KURZBERICHT

Erneuerung der Schnellfahrbahn im Opel-Testzentrum Dudenhofen 2012

Stefan Böhm, Martin Drees, Gerhard Faust, Rainer Hart und Markus Limbach

1 Einleitung

Für die Entwicklung neuer Kraftfahrzeuge nutzen die Hersteller in der Regel speziell für diesen Zweck gebaute Versuchsstrecken. Dort können Fahrzeuge und Systeme ohne Behinderung des Verkehrs und ohne Beeinträchtigung erprobt werden. Die Aufgabenstellung ist dabei sehr umfangreich: Tests zur Dauerhaltbarkeit von Karosserie oder Antriebsstrang, die Erprobung neuer Entwicklungen vom Chassis bis zu Türdichtungen oder Cabrio-Verdecks und Fahrleistungsmessungen sowie Bremsversuche gehören zum Testalltag. Dazu sind viele unterschiedliche Streckenabschnitte erforderlich: Extrem schlechte, unebene „Marterstrecken" ebenso wie ein Hochgeschwindigkeitskurs.

Der Bau solcher Teststrecken erfordert häufig spezielle Einbaugeräte, Mess- und Arbeitsverfahren, um die gewünschten Profile, Oberflächen und Ebenheiten zu erzielen.

Opel baute 1919 eine erste eigene Teststrecke. Auf dem 1,5 km langen Betonoval in der Nähe von Rüsselsheim waren Fahrten mit maximal 140 km/h möglich. Ein weiteres, größeres Testgelände entstand 1951 innerhalb des Rüsselsheimer Werksgeländes, doch es wurde sehr schnell zu klein. 1964 begann Opel mit dem Bau eines neuen Testgeländes in Rodgau-Dudenhofen, südlich von Frankfurt in einem Waldgebiet gelegen. Rund um das Gelände entstand dabei auch ein Hochgeschwindigkeitskurs. Er wurde 1993 mitsamt Unterbau komplett erneuert. 2012, also nach 19 Jahren intensiver Nutzung, wurde der Rundkurs erneuert und technisch weiterentwickelt. Im Rahmen dieser Arbeiten wurde die Fahrbahn gefräst und eine neue längsnahtlose, stark überhöhte Asphaltdecke eingebaut. Sie wurde dabei neu profiliert, so dass heute noch einmal höhere Endgeschwindigkeiten realisierbar sind.

Bild 1: Luftaufnahme des Testgeländes der Opel AG in Rodgau-Dudenhofen, das von einem kreisförmigen Rundkurs umschlossen ist.

2 Die Hochgeschwindigkeitsstrecke von 1964/65

Das Testzentrum der Adam Opel AG wird durch eine 4,8 km lange, kreisrunde Hochgeschwindigkeitsbahn umschlossen (Bild 1). Die Form der Fahrbahn entspricht einer unendlichen Geraden. Das bedeutet, auf ihr sind seitenbeschleunigungsfreie, konstante Fahrzustände und Nonstop-Fahrten mit definierten Betriebszuständen möglich.

Dieser Rundkurs hatte zunächst eine Betonfahrbahn mit drei Fahrspuren, parabolisch überhöht, mit einer Gesamtbreite von 14 m und einem Radius von 760 m. Die Querneigung von bis zu 32° ermöglichte eine maximale seitenbeschleunigungsfreie Geschwindigkeit von 225 km/h. Gleichmäßig um den Umfang verteilt befanden sich am Innenrand der Fahrbahn sechs Brems-Stopp-Stellen für Bremsversuche.

3 Erneuerung der Hochgeschwindigkeitsstrecke und des Unterbaus 1993

Bereits kurz nach der Fertigstellung zeigten sich im Bereich der Tagesendabschnitte Schäden an der Betondecke. In den Folgejahren kam es gehäuft zu „Blow ups". Die Ebenheit verschlechterte sich, das wiederum beeinflusste die Versuchsergebnisse negativ.

Die Schäden wurden hauptsächlich auf

Verfasseranschriften:
Dr. S. Böhm,
sboehm@verkehr.tu-darmstadt.de,
Fachgebiet Straßenwesen der TU Darmstadt,
Otto-Bernd-Straße, 6428 Darmstadt;
Dipl.-Ing. M. Drees,
martin.drees@de.opel.com,
Adam Opel AG,
Dr. G. Faust,
webmaster@gfaust.de,
vorm. Adam Opel AG,
Bahnhofsplatz, 65423 Rüsselsheim;
Dr. R. Hart,
hart@ConsultantHart.com,
Hart Consult International GmbH,
Robert-Bosch-Straße 7, 56566 Neuwied;
Dr. M. Limbach,
markus.limbach@strabag.com
SMB Construction International GmbH,
Max-Bögl-Straße 1, 92369 Sengenthal

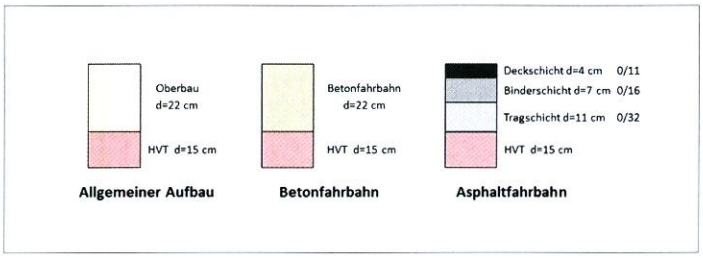

Bild 2: Aufbau der Fahrbahn nach der Sanierung 1993

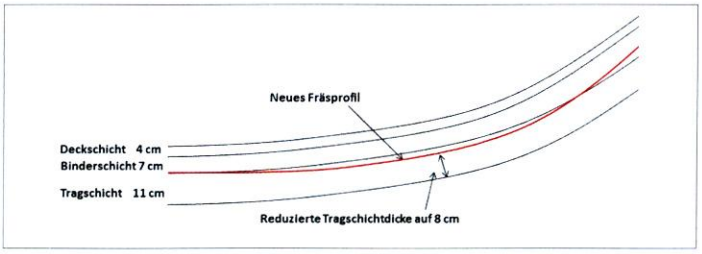

Bild 3: Das neue Profil der Tragschicht wurde von den Kaltfräsen beim Abtrag der schadhaften Fahrbahn erzeugt

ungenügende Verdichtung des Unterbaus, mangelhafte Fugenpflege, starken Salzeinsatz im Winterdienst sowie eine nicht ordnungsgemäß funktionierende Entwässerung am inneren Fahrbahnrand zurückgeführt.

1993 wurde daher der Hochgeschwindigkeitskurs ebenso wie die Entwässerungsleitung am Fahrbahninnenrand komplett erneuert. Dazu wurde in nur 5 Monaten die alte Betonfahrbahn abgebrochen und recycelt, der komplette Dammkörper einschließlich Unterbau erneuert und eine 15 cm starke hydraulisch verfestigte Tragschicht eingebaut. Dabei erhöhte man außerdem die maximale Querneigung am oberen Fahrbahnrand auf 37°. Die drei äußeren Fahrspuren wurden nun in Asphaltbauweise erstellt, dazu kamen eine innere Fahrspur für Bremsversuche und Langsamfahrten in Betonbauweise und drei Brems-Stopp-Stellen in Beton. Am oberen Fahrbahnrand entstand ein Wartungs- und Wirtschaftsweg und man errichtete zwei Schilderbrücken mit Fahrerinformationssystem sowie eine Fahrbahnbeleuchtung.

Der Aufbau der Fahrbahnen (Bild 2) erfolgte nach dem damals gültigen technischen Regelwerk (ZTV bit-StB 84/90 und ZTVT-StB 86/90). Für die Asphaltdeckschicht kam eine besonders standfeste Rezeptur mit einem Plastomer (Vestoplast) als Bindemittelzusatz zur Anwendung. Als Mineralstoffe wurden Basalt- und Diabassplitte verwendet.

4 Erneuerung der Hochgeschwindigkeitsstrecke 2012

Ab 2005 traten in vielen Bereichen der Fahrbahn Risse auf, woraufhin ein Team des Fachgebiets Straßenwesen der TU Darmstadt die Strecke untersuchte. Dabei wurde eine deutliche Verhärtung des Bindemittels festgestellt. Als Ursache wurde ein Einfluss des verwendeten Zusatzes diskutiert, letztlich aber nicht weiterverfolgt. Die Risse in der Fahrbahndecke beschleunigten die Schadensentwicklung, weil Wasser und Taumittel in die Konstruktion eindrangen. Zudem begünstigten die Risse den Zutritt von Luftsauerstoff, der ebenfalls den Alterungsprozess verstärkte und den Schichtenverbund reduzierte.

Die Betonfahrbahn und die drei Brems-Stopp-Stellen zeigten keinerlei Schäden. Auch die Fugen einschließlich der Fugenbänder waren in einem nahezu neuwertigen Zustand. Darum lauteten die Aufgaben für die Erneuerung der Hochgeschwindigkeitsstrecke im Jahr 2012:

- Abbau der Fahrbahninstallationen (Leitplanken, Schilderbrücken usw.) und sonstiger Einbauten (Messtechnik, Leerrohre und andere elektrische Installationen)
- Fräsen und Neuprofilieren der Asphaltdeck- und -binderschicht der Steilkurve sowie Fräsen der Deckschicht des umlaufenden Wartungs- und Wirtschaftswegs
- Instandsetzung der Tragschicht im Bereich der rissgeschädigten Stellen
- Einbau einer neuen Asphaltbinder- und -deckschicht
- Wiedereinbau der Fahrbahninstallationen und Ergänzung der Messeinrichtungen.

4.1 Neuberechnung und Grundlagen

4.1.1 Kurvenberechnung

Die Adam Opel AG wollte das Profil der Kurve so verändern, dass eine seitenkraftfreie Geschwindigkeit von 250 km/h möglich ist. Weil der vorhandene dreilagige Asphaltaufbau von 1993 in einer Gesamtdicke von 22 cm für die Belastungen durch Pkw überdimensioniert war, beschloss das Projektteam, der Fahrbahn mithilfe der Fräsen ein neues, steileres Profil zu verleihen. Dazu frästen sie im mittleren Bereich des Querprofils zusätzlich zur Deck- und Binderschicht auch 3 bis 4 cm der Tragschicht ab. Außerdem wurde die Fahrbahn im äußeren Drittel überprofiliert (Bild 3). Dadurch erhöhte sich die maximale Querneigung am oberen Fahrbahnrand von 37 auf 40° (Bild 4).

4.1.2 Planung, Ausschreibung und Vergabe

Fahrten auf der Schnellfahrbahn sind Bestandteil fast aller Prüfprogramme im Testzentrum Dudenhofen. Deshalb ist die Strecke stark frequentiert, sodass eine extrem kurze Bauzeit angestrebt wurde. Eine halbseitige Bauweise kam nicht infrage, da immer der komplette Kreisring benötigt wird. Letztlich wurde die Baumaßnahme für die Zeit von Mitte Januar bis Ende Juni 2012 terminiert.

Für den Asphalteinbau war ein erfahrenes Einbauteam mit Spezialfertiger und Sonderwalzen unerlässlich. Das Einbaugerät musste drei Fahrspuren mit parabolischem Querschnitt ohne Knicke in den Fahrspuren in einem Arbeitsgang ohne Längsnähte herstellen. Die SMB Construction International GmbH, eine gemeinsame Tochterfirma der Strabag International GmbH und der Firmengruppe Max Bögl, erhielt den Zuschlag für das Projekt als

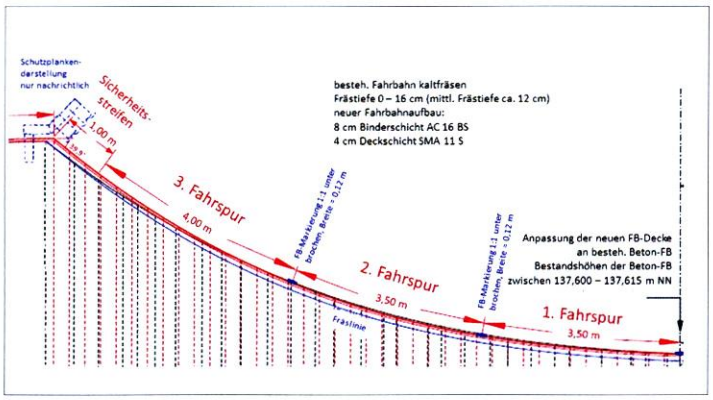

Bild 4: Das neue Profil der Hochgeschwindigkeitsstrecke nach Abschluss der Arbeiten weist eine maximale Querneigung von 40° am oberen Fahrbahnrand auf

Bild 5: Die Kaltfräse arbeitete horizontal und verlud das anfallende Fräsgut über das Ladeband direkt auf die Lkws

Bild 6: Um in der geneigten Bahn fräsen zu können, wurde die Maschine bei Querneigungen über 9° von einem Windenwagen gehalten

Bild 7: Die Ausbesserungsarbeiten an der Tragschicht erfolgten manuell

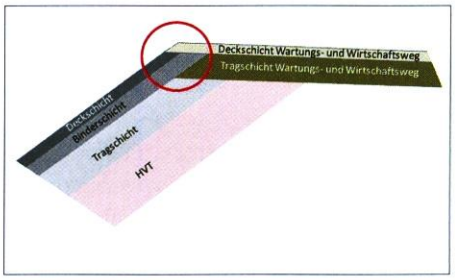

Bild 8: Die Verzahnung der verschiedenen Schichten soll verhindern, dass durch die Flanken der Binder- und Deckschicht Wasser eindringen kann

Generalunternehmer. Das Unternehmen ist die einzige Firma weltweit, die über entsprechende Maschinen und Erfahrung verfügt. Für die Qualitätsüberwachung waren die Versuchsanstalt für Straßenwesen der TU Darmstadt und das Ingenieurbüro Hart Consult International GmbH unter der Leitung von Dr. Rainer Hart verantwortlich.

4.2 Bauausführung

4.2.1 Fräsarbeiten

Nach der Demontage der Leitplanken trug eine Kaltfräse mit 1 m Fräsbreite die Asphaltdeck- und -binderschicht sowie Teile der Asphalttragschicht auf der kompletten Hochgeschwindigkeitsstrecke ab – das entspricht etwa 57.750 m². Die mittlere Frästiefe betrug dabei ca. 12 cm. Gefräst wurde entgegen dem Uhrzeigersinn (Bilder 5 und 6). Zur Vorprofilierung der neuen Querneigung sowie zur Einhaltung der Mindestdicke der verbleibenden Tragschicht wurden die Frästiefen abschnittsweise vorgegeben und unmittelbar hinter der Fräse kontrolliert. Abschließend erfolgte die Reinigung der Fräsfläche per Hochdruckwasserstrahl und Rotationsbesen.

4.2.2 Ausbesserung der Tragschicht

Nachdem die Tragschicht freigelegt war, erfolgten die Ausbesserungs- und Reparaturarbeiten überwiegend in Handarbeit (Bild 7). Die schadhaften, nicht tragfähigen Bereiche der Tragschicht wurden gefräst, nicht festhaftende oder lockere Schichten gelöst, ausgeräumt und gereinigt. Die neue Tragschicht wurde in diesen Bereichen manuell eingebaut. Außerdem wurden Risse aufgeweitet, gereinigt und vergossen.

4.2.3 Asphalteinbau

Der Einbau der Asphaltschichten erfolgte täglich zwischen 6:30 und 20:00 Uhr; dazu wurde der Fertiger ab ca. 5:00 Uhr vorbereitet. Pro Einbautag konnten etwa 600 m Asphaltschicht eingebaut werden. Die Tagesnähte der Deckschicht wurden immer versetzt zur Tagesnaht der Binderschicht ausgebildet.

Besonderes Augenmerk legte das Projektteam auf die Ausbildung des oberen Fahrbahnrands. Eine Verzahnung der verschiedenen Schichten (Bild 8) soll verhindern, dass durch die Flanken der Binder- und Deckschicht Wasser eindringen kann.

4.2.4 Sonderfertiger und -walzen für den Einbau

Der geforderte längsnahtfreie Einbau der Asphaltfahrbahn mit parabolischem Querschnitt erfolgte mit dem Brückenfertiger von SMB Construction (Bild 9). Er wurde

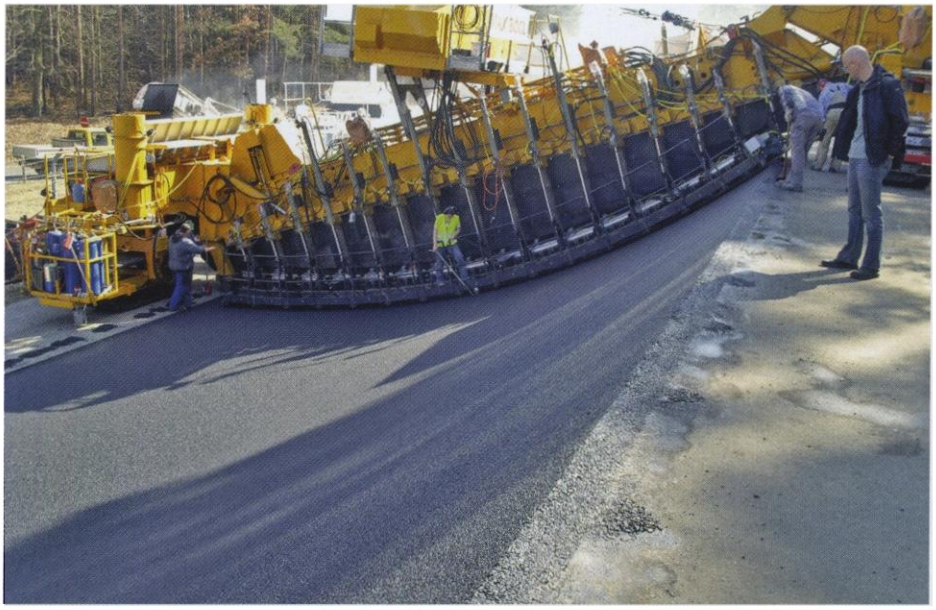

Bild 9: Der Brückenfertiger baut den Asphalt mit einer elektrisch beheizten Bohle ein. Sie besteht aus 17 einzelnen Körpern, die mit dem durchgehenden Bohlenblech verbunden sind. Insgesamt 17 Hydraulikzylinder steuern dabei die Verformung der Bohle

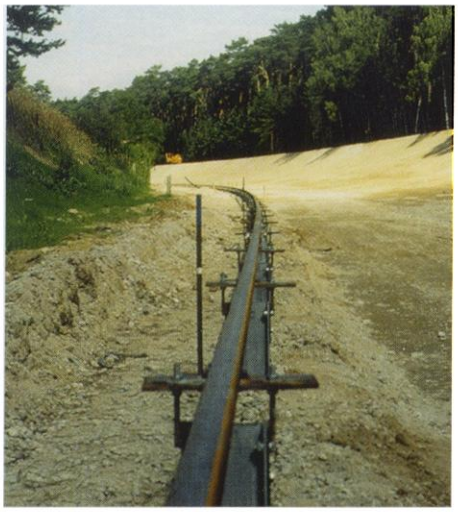

Bild 10: Die Referenzschiene für den Fertiger wurde millimetergenau eingemessen und regelmäßig kontrolliert. Sie besteht aus 12 m langen Stahl-U-Profilen, die über Laschen so miteinander verbunden waren, dass die Krümmung erhalten blieb und temperaturbedingte Längenänderungen ausgeglichen wurden

speziell für den Bau von Rundkursen mit gekrümmten und überhöhten Fahrbahnen bei veränderlichen Radien konstruiert. Das Mischgut gelangt vom Lkw über einen selbstfahrenden Beschicker und regelbare Dosierschnecken auf ein Kratzerband. Dann wird das Mischgut zwischen die Fahrwerke transportiert und über eine Paddelkette gleichmäßig vor der Einbaubohle verteilt.

Eine Steuerung im Fertiger sorgt für die korrekte Position der Bohlenelemente. Berührungslos arbeitende, induktive Sensoren nehmen die Lage und Höhe an eigens dafür aufgebauten Referenzschienen ab (Bild 10). Die rechnergesteuerten Hydraulikzylinder verformen dann die Einbaubohle so, dass die eingebaute Schicht an jeder Stelle der Raumkurve die Solllage erreicht. Sie wurde vorab exakt ermittelt und als digitales Geländemodell in der Software des Fertigers hinterlegt. Parallel überwacht ein Neigungsregler die Schrägstellung des Brückenträgers. Während des Einbaus kontrollierte und protokollierte ein Vermessungstrupp kontinuierlich die eingebaute Schicht.

Für die Verdichtung waren Doppel-Vibrationswalzen mit speziell gekrümmten Bandagen im Einsatz. Zwei Walzen im oberen, steilen Bereich wurden außerdem von je einem mitfahrenden Windenwagen geführt (Bild 11). Die Walze im flacheren Fahrbahnabschnitt arbeitete ohne Windenwagen. Der Einsatz der an einer Winde geführten Walze bedingt ein erhebliches Zeitfenster zwischen Einbau und erstem Walzeneinsatz von ca. 15 Minuten. Dadurch kann bei ungünstigen Witterungsbedingungen (niedriger Außentemperatur oder starker Wind) die Erzielung des angestrebten Verdichtungsgrads problematisch werden. Verschärft wird das Problem aufgrund der starken Neigung im obersten Einbaubereich, weil die Walzen zwangsläufig geringere Normalkräfte und damit eine geringere Verdichtungswirkung entwickeln.

Bild 11: Um Walzspuren zu vermeiden, durften die Bandagenränder keinesfalls in den frisch verdichteten Asphalt eindrücken. Aus diesem Grund wurden die oberen Walzen mit einer Neigungssteuerung ausgerüstet. Ein Rechner in den Windenwagen steuerte den in der Höhe variablen Haltepunkt so, dass die Walzen immer orthogonal zur Oberfläche fuhren

4.3 Asphalttechnologie

4.3.1 Zusammensetzung des Asphalts

Der Bauherr forderte einen langlebigen Asphaltoberbau mit homogener Oberfläche. Der Einbau in Steillage setzte darüber hinaus eine ausreichende Standfestigkeit des Asphalts im heißen, unverdichteten Zustand und eine geringe Entmischungsneigung voraus.

Als Baustoff für die Binderschicht und die Reparaturen der Tragschicht diente ein Asphaltbeton AC 16 BS mit einem Hohlraumgehalt von nur 4 Vol.-%. Weil durch die geringe Gaswegsamkeit der natürliche Alterungsprozess des Bitumens infolge von Oxidationsprozessen gehemmt wird, soll das Mischgut besonders langlebig sein. Kalkhydrat als Füllerkomponente versteifte das Mischgut im heißen Zustand und hat positiven Einfluss auf die Verwitterungsbeständigkeit der Asphaltschichten. Für die Deckschicht wurde ein

modifizierter Splittmastixasphalt SMA 11 S verwendet, der hohlraumarm und mit geringer Entmischungsneigung zusammengesetzt wurde. Als Bindemittel diente ein hoch modifiziertes Sonderbitumen, das als Polymerkomponente neben SBS-Elastomeren auch Plastomere enthielt, um eine bessere Verdichtbarkeit bei niedrigen Temperaturen zu erzielen. Zur Erhöhung der Affinität des Bindemittels zum Gestein wurden Zusätze über die Faser beigemischt.

Die Anforderungen an die Gesteinskörnungen wurden gegenüber dem Regelwerk hinsichtlich Polierresistenz, Kornform, Schlagbeständigkeit und zulässiger Über- und Unterkornanteile erhöht. Der Bauvertrag schränkte außerdem die in den ZTV-Asphalt für den Straßenbau vorgesehenen Toleranzen drastisch ein – sie wurden für die meisten Parameter halbiert. Weitere Parameter wie der Hohlraumausfüllungsgrad wurden in den Anforderungskatalog aufgenommen und mit Toleranzen versehen. Die hohen Anforderungen hielten einige Lieferanten nicht für realisierbar und gaben deshalb kein Angebot ab. Tabelle 1 zeigt einige Details der Asphaltspezifikation.

Tabelle 1: Spezifikation der Deck- und Binderschicht

	Binderschicht	Deckschicht
Asphaltsorte	AC 16 BS	SMA 11 S
Bitumen	70/100	Olexobit SMA; PmB 40/100-65 A
Erweichungspunkt Ring und Kugel	47,6 °C	71,6 °C
Nadelpenetration	81 (1/10 mm)	50 (1/10 mm)
Zusatzstoffe	Kalkhydrat	
Hohlraumgehalt	4 Vol.-%	2,2 Vol.-%
Technische Spezifikationen	TL Asphalt-StB 07, ZTV Asphalt-StB 07 und zusätzliche technische Anforderungen (FGSV Verlag, Köln)	

Bild 12: Die Stahlschutzplanken an der Oberkante der Steilkurve: vorher als einfache Leitplanke (links), nun in doppelter Ausführung mit EDSP

4.3.2 Qualitätssicherung

Die Teststrecke fungiert bei der Fahrzeugentwicklung als Messsystem, dessen Gebrauchseigenschaften auch nach Jahren intensiver Nutzung gleich bleiben müssen. Daraus ergeben sich Qualitätsansprüche, die zum Teil weit über die normalen Kontrollen im Straßenbau hinausgehen. Insbesondere erfordert die starke Neigung der Fahrbahn eine konstante Asphaltbeschaffenheit. Wegen der, im Vergleich zum üblichen Verkehrswegebau, deutlich höheren Kosten ist außerdem das Versagensrisiko zu minimieren. Vor diesem Hintergrund wurde eine baubegleitende Eigen- und Fremdüberwachung mit Baustellenlabor installiert. Die Aufgaben der Qualitätssicherung umfassten im Wesentlichen:

1. Vorbereitende Maßnahmen (Eigen- und Fremdüberwachung in Abstimmung)
Erkundung geeigneter Vorkommen und Lieferanten für die Gesteinskörnungen, Bemusterung relevanter Steinbrüche, Festlegung der Gewinnungsbereiche, Bemusterung und Optimierung der Gesteinsaufbereitung, Ermittlung geeigneter Bindemittel, Inspektion verschiedener Asphaltmischanlagen, Auswahl einer geeigneten standortnahen Anlage und Vergleichsanalysen der Eigen- und Fremdüberwachung

2. Optimierung der Mischgutzusammensetzung
Umfangreiche Erstprüfung inkl. Variation der Bindemittelgehalte, Nachweis des Kälteverhaltens und der Wasserempfindlichkeit, Kalibrierung der Mischanlage, Probemischungen, Erprobung der Mischgutzusammensetzung und des Verdichtungsregimes in Probefeldern und Festlegung einer Ausführungsrezeptur

3. Baubegleitende Qualitätskontrolle
Zerstörungsfreie Dichtemessungen zur Abschätzung des Verdichtungserfolgs während des Einbaus, d. h. im heißen Zustand, Asphaltanalysen mit Vorlage der Ergebnisse in 2 bis 4 h, so dass umgehende Korrekturen möglich waren, tägliche Prüfung der in der Mischanlage abgesiebten Körnungen inklusive möglicher Anpassung des Rezepts, Bitumenanalysen und Kontrolle der Verdichtung der eingebauten Schichten an Asphaltbohrkernen.

4.4 Messtechnik und Schutzeinrichtungen

In die neue Fahrbahndecke wurden Sensoren eingearbeitet, die permanent Messwerte zu Temperatur und Feuchtigkeit des Belags liefern, damit diese sowohl in den Testergebnissen als auch für die Ermittlung der Fahrbahnbeschaffenheit berücksichtigt werden können. Auch die neue Schutzplanke am oberen Fahrbahnrand wurde „elektrifiziert": Sie wurde mit Signalgebern bestückt, die bei einem Anprall die Fahrer auf der Strecke infor-

Bild 13: Reifenstapel und Fangzäune sorgen für die Sicherheit der Fahrer und des Personals, das sich während der Tests entlang der Strecke aufhält

Bild 14: Nach der Sanierung: Die Testfahrer bei Opel sind hoch zufrieden mit der Qualität der neuen Fahrbahn

mieren können. Des Weiteren wurden am Fahrbahnaußenrand der Steilkurve Distanzschutzplanken in Sonderanfertigung (EDSP, 2-fach übereinander; Bild 12) mit Unterfahrschutz ausgeführt. Alle Einzelteile der Schutzplanken unterliegen besonderen Anforderungen, die sich wesentlich von den handelsüblichen Schutzplanken im öffentlichen Straßenbau unterscheiden. Die Gründung der Holme unmittelbar im bautechnisch schwierigen Bereich des Übergangs von der gekrümmten Fläche der Schnellbahnkurve zum horizontalen Wartungs- und Wirtschaftsweg erforderte eine besondere Konstruktion. Deshalb stehen die neuen Schutzplanken rechtwinklig zur Fahrbahn mit ca. 20 bis 30 cm Überstand von der Kronenkante zur Fahrbahn (Bild 12). Bei einem möglichen Anprall soll die Konstruktion an Sollbruchstellen ausweichen, um Zerstörungen in dem empfindlichen Gründungshorizont zu vermeiden. Darum wurden die Schutzplanken als Zugband ausgebildet. Auch Temperatur- und Längenänderungen werden durch Dilatationsstöße in Sonderausführung aufgenommen und nicht in den Baugrund abgegeben.

Zur Erhöhung der Sicherheit wurden am Innenrand der Schnellfahrbahn Schutzplanken kombiniert mit Reifenstapeln und in Teilbereichen mit Fangzäunen aufgebaut, in Anlehnung an die Sicherheitseinrichtungen an Formel-1-Rennstrecken (Bild 13).

5 Zusammenfassung

Die beschriebenen Arbeiten konnten in nur 5 Monaten ausgeführt werden. Konzipiert und gebaut wurde dabei nach dem allgemeinen technischen Regelwerk, allerdings mit Sondermaschinen und wesentlich höheren Anforderungen an die Maßhaltigkeit und Rezepttreue. Immerhin handelt es sich um eine dreidimensionale Struktur mit einer extremen Querneigung bis 79 % und einer Längsneigung von 0 % auf der gesamten Strecke. Die aufwendige Qualitätsüberwachung und -steuerung zeigte dabei, dass es durchaus möglich ist, die Toleranzen der Mischgutzusammensetzung gegenüber den Vorgaben des Regelwerks (TL Asphalt-StB) drastisch herabzusetzen. Bei zahlreichen Parametern wurden selbst die sehr engen Vorgaben noch weit unterschritten.

Viele Probleme mussten kurzfristig vor Ort gelöst werden. Dabei konnte selten auf Erfahrungen von vergleichbaren Bauwerken zurückgegriffen werden, so dass eine enge Zusammenarbeit aller Teammitglieder oberstes Gebot war. Nur so war es möglich, den engen Terminplan ohne Abstriche an der Qualität einzuhalten. Dass dies gelungen ist, bestätigen die Nutzer der neuen Fahrbahn, die Testfahrer des Testzentrums Dudenhofen (Bild 14), sowie die Facharbeits- und Messgruppen des Technischen Entwicklungszentrums der Adam Opel AG aus Rüsselsheim.

Korrektur:

Im Beitrag „AL Sp-Beton – Präzision des Prüfverfahrens" (Straße und Autobahn 10/14, Seite 790 – 798) von Dr.-Ing. Frank Weise et al. wurden die folgenden Formeln versehentlich falsch abgedruckt:

Gleichung Nr.	alt	neu
(3)	$\bar{x}_{ij} = \frac{1}{n}\sum_{l=1}^{n} \bar{x}_{ijl}$	$\bar{x}_{ij} = \frac{1}{n}\sum_{l=1}^{n} x_{ijl}$
(6)	$k_{ij} = \frac{s_{ij}}{s_i}$	$k_{ij} = \frac{s_{ij}}{\bar{s}_i}$

Weiterhin muss es auf Seite 796, 2. Absatz (1. Satz nach der Gleichung (11)), richtig heißen:

Die Prüfstellenvarianz s_L^2 gemäß Gleichung (12) wird wesentlich vom 1. Summanden der Gleichung 13 bestimmt - umso mehr, je größer n ist.

Literaturverzeichnis

DIN 30786-2:2013-02: Transportbelastungen - Datensammlung von mechanisch-dynamischen Belastungen – Teil 2: Wertesammlungen.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Asphalt (ZTV bit-StB 84/90), Ausgabe 1984/1990, FGSV Verlag, Köln.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau (ZTV T-StB 86/90), Ausgabe 1986/1990, FGSV Verlag, Köln.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt (ZTV Asphalt-StB 07), FGSV Verlag, Köln.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Technische Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen (TL Asphalt-StB 07), FGSV Verlag, Köln.