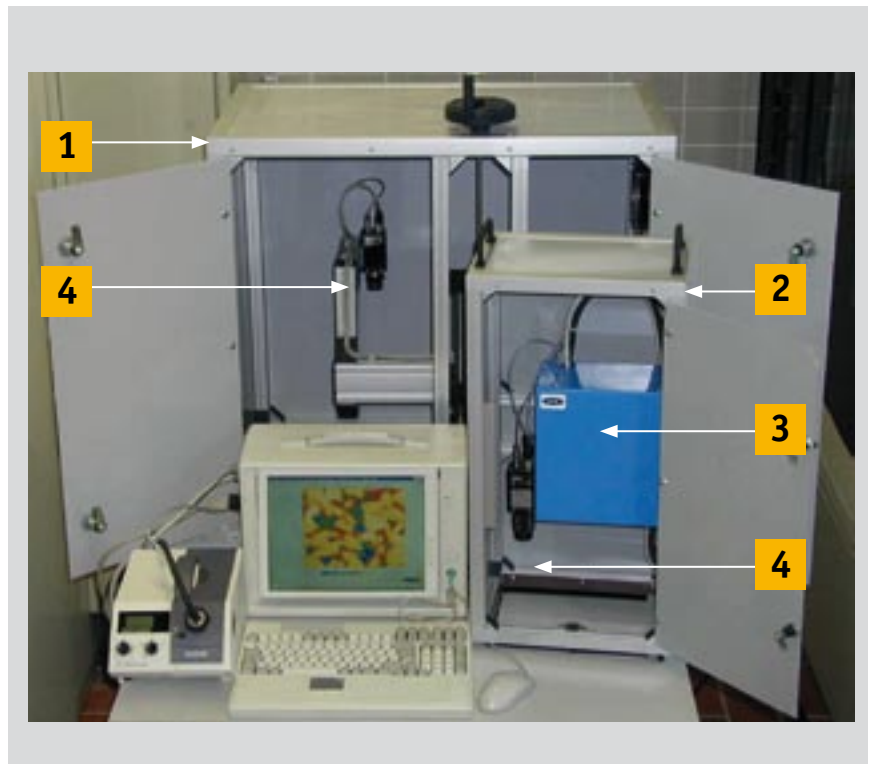
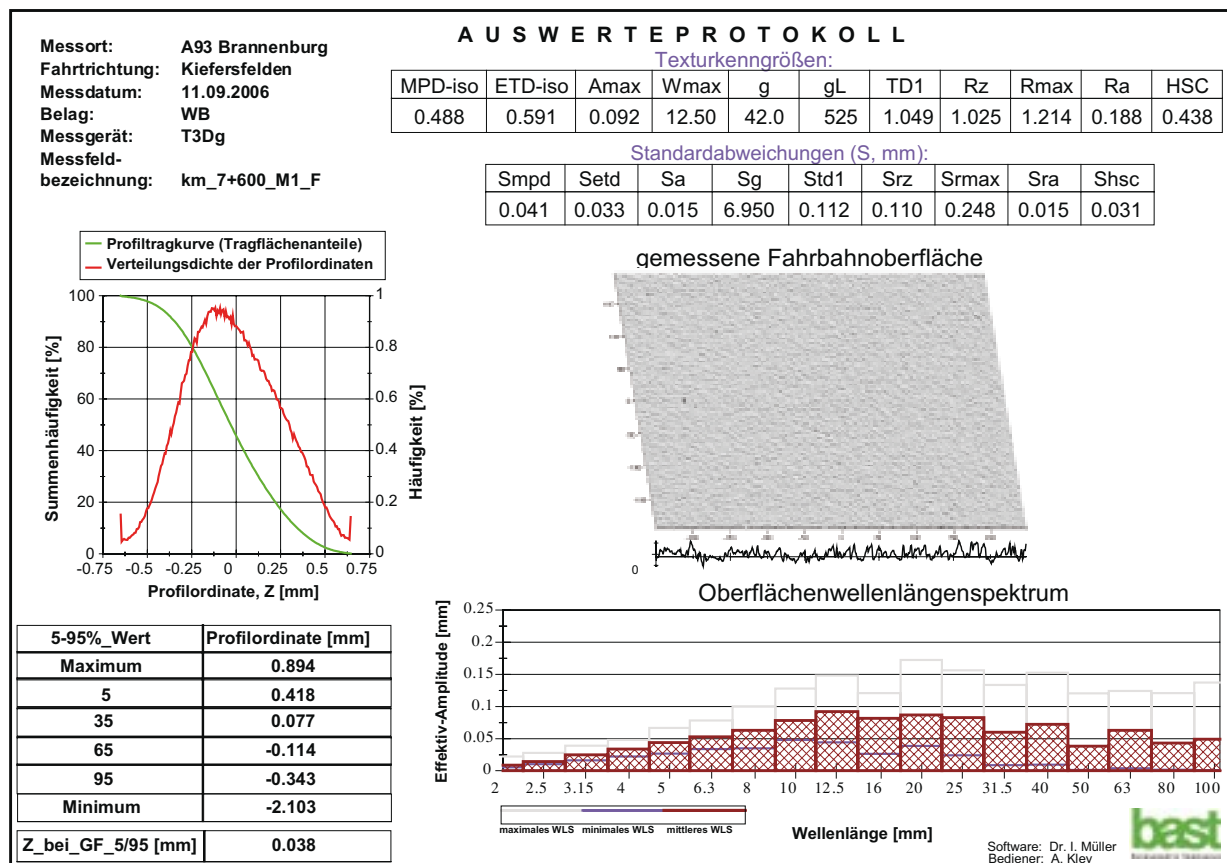


Abb. 3. T3D-Messsystem: großes Messfeld (1), kleines Messfeld (2), Messkopf mit Mikrospiegelprojektor (3), CCD-Kamera (4)

des Waschbetons entsprechen somit einer „leisen“ und „sicheren“ Fahrbahnoberfläche.

Für den Stahlbesenquerstrich werden etwas höhere Pegelwerte wegen

a) Waschbeton



b) Stahlbesenquerstrich

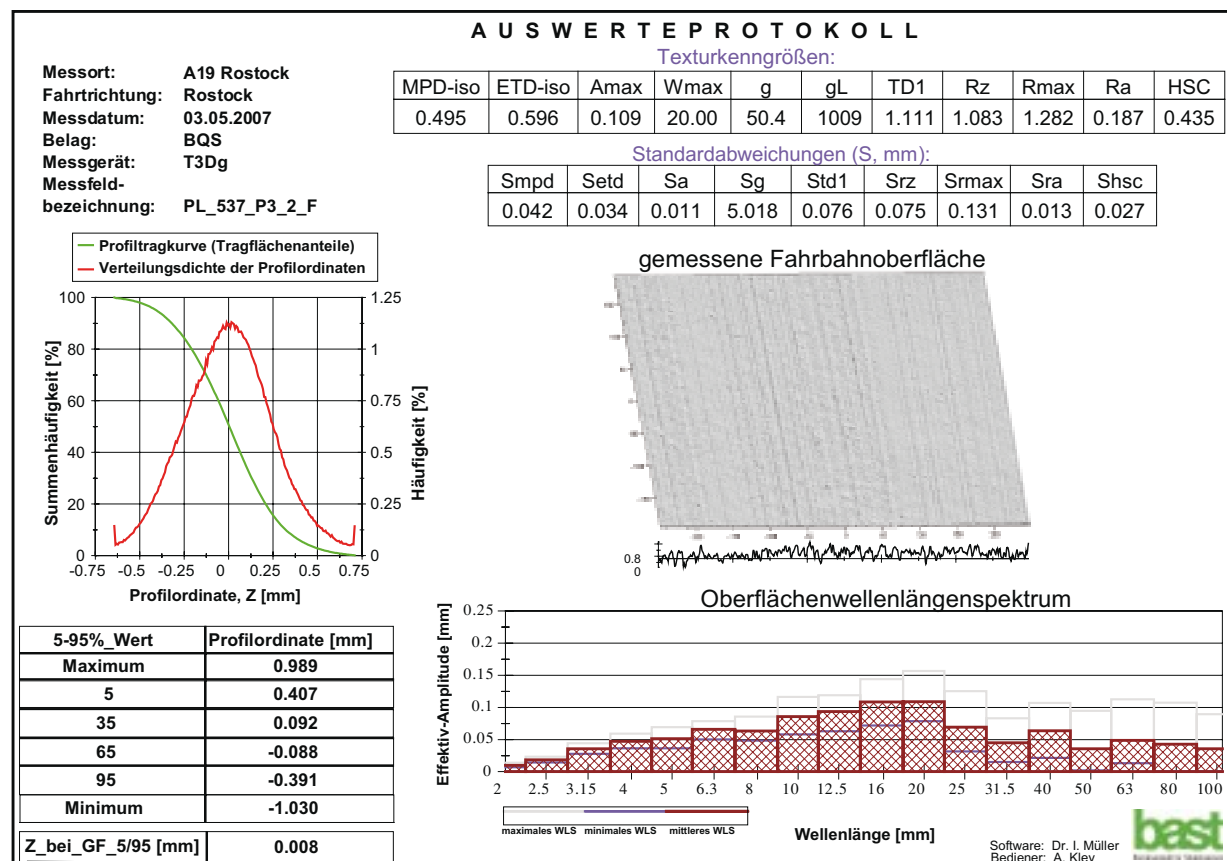


Abb. 4. (links) Auswertergebnisse (Washbeton, Stahlbesenquerstrich): mittlere Profiltiefe MPDiso und geschätzte Texturtiefe ETDiso nach ISO 13473 mit Standardabweichungen Smpd und Setd; maximale Amplitude des Wellenlängenspektrums Amax mit ihrer Standardabweichung Samax und dem A-max- Wert entsprechende Wellenlänge Wmax [3]; Gestaltfaktor g mit der Standardabweichung Sg und Gestaltlänge gL [3]; Texturtiefe TD1 [1] mit der Standardabweichung Std1; gemittelte Rautiefe Rz, maximale Rautiefe Rmax und arithmetischer Mittenrauwert Ra nach ISO 4287 bezogen auf der Makrotextur mit Standardabweichungen Srz, Smax und Sra; Texturtiefe HSC (Frankreich) und Standardabweichung Shsc; Maximum und Minimum sind entsprechend die maximale und die minimale Amplitude des Texturprofils in Bezug auf die Messoberfläche [1]; Profilordinaten $Z_{5\%}$, $Z_{35\%}$, $Z_{65\%}$ und $Z_{95\%}$, die auf dem Texturprofil einem 5%, 35%, 65% und 95%- Summenhäufigkeitswert entsprechen und aus der Materialanteilkurve bezogen auf die Messoberfläche flächenhaft berechnet werden

der niederfrequenten Geräuschanteile erwartet, da die charakteristische Gestaltlänge "gL" rechts von der oberen Grenze liegt. Und zwar der gL- Wert ist deutlich größer als 700 mm. Die hochfrequenten Geräuschanteile (Air- Pumping- Effekt) werden für beide Beläge eine unwesentliche Rolle spielen, da die Amax- Werte im Bereich von 0,060 - 0,200 mm liegen. Dieses Beispiel weist darauf hin, dass die Washbetondecke qualitativ etwas bessere akustisch relevante Oberflächeneigenschaften als Stahlbesenquerstrich besitzt.

4. Fazit

Für die Beurteilung von Straßenoberflächentexturen werden derzeit statische, mobile, zwei- oder dreidimensionale Messsysteme der Bundesanstalt für Straßenwesen aus Streifenprojektions- und Lasertechnik eingesetzt. Anhand der Messergebnisse soll die Oberflächentextur bewertet werden. Diese Daten bilden die Grundlage für eine Klassifizierung der Straßenbeläge hinsichtlich der Kriterien „Verkehrssicherheit“ und „Lärmschutz“.

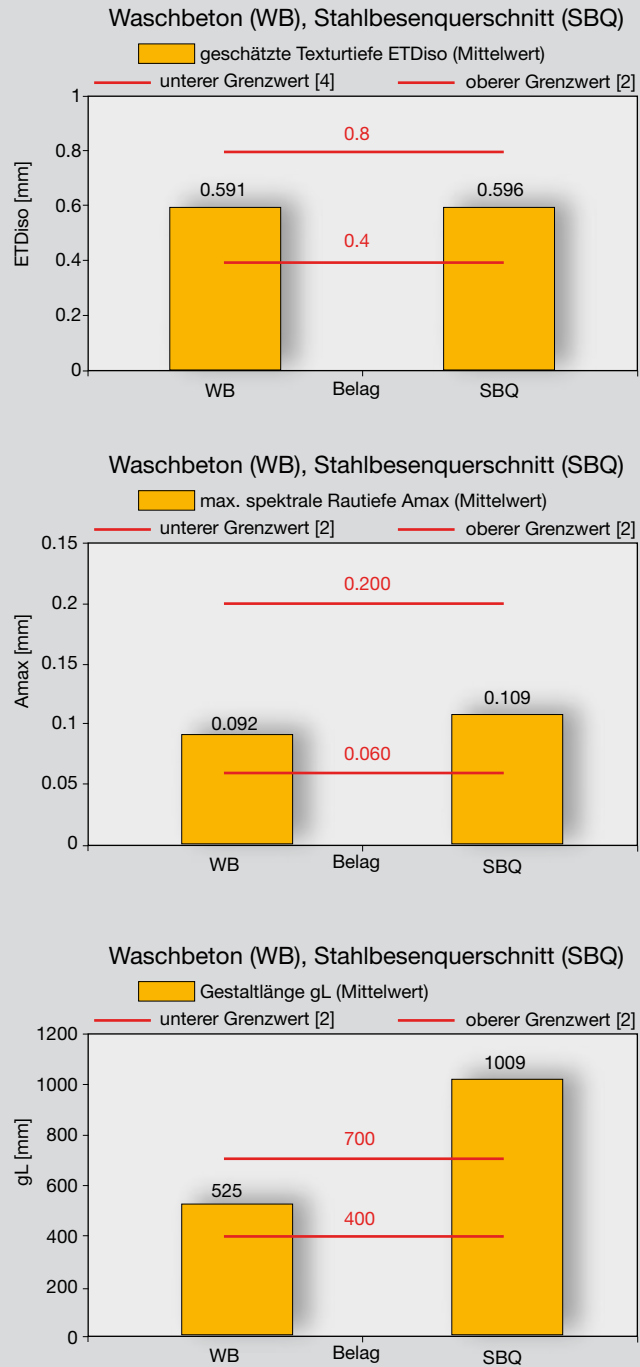


Abb. 5. Bewertung (Washbeton, Stahlbesenquerstrich)

5. Literatur

- [1] Müller, I.; Bartolomeaus, W.: Erfassung und Bewertung der Texturen von Fahrbahnoberflächen, Bundesanstalt für Straßenwesen (unveröffentlicht), Bergisch Gladbach, 2003
- [2] Evaluation of the TRRL High-Speed Profilometer, P.B. Still and P.G. Jordan, TRRL Laboratory Report 922, 1980
- [3] Beckenbauer, T.; Spiegler, P.; van Blockland, G.; Kuijpers, A.; Reinink, F.; Huschek, S.; Stütze, T.: Einfluss der Fahrbahntextur auf das Reifen- Fahrbahn- Geräusch, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Forschungsbericht FE 03.293/1995/MRB, Heft 847/2002, München
- [4] Krieger, B.; Sulten, P.: Stand der Entwicklung von lärmarmen Betondecken, Straße und Autobahn, 9/1999

Anforderungen an den Straßenbau beim Neubau von Teststrecken



Carsten Toppel, Adam Opel GmbH

Einleitung

Der Bau von eigenen Teststrecken begann bei den Automobilherstellern schon sehr früh, neben der Neu- und Weiterentwicklung der Kraftfahrzeuge dient die Teststrecke der Überprüfung der Dauerhaltbarkeit, der Produktionsqualität, als auch der Schwachstellenanalyse bei der Entwicklung der Fahrzeuge. Hierzu wurden zunächst neben dem normalen Straßennetz eigene Testeinrichtungen genutzt, die jederzeit zur Verfügung standen und bei der auch unbeobachtete Versuche an Prototypen und Weiterentwicklungen möglich waren. Eine weitere wichtige Anforderung besteht in der Reproduzierbarkeit der Versuche. Dies führt bei der globalen Ausrichtung der großen Kfz-Hersteller dazu, dass alle konzerneigenen Testeinrichtungen die gleichen Möglichkeiten bieten müssen. Eine Anforderung, die aufgrund der unterschiedlichen Straßenbauweisen und der jeweiligen klimatischen Bedingungen schwierig einzuhalten ist.

Neben der Fahrzeugentwicklung und Überprüfung hat sich in den letzten Jahren das Eventgeschäft etabliert, bei dem neben reinen Fahrsicherheitstrainings die Möglichkeit besteht, die Fahrzeuge selbst auszuprobieren.

Aufgrund dieser Veränderungen haben sich die Anforderungen an Bauweise der

Teststrecken grundlegend geändert. Wurden einst besonders geeignet erscheinende Straßen mehr oder weniger originalgetreu nachgebaut, so wurden die technischen Vorgaben und Prüfspezifikationen mit ihren besonderen Anforderungen immer genauer.

Anforderungen an den Betreiber

Die Nutzer der Versuchsstrecken setzen sich aus den verschiedenen Entwicklungsabteilungen zusammen, deren Beschreibung den Umfang dieses Artikels sprengen würde, so dass hier nur auf einige besondere Anforderungen eingegangen wird.

So sind beispielsweise bei Geräuschmessungen Störungen durch Unebenheiten der Oberfläche ebenso unerwünscht, wie Veränderungen der Oberflächenstrukturen durch unterschiedliche Mischgutzusammensetzungen der Baumaterialien. Besondere Frequenzen lassen sich nur mit ausgewählten Baustoffen erzielen.

Auch die Anforderungen an die Oberflächengestaltung sind sehr unterschiedlich. Bei extremen Ebenheitsanforderungen werden die unterschiedlichsten Rauigkeiten gefordert. Hieraus resultieren Oberflächen aus bituminösen und mineralischen Bindemitteln und den verschiedensten Sieblinien. Auch die Gestaltung der Oberflächen mit Aufkantungen, Leisten und verschiedenen

Wellenstrukturen werden stets weiterentwickelt. Bei den Wellen werden neben festgelegten Amplitudenlängen und -höhen auch Anforderungen an die Ebenheit der Oberfläche, die Längs- und Querneigung gefordert. Besondere Tests erfordern gegeneinander versetzte oder schräge Wellen innerhalb einer Fahrspur.

Neben den technischen Herausforderungen bestehen in den Testzentren Restriktionen durch den Fahrbetrieb. Da der Verkehr in den Testzentren rund um die Uhr an allen Wochentagen stattfindet und entsprechende Anforderungen an die Verfügbarkeit bestimmter Testeinrichtungen und an die Sicherheit gestellt werden, sind umfangreiche Abstimmungen zwischen den verschiedenen Fachabteilungen notwendig.

Anforderungen an den Straßenbau

Der klassische Straßenbau beginnt mit der Trassierung der Straßen. Hier werden die Anforderungen der Nutzer wie Straßenführung, Straßenbreite, minimalen und maximalen Neigungen, Entwurfsgeschwindigkeiten, Sicherheitsmerkmale und vieles mehr berücksichtigt. Besondere Umweltschutzbedingungen wie beispielsweise Wasser- und Bodenschutz, Naturschutz, Artenschutz oder Lärmschutz müssen ebenso berücksichtigt werden, wie die Anforderungen an die übergreifende Regional- und Landesplanung.

Neben den Planungsgrundlagen müssen zudem die Ausführungsmöglichkeiten beachtet werden, wobei die entsprechenden Normen wie beispielsweise die Maßtoleranzen beachtet werden müssen.

Besondere Bedingungen bei der Umsetzung

Grundlage für die erfolgreiche Umsetzung von Testprojekten ist die Zusammenarbeit aller Beteiligten. Hierbei muss zunächst ein gemeinsames Verständnis für die Anforderungen aller gefunden werden, bei denen alle verstehen müssen, dass es sich nicht nur bei den Versuchsfahrzeugen um Prototypen handelt, sondern auch bei den Strecken. Somit reicht es weder auf Planung- und Ausführungsseite lediglich die geltenden Straßenbauvorschriften umzusetzen, noch kann der Betreiber die Strecken nur anhand der technischen Anforderungen beschreiben. Beide Vorgehensweisen führen zwangsläufig zum Misserfolg der Maßnah-

me. Es wird daher notwendig, gemeinsam die Ausführungsbedingungen festzulegen. Die Kfz-Testingenieure müssen zunächst ausführlich erläutern, worin die genauen Anforderungen an die Fahrzeuge bestehen. Dies geschieht sowohl unter der Problematik der notwendigen Genauigkeit beim Einbau, als auch bei den Grenzen der Technik in der Verfügbarkeit vergleichbarer Baustoffe und Reproduzierbarkeit der Einbaubedingungen unter den vielen äußeren Bedingungen wie dem Klima.

Für die ausführenden Firmen beginnt die Problematik darin zu erkennen, dass die geforderten Ebenheiten nicht nur mit modernster Einbautechnik und detaillierter Vermessung einhergehen muss, sondern dass Abweichungen beim Einbau nicht akzeptabel sind. Die herkömmliche Arbeitsweisen wie beispielsweise die Anpassung der Einbaugeschwindigkeiten oder die Variation der Bitumen- oder Zuschlagsmengen führen zu ungewünschten Messtoleranzen bei den Fahrzeugversuchen. Somit entfallen

die Möglichkeiten, die Leistungen beim Einbau zu optimieren, so dass zumeist nur der komplette Neubau einzelner Abschnitte verbleibt.

Fazit

Bei sorgfältiger Planung der Teststrecken müssen die technischen Grundlagen des Straßenbaus betrachtet werden. Die Erstellung von Laboranalysen gehört genauso zum Umfang wie die Erstellung von Testflächen.

Somit ist der Neubau von Teststrecken eine reizvolle Aufgabe für alle Beteiligten, bei der neben der Bautechnik auch besondere vertragsrechtliche Bedingungen herrschen.

So entstehen Straßenprototypen, die sowohl bei der Kraftfahrzeugherstellung, als auch bei der Bautechnik viele neue Erkenntnisse bringen.

Betonoberflächengestaltung im Testzentrum Dudenhofen

Frank Zimmermann, EUROVIA Beton GmbH, Michendorf

Im Juni 2007 erhielt die EUROVIA Beton GmbH, Niederlassung Betonstraßenbau in Michendorf eine Anfrage von der ARGE Strassing Limes/EUROVIA Teerbau zur Herstellung von sechs unterschiedlichen Betonoberflächen im Testzentrum Dudenhofen der Adam Opel GmbH.

Auf diesen unterschiedlichen Betonoberflächen und den durch die ARGE Strassing Limes/EUROVIA Teerbau, ZNL Frankfurt/Main hergestellten Asphaltoberflächen sollen durch den Betreiber Geräuschmessungen an Fahrzeugen durchgeführt werden; siehe dazu auch den vorgehenden Artikel von Dr.-Ing. Carsten Toppel von der Adam Opel GmbH.

Kalkulationsgrundlage waren für alle sechs Abschnitte die Qualitätsspezifikationen von General Motors aus den USA.

Im Einzelnen handelte es sich um folgende sechs Flächen:

1. „Beton mit Querrillen/cross grooved concrete“ Länge 500 m, Breite 3,75 m,

Einbaustärke 20,0 cm; gemäß der Spezifikation sollten hier ca. 0,5 cm breite und tiefe Querrillen über die gesamte Breite der Oberfläche in einem unregelmäßigen Abstand von 1,0 cm bis 3,0 cm mittels Hochdruckwasserstrahl hergestellt werden, Korngröße bis 0,6 inch (1 inch=2,54 cm) also 1,524 cm; Zementgehalt 564 Pfund (1 Pfund=0,45356 kg) also 255,808 kg/m³, LP-Gehalt 6 % (+/- 1 %); LP- und Zementgehalt waren bei allen sechs Flächen gleich

2. „Stollengeschädigter Beton/stud damaged concrete“ Länge 300 m, Breite 3,75 m Einbaustärke 20,0 cm; gemäß Spezifikation Korngröße bis 1,5 inch=3,81 cm; 2 inch (5,08 cm) große Steine sollten vor dem Erhärten der Betonoberfläche zufallsbedingt auf der Oberfläche verteilt und mit einer Stampfvorrichtung in den Beton gedrückt werden, so dass eine ebene Oberfläche entsteht.

3. „Beton mit Abplatzungen/spalled concrete“ Länge 300 m, Breite 3,75 m, Einbaustärke 20,0 cm; gemäß Spezifi-



Anforderungen für stollengeschädigten Beton gemäß Pkt.2

kation Korngröße bis 1,5 inch=3,81 cm; es sollen sich hier nach der Vorgabe unterschiedlich breite rechteckige glatte Flächen mit ebenso unterschiedlichen rechteckigen Flächen, die abgeplatzte Betonoberflächen aufweisen, abwechseln und das unterschiedlich auf jeder Fahrbahnseite; die Abplatzungen sollen vor Erhärtung der Oberfläche durch Auswaschen hergestellt und die glatten Flächen dabei mit Schaltafeln abgedeckt werden

4. „Beton mit quer liegenden Eisenbahnschienen/S&R transverse joint rail track“ Länge 300 m, Breite 3,75 m, Einbaustärke 20,0 cm; Beton wie unter Punkt 1. beschrieben, alle 10,0 m eine querende Eisenbahnschiene, die ersten 10 Schienen mit einem Überstand von 1,0 cm über der Betonoberfläche, die nächsten 10 Schienen mit 1,5 cm und die letzten 10 Schienen mit 2,0 cm Überstand (der Einbau der Schienen erfolgte nach Erhärtung der Betonfläche durch die ARGE Strassing Limes/EUROVIA Teerbau), Betonoberfläche mit Stahlbesenstrich quer herstellen

(Ausnahme Beton unter Punkt 4., hier nur jede zweite Fuge). Die Ebenheitsanforderung für alle Flächen betrug $\pm 2,0$ mm auf 4,0 m Messstrecke.

Nach der mündlichen Auftragserteilung durch die ARGE an die EUROVIA Beton GmbH, begann eine sehr umfangreiche Planung der auszuführenden Leistungen. Ziel der Planung war es, den Vorgaben der Adam Opel GmbH so nahe wie nur möglich zu kommen.

Die Vorbereitung der Ausführung wurde maßgeblich von den folgenden zwei Schwerpunkten bestimmt:

- Welche Betonmischrezepturen werden für die unterschiedlichen Flächen angewendet?
- Was für eine Einbaumethode mit welcher Technik wird gewählt?

Als erstes mussten für die Flächen geeignete Mischrezepturen erstellt werden. In Zusammenarbeit mit der ABE Bauprüf- und Beratungsgesellschaft mbH in Stahnsdorf bei Potsdam wurden unter den Gesichtspunkten - Straßenbeton C 30/37, Expositionsklassen XF4 und XM 2 - drei Mischrezepturen aufgestellt.

Für die Flächen gemäß Ziffer 1, 4 bis 6 wurde ein 0/16 Kiesbeton mit 350 kg/m³ Zement und einem w/z-Wert von 0,40 gewählt.

Die Fläche gemäß Ziffer 2 wird ebenfalls mittels eines Kiesbeton 0/16-Ausfallkörnung-32/56 mit 330 kg/m³ Zement und einem w/z-Wert von 0,41 erstellt. Das in der Spezifikation beschriebene Verfahren, Steine der Größe von 2 inch zufallsbedingt auf der noch nicht erhärteten Betonoberfläche zu verteilen und dann in den Beton zu drücken, wurde am Rande einer anderen Baumaßnahme getestet und als nicht machbar eingestuft. Grund: Die Betonflächen sind durch die Gleitschalungsfertiger bereits so hoch verdichtet, dass ein nachträgliches eindrücken von Steinmaterial in dieser



Anforderung Beton mit Querrillen gemäß Pkt. 1



Ergebnis Beton mit Querrillen gemäß Pkt. 1

Größe keinen Verbund mehr ermöglicht. Deshalb wurde eine Ausfallkörnung gewählt und die Fraktion 32/56 mit in die Rezeptur gegeben, um so einen annähernd gleichen Effekt an der Oberfläche zu erzielen.

Für die Fläche gemäß Ziffer 3 wurde ebenfalls ein Kiesbeton 0/32 mit 350 kg/m³ Zement und einen w/z-Wert von 0,41 gewählt.

Gemäß Anforderung wurde ein CEM III A 42,5 eingesetzt.

Bis auf den „Beton mit verdrehten Wellen / twist ditches“ wurde geplant die anderen fünf Flächen mit einem GSP 500 herzustellen, für den „Beton mit Wellen“ wurde zu Beginn die Herstellung mit einer Noggerathbohle in stehender Stahlschalung festgelegt.

Durch die Vermessungsabteilung der EUROVIA Beton GmbH, NL Betonstraßenbau wurde dazu für die „twist ditches“ ein



Ergebnis Beton gemäß Pkt. 2



Anforderung Beton mit Abplatzungen gemäß Pkt. 3



Ergebnis Beton mit Abplatzungen gemäß Pkt. 3



Beton mit querliegender Eisenbahnschiene gemäß Pkt. 4



Beton mit Buckel gemäß Pkt. 5

Plan zur Herstellung einer Holzschalung, die innen gegen die Stahlschalung gesetzt werden soll, gefertigt. So wird auf beiden Schalungsseiten der Verlauf der geforderten Halbwellen nachgebildet.

Ebenfalls wurde durch die Vermessungsabteilung für den „Beton mit Abplatzungen/Spalled Concrete“, Punkt 3, ein Schalungstafelplan mit der Anzahl und den Größen der zur Abdeckung für die glatten Flächen notwendigen Schalungstafeln und ein Verlegeplan für diese Schalungstafeln (insgesamt 314 Schalungstafeln in 27 verschiedenen Größen) erstellt.

Für die „Speed Bumps“, Punkt 5, zeichnete die Vermessungsabteilung ein Plan zur Anfertigung von zwei Holzformen zur manuellen Profilierung der einzelnen „Buckel“.

Für den Beton mit Querrillen, gemäß Punkt 1, wurde durch die Firma Otto-Alte-Teigeler GmbH, NL Bietigheim angeboten, die Querrillen durch Fräsen herzustellen. Dazu wurde durch die Firma OAT für den Bumpcutter HG 130 A eigens für diese Baumaßnahme eine Bumpcutter-Schneidwelle mit einer Breite von 92,0 cm angefertigt. Auf dieser Welle befinden sich 39 Diamantscheiben, der Durchmesser dieser Scheiben beträgt jeweils 350 mm, zwischen den Diamantscheiben befinden sich speziellen Distanzscheiben, um so die unregelmäßigen Abstände der Querrillen zwischen 1,0 cm bis 3,0 cm auszubilden.

Die größte Herausforderung war jedoch geeignete Einbaumethoden zur Herstellung der Betonflächen gemäß Ziffer 2 (Stollengeschädigter Beton) und 3 (Beton mit Abplatzungen) zu finden.

Ursprünglich war geplant die Betone unter Punkt 2 und 3 in stehender Schalung mit dem GSP 500 herzustellen.

Beide Flächen sollten danach vor dem Erhärten der Oberfläche „ausgewaschen“ werden. Beim Beton gemäß Ziffer 3 betraf das nur die nicht mit Schalungstafeln abgedeckten Flächen.

Auch diese Verfahren wurden am Rande einer anderen Baumaßnahme getestet. Allen Beteiligten wurde dabei sehr deutlich klar, dass zum „Auswaschen“ nur ein kleines Zeitfenster zur Verfügung steht.

Bei einer gemeinsamen Besprechung mit der ARGE Strassing Limes/EUROVIA Teerbau und Mitarbeiter der Adam Opel GmbH wurde durch die EUROVIA Beton GmbH, NL Michendorf die für die einzelnen Betonflächen ausgewählten Einbautechnologien vorgestellt, die drei Mischrezepturen, der Plan für die Holzschalung und Bildmaterial der Tests übergeben.

Die Testoberflächen für die Betone gemäß Ziffer 2 und 3 wurden nach der Besprechung kurzfristig von zwei Mitarbeitern der Adam Opel GmbH besichtigt.

Die durch die EUROVIA Beton GmbH vorgestellten Einbaukonzepte wurden im Anschluss der Besichtigung von der Adam Opel GmbH zur Ausführung freigegeben.

Bei einer Produktpräsentation der Firma Graceconstruction für die EUROVIA Beton GmbH, im Februar 2008 in Saillenard/Frankreich wurde u.a. auch der Oberflächenverzögerer „optec road“ mit variabel wählbaren Auswaschtiefen vorgestellt. Dieser Oberflächenverzögerer braucht eine Einwirkzeit von zwei Stunden und ermöglicht dann, die Betonoberfläche in der gewünschten Tiefe bis 48 Stunden auszubürsten oder auszuwaschen. In Laborversuchen wurde diese Eigenschaft des Oberflächenverzögerers durch die Firma Graceconstruction demonstriert.

Kurzfristig wurde nun ein Außenversuch mit diesem Oberflächenverzögerer in Deutschland vereinbart. Die Versuchsfläche wurde mit einem GSP 500 und den zuvor ermittelten Rezepturen für die Betone gemäß Ziffer 2 und 3 hergestellt.

Dieser Versuch konnte als voller Erfolg gewertet werden, da die Ergebnisse der Labortests von Saillenard im Außenversuch bestätigt wurden. Da durch das Ausbürsten des Betons in der Fläche 3 „Beton mit Abplatzungen“, die noch junge glatte Betonoberfläche beschädigt wurde, entschieden wir uns beide Flächen auszuwaschen. Der Adam Opel GmbH wurde das Ergebnis des Testes mitgeteilt und um das Einver-



Anforderung Beton mit verdrehter Welle gemäß Pkt. 6



Ergebnis Beton mit verdrehter Welle gemäß Pkt. 6

KOMMENTAR

Fortsetzung von Seite 1

den unterschiedlichen Umweltwirkungen (bzw. Wirkungskategorien) zugeordnet zu werden.

Für die Herstellung einer 26 cm dicken Betonfahrbahn (C30/37) auf einer HGT (Dicke: 15 cm) zeigt sich z.B., dass der größte Anteil an den Umweltwirkungen mit rd. 60 bis 95 % vom Zement stammt. Durch den Einsatz eines CEM III A können die Umweltwirkungen um etwa 15 % verringert werden. Nennenswerte Beiträge zu den Umweltwirkungen kommen darüber hinaus von den Ankern und Dübeln mit rd. 2 bis 19 % und dem gebrochenen Hartgestein mit rd. 3 bis 25 %.

Vergleicht man diese Ergebnisse mit der Wirkungsabschätzung eines Nutzungsszenarios (pro Richtungsfahrbahn 48.000 Kfz und 2.000 Lkw in 24 h über eine Dauer von 30 Jahren mit normalem Treibstoffverbrauch), so stellt man fest, dass die Umweltwirkungen etwa um das 105 fache über denen der Herstellung liegen. Die Umweltwirkungen sind hauptsächlich auf die Verbrennung des Treibstoffs zurückzuführen. Dementsprechend besteht also bei der Nutzung durch die Fahrzeuge das größte Einsparpotential im gesamten Lebenszyklus einer Betonfahrbahn. Der Treibstoffverbrauch der Fahrzeuge hängt wiederum von verschiedenen Faktoren ab. In den vergangenen Jahren wurde eine Vielzahl von Untersuchungen über den Einfluss der Oberflächeneigenschaften (Rollwiderstand, Ebenheit, Steifigkeit) von Fahrbahndecken auf

den Treibstoffverbrauch durchgeführt. Die Fahrbahneigenschaften Oberflächengestalt (Textur), Unebenheit (obere Makro- und Megatextur) sowie Steifigkeit der Fahrbahn können demnach den Treibstoffverbrauch in einer Größenordnung von bis zu 10% beeinflussen. Für das o.g. Nutzungsszenario bedeutet dies bei einem geringer angesetzten, reduzierten Treibstoffverbrauch von nur 2 % (infolge verbesserter Fahrbahneigenschaften), dass gegenüber der Herstellung der Fahrbahn die Umweltwirkungen um ein Vielfaches reduziert werden könnten. Eine Verbesserung der Fahrbahneigenschaften im o.g. Sinne z.B. durch eine Optimierung des Herstellprozesses kann demnach die Umweltwirkungen während des gesamten Lebenszyklus deutlich reduzieren. Die Betrachtung und Optimierung der Wechselwirkung zwischen Fahr-

bahn und Fahrzeug ist daher ein wichtiges Werkzeug auf dem Weg zu verringerten Umweltbelastungen. Daneben wird der Treibstoffverbrauch natürlich maßgeblich vom Fahrverhalten, der Motorentechnik und den Reifen beeinflusst. In diesen Faktoren steckt zweifellos ein großes Einsparpotential bzgl. der Umweltwirkungen während der Nutzungsphase. Nur unter Einbeziehung auch dieser Gesichtspunkte in eine Lebenszyklusanalyse können die effektivsten Maßnahmen hinsichtlich einer Reduzierung der Umweltwirkungen im Straßenverkehr identifiziert werden, so dass die ökologischen Belange als Teilaspekt der Nachhaltigkeit verbessert werden können.

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Peter Schießl
Dipl.-Ing. Thorsten Stengel

Fortsetzung von Seite 15

Betonoberflächengestaltung im Testzentrum Dudenhofen

ständnis gebeten, die Betonflächen gemäß Ziffer 2 und 3 mit dem Oberflächenverzögerer der Firma Graceconstruction herzustellen.

Als Ausführungszeitraum standen uns eine Woche im April 2008 und zwei Wochen im Mai 2008 zur Verfügung.

Für fünf der sechs Betone erfolgte die Belieferung aus einer stationären Mischanlage in 3 km Entfernung. Die Betonfläche des Punktes 2 "Stollengeschädigter Beton" erhielt seinen Beton auf Grund logistischer Probleme des Lieferanten mit der großen Körnung aus dem 20 km entfernten Mischwerk in Hanau. Die Betone für alle Flächen wurden vor dem Einbau zusammen mit dem Laboranten und dem Einbaupolier

der EUROVIA Beton und dem Mischwerk hinsichtlich Verarbeitbarkeit eingestellt.

Mitarbeiter der Firma Graceconstruction betreuten das Aufbringen des Oberflächenverzögerers „optec road“ auf die Flächen 2 und 3 vor Ort.

Bei beiden Flächen wurde nach circa 5 bis 6 Stunden nach dem Aufbringen des Verzögerers mit dem Auswaschen der Betonoberfläche begonnen. Bei der Fläche 2 konnten die Arbeiten nach knapp 48 Stunden beendet werden, bei der Fläche 3 nach etwa 36 Stunden.

Eines der Probleme des Betons für die Fläche 2 war der lange Transportweg, wodurch der Einbau verzögert worden ist.

Der zweite generelle Nachteil (außer bei den „speed bumps“ und den „twist ditches“) war die Anlieferung der Betone mit Trommelmischfahrzeugen, deren Entladezeiten systembedingt einfach zu lange waren.

Ein möglicher Transport mit Kippfahrzeugen schied bei den Mischanlagen, konstruktionsbedingt (konzipiert für Trommelmischfahrzeuge) aus. Der GSP 500 hätte die doppelte stündlich mögliche Liefermenge einbauen können.

Auf Grund der sorgfältigen Vorplanung verlief der Einbau der sechs Flächen bis auf die geschilderten Schwierigkeiten des Betonantransportes ohne Probleme. Die sechs Betonflächen sind von der Adam Opel GmbH getestet

und ohne Beanstandungen angenommen worden.

Alle durch die EUROVIA Beton GmbH gewählten Einbautechnologien und Entwicklungen wurden von der Adam Opel GmbH als zusätzliche Spezifikationen zu den bereits vorhandenen Spezifikationen übernommen.

Abschließend kann man sich dem Fazit im Artikel von Dr.-Ing. Toppel nur anschließen. Es war eine sehr anspruchsvolle Aufgabe, die man losgelöst vom Tagesgeschäft im Betonstraßenbau planen und durchführen musste. Unser Ziel – ein erfolgreiches Ergebnis mit einem zufriedenen Kunden – wurde dank der sehr guten Zusammenarbeit aller am Projekt Beteiligten erreicht.

IMPRESSUM

Aufgaben der Gütegemeinschaft

Die Gütegemeinschaft Verkehrsflächen aus Beton e.V. hat die Aufgabe, die Qualität von Straßen und sonstigen hochbelasteten Verkehrsflächen aus Beton zu fördern und zu sichern. Dabei sind insbesondere die Anforderungen der Belastbarkeit, der Wirtschaftlichkeit, der Ökologie und der Sicherheit an derartige Verkehrsflächen maßgebend. Gleichzeitig hat die Gütegemeinschaft die Aufgabe, diese Qualitätsmerkmale gegenüber Dritten, insbesondere den zuständigen Behörden zu vermitteln.

Dazu werden

- alle technologischen Erkenntnisse aus Wissenschaft und Forschung sowie die Erfahrungen aus dem Verkehrswegebau mit Beton ausgewertet und umgesetzt,
- der Erfahrungsaustausch zwischen den für den Verkehrswegebau zuständigen Behörden und Ministerien, den bauausführenden Unternehmen und der Forschung gefördert und
- die Einhaltung der durch die Gütegemeinschaft von ihren Mitgliedern geforderten Qualitätsstandards kontrolliert.



Konzept/Realisation
diba komm e.K.,
Düsseldorf
Gestaltung/Layout
B. Birnbaum, Düsseldorf
Nachdruck, auch auszugsweise mit Quellenangabe und Genehmigung des Herausgebers gestattet.

Herausgeber
Gütegemeinschaft Verkehrsflächen aus Beton e.V.
Tannenstrasse 2
40476 Düsseldorf
Telefon: 0211/436926-627
Fax: 0211/4578-44721
e-mail: ehrlich@bdzement.de
klaus.boehme@f-kirchhoff.de

Herstellung
Werbedruck GmbH
Horst Schreckhase
Dörnbach 22
34286 Spangenberg